

524

1977



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გოაგუა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 87 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1977 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТВИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

13521

ტომი 87 TOM

№ 3

სექტემბერი 1977 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • TBILISI • TBILISI

ქ. შარვაშიძის ს.ს. ბ.ს. სსრ
სახელმწიფო რესპუბლიკა
გეოლოგიის ინსტიტუტი

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 18.10.1977; შეკვ. № 3360; ანაწილის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 09510; ტირაჟი-1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 18.10.1977; зак. № 3360; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 09510; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

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

* * *

საქ. სსრ შეკვ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН ГССР, Тбилиси, 380060, Кутузова, 19

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- *ჯ. კაპანაძე. წონასწორული პოტენციალები და სუსტი ტოპოლოგია 532
- *თ. ფირაშვილი. სატელიტებისა და არააბელური წარმოებულ ფუნქტორების შესახებ 536
- *პ. სულიანძიგა. მაგნიტური პოტენციალის ორგანოზომილებიანი შექცეული ამოცანის ამოხსნადობის შესახებ 540
- *ა. ხარაზიშვილი. ბინარული დამოკიდებულებების II-იზომორფიზმების შესახებ 544
- *ა. ბორუბაევი. პარაკომპაქტური სივრცეების ღია ბიკომპაქტური ანსახების შესახებ 547
- *ბ. მამფორია. ვინერის პროცესის შესახებ ფრეშეს სივრცეში 552
- *ლ. კლებანოვი, ი. მელამედი. განაწილებათა ოჯახების პარამეტრების სტატისტიკურ შეფასებათა აგების ერთი მეთოდის შესახებ 554
- *ნ. ანთელავა, გ. არსენიშვილი, ბ. ხარაძე. ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა რიგზე დამოკიდებული ინტენსივობებით 560
- *ზ. ქანტურია. უწყვეტ და ჯამებად ფუნქციათა სივრცეებში ორთოგონალური პოლინომიალური ბაზისების შესახებ 562
- *ვ. ოპოიცევი, თ. ხუროძე. ზოგიერთი თეორემა დიფერენციალურ და ინტეგრალურ უტოლობათა შესახებ 568

დრეკადობის თეორია

- *ი. მაული. არსებობის თეორემები კლასიკური დრეკადობის თეორიისა და სტაციონარული დრეკადი რხევების ზოგადი ბრტყელი შერეული სასაზღვრო ამოცანებისათვის 572
- *ს. შანშაშვილი. დრეკადობის თეორიის ზოგიერთი სივრცითი ამოცანის შესახებ 576

ფიზიკა

- *ვ. ალტუხოვი, ვ. კვაქაძე. ფონონების გაბნევა მცირე ზომის კოლოიდებზე KCl-ის კრისტალებში 580
- *ს. წაქაძე. პელიუმ II-ის გრიგლური მესერის ტაქინეოს რხევები 584
- *ბ. კუკულაძე, ნ. ჩიხლაძე, ა. ენუქიძე, დ. ვაშაკიძე. გალიუმის ანთიმონიდში სილიციუმით ლეგირების სპიკოხისათვის 588
- *ი. კირვალიძე. ზედაპირულად აქტიურ ორგანულ ნივთიერებათა გავლენა კაფერის დროს ჩაჭიდულების გამოვლინებაზე 590

გეოფიზიკა

- *ო. შონია, ე. ხახუტაშვილი, ს. ველთაური, მ. გულბათაშვილი. დედამიწის მაგნიტური ველის პორიზონტალური მდგენელის ციფრული მზომი 596

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *ლ. ქოტორლიშვილი. თოვლით დაფარული მცენარეული საფარის ტემპერატურის დღეღამური ცვლილებების პროგნოზირება 600
- *ო. ლურსმანაშვილი. კავკასიის ძლიერი მიწისძვრების დრო-სივრცული განაწილება და პლასტიკური ტალღებით მიწისძვრათა ურთიერთკავშირის შესაძლებლობა 604
- *კ. ქართველიშვილი. ნორმალური სიმძიმის ძალა სივრცეში და დონებრივი ელიფსოიდის ზედაპირზე 608

ორბანული ქიმია

- *ქრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. გაჯიევი. თიოფენოლის კატალიზური ალკილირება მეთანოლით 611
- *ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. იაშვილი, ე. გელაშვილი. ზოგადი ბის-დიამონდიულფიდის სინთეზი აცეტილენური თიარანების საფუძველზე 616
- *გ. ჩივაძე, დ. იოსელიანი. მეთანოლის ქანგვითი დეჰიდრირება $AgNaX$ ცეოლითზე 620

- *ა. ნოლაიძე, დ. ახობაძე. დილითიუმჰიდროქინოლინის ურთიერთქმედება ტრიმეთილქლორ- და დიმეთილქლორსილანთან 624
- *თ. შალამბერიძე, ჯ. ბუგიანიშვილი, ბ. ჯიშვილი. დიალიკლ (პარა-ალილფენილ) ბორანების სინთეზი 627

ფიზიკური ქიმია

- *გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. სიღამონიძე, თ. დევდარიანი, მ. სილაგაძე, ზ. ქორიძე. ნახშირის ორჟანგის აღსორბცია კლინობტილოლითის კათიონომოდიფიცირებულ ფორმებზე 632
- *თ. ხელაძე, შ. სიღამონიძე, ლ. შარაბიძე. „აღდგენილი“ Y, L და მორდენიტის ტიპის სინთეზური ცეოლითების კატალიზური აქტივობა 636
- *ი. ედილაშვილი, გ. ბახტურიძე, შ. ბარაბაძე. N, N, N', N'-ტეტრა-მეთილ-4,4'-დიამინოდიფენილმეთანის ფოტოქიმიური გარდაქმნის პრადუქტების შესწავლა 639
- *ნ. თოფურიძე, ჯ. ხანთაძე. კომპონენტების გეომეტრიული არატოლფასოვნების გათვალისწინება ნალღობთა ჰარბი მოცულობისა და ზედაპირული დაქიმულობის ანგარიშის დროს 644

ქიმიური ტექნოლოგია

- *მ. ალექსიშვილი. პროპილენის წარმოქმნის პეტროგენული ხასიათის შესახებ პროპანის ქანგვის, ქანგვითი კრეკინგისა და კრეკინგის რეაქციებში 648
- *ი. გუსეინოვა, ვ. გრიბკო, თ. მჭედლიშვილი-პეტროსიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). თერმოსინესტული დამუშავებით მიღებული თაბაშირის ქვის თვისებების გამოკვლევა 652

გეოლოგია

- *ა. გავაშვილი. პირიტის სტრატეგორმული მადანგამოვლინებების ორი გენეტიკური ტიპის შესახებ 655

საზოგადოებრივი მემანია

- *რ. გიორგაძე. წრიულსახარანი დამრეცი კონუსური გარსის ოპტიმალური დაგეგმარება რადიოაქტიური დასხივების გზით 659

- *გ. ბაზლაძე. რადიოაქტიური დასხივების გზით ტოლი წინაღობის ღია ცილინ-
დრული გარსების დაგეგმარების შესახებ 663
- *გ. გაბრიჩიძე, ლ. საღირაშვილი, ვ. ბურდული. ბრტყელი დრეკადი
ტანის ანგარიშის იტერაციული ხერხის რიცხვითი რეალიზაციის ზოგიერთი შედეგი 668

მიტალურგია

- *ყ. ლორთქიფანიძე, თ. ბერიშვილი, ლ. ოკლეი, ი. ჩხარტიშვი-
ლი. განღრუების წინ ნამზადის ცენტრირების გავლენა მიღების კედლის სისქის
უთანაბრობაზე 671

მანქანათმშენობლა

- *ლ. ვოროტინცევი. აღმდგენი ძალის მაღალი რიგის არაწრფივობის გავლენა
ძიქლებითი რხევის მდგრადობაზე 675
- *გ. რამიშვილი. ხახუნის ძალის დამოკიდებულების შესახებ სრიალის სიჩქარეზე 680

ელექტროტექნიკა

- *გ. ბერიაშვილი. ურთიერთორთოგონალურ გარეშე მაგნიტურ ველში მოთავსე-
ბული ფერომაგნიტური მასალის მაგნიტური მახასიათებლების არაწრფივობის და
ანიზოტროპიის აღრიცხვის ანალიზური მეთოდი 684

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ი. მიქაძე, რ. კაკუბავა. ელექტრული გამომავალი მანქანის მიერ დავალე-
ბის შესრულების შესაძლებლობის საკითხისათვის მისი აპარატურული კონტ-
როლის იმედიანობის გათვალისწინებით 688

ნიადაგმშენობლა

- *თ. ურუშაძე, ჭ. ჯანელიძე. ჰოლოცენში აღმოსავლეთ საქართველოს ნია-
დაგების ისტორიისათვის 691

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ს. მოიანოვა, ვ. მალაოლეტევი. კატის დიდი ტვინის სომატოსენსორუ-
ლი ქერქის თითისტარული აქტივობის ცვლილება თალამუსის ვადამცემი ბირთ-
ვის დაზიანების შემდეგ 696
- *თ. ჯავრიშვილი. გამოწვეული პოტენციალების პოსტაქტივაციური ცვლილე-
ბის შესახებ კნუტებში 700

ბიოქიმია

- *დ. მიქელაძე. პროტეინინაზის ურთიერთმოქმედების შესწავლა დამოკიდებულ
ც-ამფ ატფ-აზსთან ტვინის მიკროსომულ ფრაქციაში 704
- *თ. გარიშვილი. ტვინის ქსოვილის მიტოქონდრიალური მემბრანების ენდოგე-
ნური ლიპიდების ზეყანვეითი ჟანგვის სტიმულაციისას მონოამინებისა და სხვა
აზოტოვანი ნეერთების დეზამინირების მოშლა 708

ენტომოლოგია

- *გ. გუგუშვილი. Anopheles Maculipennis-ის რეზისტენტობა ქლოროგანული
პრეპარატებისადმი საქართველოს პირობებში 711

პისტოლოგია

- *გ. სამსონიძე, ქ. ბარაბაძე. პანკრეასის კომპენსატორულ-შეგუებებით რეაქციის მორფოფუნქციური ანალიზი თარკელზე და ჭირკელის რეგენერაციის პირობებში 715
- *ზ. მგალობლიშვილი. ფოლიკულური უჯრედების რაოდენობრივი ცვლილებები კომპენსატორულად ჰიპერტროფირებულ ფარისებრ ჭირკვალში 720

მასპერიმენტული მორფოლოგია

- *მ. მშვიდოზაძე. ძელების ალოტრანსპლანტაცია მათი არასრული დეფექტების დროს 724

მასპერიმენტული მედიცინა

- *ი. მალაშხია. T და B იმუნური სისტემების მდგომარეობა თავზურგტვინის სითხეში და პერიფერიულ სისხლში ნერვული სისტემის ზოგიერთი ინფექციური და სისხლძარღვთა დაავადებისას 728
- *დ. იაშვილი. ქუნთრუშის ეპიდემიოლოგიისა და კლინიკის თავისებურებანი საქართველოში 731

მაკრომია

- *რ. სარჩიშელია. სხალხო მეურნეობის დარგებისათვის სპეციალისტებზე მოთხოვნილების განსაზღვრის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი 736

მნათმეცნიერება

- *ი. ზიცარი. ონომასიოლოგია და ტიპოლოგია (ბასკური ენის მონაცემების მიხედვით) 740
- მ. მიქელაძე. ენის შინაარსობრივი სტრუქტურის როლი სიტყვათა დაკარგვის პროცესში 741
- ი. ჯოღორდი. მოკლე და ნაზალური ხმოვნების საკითხისათვის წოვა-თუშურში (ბაცურში) 745
- შ. აფრიდონიძე. ფონეტიკურ-მორფოლოგიური ცვლილებები და ლექსიკური მნიშვნელობა 749

ფილოლოგია

- მ. შანიძე. ვახუშტი ბაგრატიონის ცნობა დავითნის ხუთ წიგნად დაყოფის შესახებ 753

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Д. В. Капанадзе. Равновесные потенциалы и тонкая топология	529
Т. И. Пирашвили. О сателлитах и неабелевых производных функторах	533
П. Б. Суляндзига. О разрешимости двухмерной обратной задачи магнитного потенциала	537
А. Б. Харашишвили. О \mathcal{L} -изоморфизмах бинарных отношений	541
А. А. Борубаев. Об открытых бикompактных образцах паракомпактных пространств	545
Б. И. Мампория. О винеровском процессе в пространстве Фреше	549
Л. Б. Клебанов, И. А. Меламед. Об одном методе построения статистических оценок параметров семейств распределений	553
Н. И. Антелава, Г. Л. Арсенишвили, Б. И. Харадзе. Однолинейная система массового обслуживания с интенсивностями, зависящими от величины очереди	357
З. А. Чантурия. Об ортогональных полиномиальных базисах пространств непрерывных и суммируемых функций	561
В. И. Опойцев, Т. А. Хуродзе. Некоторые теоремы о дифференциальных и интегральных неравенствах	565

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. Мауль. Теоремы существования для общих плоских смешанных задач статики классической теории упругости и теории установившихся упругих колебаний	569
С. И. Шаншашвили. О некоторых пространственных задачах теории упругости	573

ФИЗИКА

В. И. Алтухов, В. Г. Квачадзе. Рассеяние фононов на коллоидах малого радиуса в кристаллах KCl	577
С. Дж. Цакадзе. Ткаченковские колебания вихревой решетки гелия-II	581
Г. В. Кукуладзе, М. Н. Чихладзе, А. А. Енукидзе, Д. З. Вашакидзе. К вопросу легирования кремнием антимонида галлия	585
И. Д. Кирвалидзе. Влияние поверхностно-активных органических веществ на проявление схватывания при царапании	589

ГЕОФИЗИКА

О. К. Шония, Э. И. Хакуташивили, С. В. Велтаури, М. И. Гулбаташвили. Цифровой измеритель горизонтальной составляющей магнитного поля Земли	593
--	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Л. С. Чоторлишвили. Предсказание суточного хода температуры растительного покрова, покрытого снегом 597
- О. В. Лурсманашвили. Временно-пространственное распределение сильных землетрясений Кавказа и возможность взаимосвязи землетрясений через пластические волны 601
- К. М. Картвелишвили. Нормальная сила тяжести в пространстве и на поверхности уровня эллипсоида 605

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), М. К. Гаджиев. Каталитическое алкилирование тиофенола метанолом 609
- Н. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Н. М. Яшвили, Е. С. Гелашвили. Синтез новых бис-диаминодисульфидов на основе ацетиленовых тиранов 613
- Г. О. Чивадзе, Д. К. Иоселиани. Окислительное дегидрирование метанола на цеолите $AgNaX$ 617
- А. И. Ногайдели, Д. Ш. Ахобадзе. Взаимодействие дилитийгидрохинолина с триметилхлор- и диметилдихлорсиланами 621
- Т. В. Шаламберидзе, Д. Я. Бугианишвили, Б. Д. Джошвили. Синтез диалкил(пара-аллилфенил)боранов 625

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Ш. И. Сидамонидзе, О. Г. Девдариани, М. Д. Силагадзе, З. И. Коридзе. Адсорбция двуокиси углерода на катионмодифицированных формах клиноптилолита 629
- Т. А. Хеладзе, Ш. И. Сидамонидзе, Л. М. Шарабидзе. Каталитическая активность «восстановленных» синтетических цеолитов типа Y, L и морденита 633
- И. Л. Эдилашвили, Г. Ш. Бахтуридзе, Ш. Ш. Барабадзе. К изучению продуктов фотохимического превращения N,N,N',N'-тетраметил-4,4'-диаминодифенилметана 637
- И. И. Топуридзе, Д. В. Хантадзе. Учет геометрической неравноценности компонентов при расчете избыточного объема и поверхностного натяжения расплавов 641

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- М. М. Алексисшвили. О гетерогенном характере образования пропилена в реакциях окисления окислительного крекинга и крекинга пропана 515
- И. А. Гусейнова, В. Ф. Грибко, О. П. Мchedlishvili-Петросян (член-корреспондент АН ГССР). Исследование свойств гипсового камня, полученного термовлажностной обработкой 649

ГЕОЛОГИЯ

- А. М. Гавашели. О двух генетических типах стратиформных рудопровялений серного колчедана 653

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Р. Д. Гиоргадзе. Оптимальное проектирование пологой конической оболочки с круговыми шарнирами при помощи радиоактивного облучения 657

- Г. Ш. Базгадзе. О проектировании равнопрочных открытых цилиндрических оболочек путем радиоактивного облучения 661
- Г. К. Габричидзе, Л. И. Сагирашвили, В. И. Бурдули. Некоторые результаты численной реализации итерационного способа расчета плоских упругих тел 665

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Дж. Л. Лордкипанидзе, Т. К. Беришвили, Л. Н. Оклей, И. В. Чхартишвили. Влияние центровки заготовок перед прошивкой на разностенность труб 669

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Л. К. Воротынцева. Влияние высоких степеней нелинейности восстанавливающей силы на устойчивость вынужденных колебаний 673
- Г. Я. Рамишвили. О зависимости силы трения от скорости скольжения 677

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

- Г. Г. Петриашвили. Аналитический метод учета нелинейности магнитных характеристик и анизотропии материала при наличии взаимно ортогональных внешних магнитных полей 681

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- И. С. Микадзе, Р. В. Какубава. К вопросу осуществимости выполнения задания ЭВМ с учетом надежности и достоверности аппаратуры контроля 685

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Т. Ф. Урушадзе, Ч. П. Джанелидзе. К истории почв Восточной Грузии в голоцене 689

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- С. Г. Мойнова, В. И. Малолетнев. Изменения «сонных веретен» соматосенсорной области коры больших полушарий кошки после повреждения ее таламического релейного ядра 693
- Т. Д. Джавришвили. О постактивационных изменениях вызванных потенциалов у котят 697

БИОХИМИЯ

- Д. Г. Микеладзе. Изучение взаимодействия протеникиназы с Mg, Ca-зависимой АРТазой микросомальной фракции мозга 701
- Т. Г. Гаришвили. Нарушение дезаминирования моноаминов и других азотистых соединений при стимуляции перекисного окисления эндогенных липидов митохондриальных мембран мозговой ткани 705

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Г. К. Гугушвили. Резистентность комаров *Anopheles maculipennis* к хлорорганическим препаратам в условиях Грузии 709

ГИСТОЛОГИЯ

- Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Морфофункциональный анализ компенсаторно-приспособительной реакции поджелудочной железы в условиях регенерации надпочечника 713
- З. Г. Мгалоблишвили. Количественные изменения фолликулярных клеток компенсаторно-гипертрофированной щитовидной железы 717

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- М. В. Мшвидобадзе. Аллотрансплантация костей при неполных костных дефектах 721

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Ю. А. Малашхия. Состояние Т- и В-систем иммунитета в спинномозговой жидкости и периферической крови при некоторых инфекционных и сосудистых заболеваниях нервной системы 725
- Д. Ю. Яшвили. Некоторые особенности клиники скарлатины в Грузинской ССР 729

ЭКОНОМИКА

- Р. А. Сарчимелия. Экономико-математическая модель определения потребности в специалистах для отраслей народного хозяйства 733

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- Ю. В. Зыцарь. Ономазиология и топонимия (по данным языка басков) 737
- * М. М. Микеладзе. Роль структуры содержания языка в процессе утрачивания слов (по материалам бацбийско-грузинского двуязычия) 741
- * И. Ш. Джолборди. К вопросу о кратких и назальных гласных в цова-тушинском (в бацбийском) языке 745
- * Ш. Т. Апридонидзе. Фонетико-морфологические изменения и лексическое значение 749

ФИЛОЛОГИЯ

- * М. А. Шанидзе. Сообщения Вахушти Багратиони о делении Псалтыри на пять книг 753

C O N T E N T S*

MATHEMATICS

J. V. Kapanadze. Equilibrium potentials and weak topology	532
T. I. Pirashvili. On satellites and non-abelian derived functors	536
P. B. Sulyandziga. On the solvability of two-dimensional inverse problem of a magnetic potential	540
A. B. Kharazishvili. On Π -isomorphisms of binary relations	544
A. A. Borubaev. On open compact images of paracompact spaces	547
B. I. Mamporia. On wiener process in a Frechet space	552
L. B. Klebanov, I. A. Melamed. On a certain method of construction of statistical estimates of the parameters of families of distribution	555
N. I. Antelava, G. L. Arsenishvili, B. I. Kharadze. A single-line queuing system with intensities dependent on the queue length	560
Z. A. Chanturia. On orthogonal bases in spaces of continuous and integrable functions	562
V. I. Opoitsev, T. A. Khurodze. Theorems of differential and integral inequalities	568

THEORY OF ELASTICITY

J. Maul. Existence theorems for general plane mixed boundary value problems of the classical elastostatics and the theory of stationary elastic vibrations	572
S. I. Shanshashvili. On some spatial problems of the theory of elasticity	576

PHYSICS

V. I. Altukhov, V. G. Kvachadze. Phonon scattering on small radius colloids in KCl crystals	580
S. J. Tsakadze. Tkacherko oscillations of the He-II vortex lattice	584
G. V. Kukuladze, M. N. Chikhladze, A. A. Ehlukidze, D. Z. Vashakidze. Behaviour of silicon in gallium antimonide	588
I. D. Kirvalidze. The effect of surface-active organic substances of the development of setting in the process of scratching	590

GEOPHYSICS

O. K. Shonia, E. I. Khakhutashvili, S. V. Veltauri, M. I. Gulbatashvili. The digital H -meter of the Earth's magnetic field	596
---	-----

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

- L. S. Chotorlishvili. Prediction of the daily variation of the temperature of snow-covered plants 600
- O. V. Lursmanashvili. Time-spatial distribution of the strong earthquakes of the Caucasus and their possible interrelationship with plastic waves 604
- K. M. Kartvelishvili. Normal gravity in the space and on the surface of a level ellipsoid 608

ORGANIC CHEMISTRY

- Ch. I. Areshidze, M. K. Gadgiev. Catalytic alkylation of thiophenol by methylated alcohol 612
- I. M. Gverdtsiteli, N. M. Iashvili, E. S. Gelashvili. Synthesis of some new bis-diaminodisulphides on the basis of acetylenic thiiranes 616
- G. O. Chivadze, D. K. Ioseliani. Oxidative dehydration of methanol on *AgNaX* zeolite 620
- A. I. Nogaideli, D. Sh. Akhobadze. Reaction of dilithiumhydroquinoline with trimethylchlorosilane and dimethyldichlorosilanes 624
- T. V. Shalamberidze, J. I. Bugianishvili, B. D. Jioshvili. Synthesis of dialkyl (para-allylphenyl) boranes 628

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, Sh. I. Sidamonidze, O. G. Devdariani, M. D. Silagadze, Z. I. Koridze. Adsorption of carbon dioxide on cation-exchanged forms of clinoptilolite 632
- T. A. Kheladze, Sh. I. Sidamonidze, L. M. Sharabidze. The catalytic activity of „redoxed“ synthetic zeolites Y, L and mordenite 636
- I. L. Edilashvili, G. Sh. Bakhturidze, Sh. Sh. Barabadze. Study of the products of photochemical transformation of N, N, N', N'—tetramethyl—4,4'—diaminodiphenylmethane 640
- N. I. Topuridze, D. V. Khantadze. The influence of geometrical inequality of components on extra volume change and surface tension of melts 644

CHEMICAL TECHNOLOGY

- M. M. Aleksishvili. Heterogeneous character of propylene production in the reactions of oxidation, oxidizing cracking and cracking of propane 648
- I. A. Guseynova, V. F. Gribko, O. P. Mchedlishvili—Petrosyan. Study of the properties of gypsum stone obtained by hydrothermal treatment 652

GEOLOGY

- A. M. Gavasheli. On two genetic types of stratiform exposure of pyrites 655

STRUCTURAL MECHANICS

- R. D. Giorgadze. On the optimum design of shallow conical shells with circular hinges by means of radioactive irradiation 659
- G. Sh. Bazgadze. On the design of open cylindrical shells of uniform strength by means of radioactive irradiation 663
- G. K. Gabrichidze, L. I. Sagirashvili, V. I. Burduli. Some results of numerical realization of the iterative method of designing plane elastic bodies 668

METALLURGY

- D. L. Lordkipanidze, T. K. Berishvili, L. N. Oklei, I. V. Chkharishvili. The effect of billet centring on the different thicknesses of tube walls before piercing 671

MACHINE BUILDING SCIENCE

- L. K. Vorotyntsev. Influence of high degrees of restoring force nonlinearities on the stability of forced vibrations 676
- G. I. Ramishvili. On the dependence of friction force upon the rate of slide 680

ELECTROTECHNICS

- G. G. Petriashvili. Analytical calculations of nonlinearity and anisotropy of the magnetic characteristics of a ferromagnetic substance placed in mutually orthogonal external magnetic fields 684

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- I. S. Mikadze, R. V. Kakubava. On the problem of computer task solution with account of the reliability of the computer and of the control equipment 688

SOIL SCIENCE

- T. F. Urushadze, Ch. P. Janelidze. On the history of East-Georgian soils in the Holocene 692

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- S. G. Mojanova, V. I. Maloletnev. Changes of the sleep spindles of the cat's somatosensory cortex after lesion in the thalamic relay nucleus 696
- T. D. Javrishvili. Postactivation changes of evoked potentials in kittens 700

BIOCHEMISTRY

- D. G. Mikeladze. Study of the interaction of protein kinase with the brain mitochondrial Mg, Ca-ATPase 704
- T. G. Garishvili. Disturbance of deamination of monoamines and other nitrogenous compounds under conditions of stimulated peroxidation of endogenous lipids of brain tissue mitochondrial membranes 708

ENTOMOLOGY

- G. K. Gugushvili. Resistance of *Anopheles maculipennis* mosquitoes to organochlorine preparations under conditions of Georgia 711

HISTOLOGY

- G. G. Samsonidze, K. N. Barabadze. Morpho-functional analysis of compensatorily-adapted reaction of the pancreas in conditions of adrenal regeneration 716
- Z. A. Mgaloblishvili. Quantitative changes of follicular cells in compensatorily hypertrophied thyroid gland 720

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- M. V. Mshvidobadze. Allotransplantation of bones in incomplete osseous defects 724

EXPERIMENTAL MEDICINE

- Y. A. Malashkhia. The state of the T- and B-immunity systems in CSF and peripheral blood in some infections and vascular diseases of the nervous system 728
- D. Y. Iashvili. Some peculiarities of the epidemiology and clinical manifestations of scarlet-fever in Georgia 732

ECONOMICS

- R. A. Sarchimelia. A mathematical model of evaluation of the demand in specialists for various fields of the national economy 736

LINGUISTICS

- Yu. V. Zytzar'. Onomasiology and typology 740
- M. M. Mikeladze. The role of the structure of the language content in the process of loss of words (As exemplified by Batsbian-Georgian bilingualism) 744

-
- I. Sh. Jolbordi. Concerning short and nasal vowels in the Tsova-Tushi (Batsbian) language 748
- Sh. T. Apridonidze. Phonetic-morphological changes and lexical meaning 751

PHILOLOGY

- M. A. Shanidze. Vakhusht's evidence on the division of the Psalter 755



УДК 517.946

МАТЕМАТИКА

Д. В. КАПАНАДЗЕ

РАВНОВЕСНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И ТОНКАЯ ТОПОЛОГИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.3.1977)

Пусть $R^m (m \geq 2)$ — m -мерное евклидово пространство. Рассмотрим следующие потенциалы:

$$U_\alpha^\mu(x) = \int_{S(\mu)} |x-y|^{\alpha-m} d\mu(y), \quad 0 < \alpha \leq 2 \quad \alpha < m, \quad (1)$$

$$U^\mu(x) = \int_{S(\mu)} |x-y|^{2-m} e^{-\lambda|x-y|} d\mu(y), \quad m > 2, \quad \lambda > 0, \quad (2)$$

где μ — некоторая неотрицательная мера, определенная на классе B всех борелевских множеств, $S(\mu)$ — носитель меры μ . Выражение $U_\alpha^\mu(x)$ представляет собой потенциал М. Рисса [1] порядка α , а $U^\mu(x)$ — метагармонический потенциал.

Напомним необходимое для дальнейшего определение. Пусть E — некоторое борелевское множество. Точка $x \in R^m$ α -регулярна для E , если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_\alpha(E_n)}{2^{n(m-\alpha)}} = \infty, \quad (3)$$

где $E_n = E \cap \left[y : |x-y| \leq \frac{1}{2^n} \right]$, а C_α — α -емкость [1] множества E_n .

Пусть (R^m, G^α) — тонкая топология [1], т. е. наименьшая топология, в которой непрерывны все потенциалы $U_\alpha^\mu(x)$, (R^m, G) — наименьшая топология, в которой непрерывны все потенциалы $U^\mu(x)$.

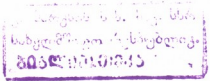
Известно, что точка x α -регулярна для борелевского множества E , тогда и только тогда, когда x является предельной точкой для E в тонкой топологии. Кроме того, $(R^m, G^2) = (R^m, G)$.

В дальнейшем если точка x 2-регулярна для множества E , то мы скажем, что x регулярна для E .

Сформулируем без доказательства один результат, который нам понадобится в дальнейшем.

Теорема 1. Пусть $K \subset R^m$ — некоторый компакт. Точка $x \in R^m$ регулярна для K тогда и только тогда, когда для метагармонического равновесного потенциала [1] компакта имеем $U^\nu(x) = 1$.

23524



Пусть G — некоторая ограниченная область, $G^c = R^m - G$, а ∂G — граница области G в обычной топологии.

Справедлива следующая

Теорема 2. Пусть точка x регулярна одновременно для области G и для множества G^c . Тогда точка x регулярна для множества ∂G .

Доказательство. Пусть γ_1 — метагармоническая равновесная мера для G^c , а γ_2 — для ∂G , ϵ'_x — выметание [1] меры Дирака $\epsilon_x (x \in G)$ на G^c , λ'_x — выметание меры Дирака ϵ_x на ∂G . Ясно, что

$$\epsilon'_x = \lambda'_x, \quad (x \in G). \quad (4)$$

С другой стороны, имеют место следующие равенства:

$$\begin{aligned} U^{\gamma_1}(x) &= \epsilon'_x(G^c) = \epsilon'_x(R^m), \quad x \in R^m, \\ U^{\gamma_2}(x) &= \lambda'_x(\partial G) = \lambda'_x(R^m), \quad x \in R^m. \end{aligned} \quad (5)$$

Из регулярности точки x для множества G^c получаем, что

$$U^{\gamma_1}(x) = 1, \quad (6)$$

а из регулярности точки для области G имеем

$$\lim_{\substack{y \rightarrow x \\ y \in G}} U^{\gamma_1}(y) = U^{\gamma_1}(x). \quad (7)$$

Из (4), (5), (6), (7) получаем

$$U^{\gamma_2}(x) = 1.$$

По теореме 1 точка x регулярна для множества ∂G . Теорема 2 доказана.

Рассмотрим ньютоновские потенциалы $U_{\frac{1}{2}}^{\mu}(x)$.

Теорема 3. Пусть $K \subset R^m$ — такой компакт, что $R^m \setminus K$ — связное множество. Точка $x \in R^m$ регулярна для K тогда и только тогда, когда для равновесного ньютоновского потенциала компакта имеем $U_{\frac{1}{2}}^{\gamma}(x) = 1$.

Доказательство. Ясно, что если точка x регулярна для K , то $U^{\gamma}(x) = 1$. Пусть теперь $U_{\frac{1}{2}}^{\gamma}(x) = 1$. $S(\gamma) \subset K$.

Докажем, что точка x регулярна для K . Если $x \in \overset{\circ}{K}$, то доказательство тривиально. Допустим, что $x \in \bar{K} \setminus \overset{\circ}{K}$. Из того, что множество $\Omega = R^m - K$ связано, получаем

$$U_{\frac{1}{2}}^{\gamma}(y) < 1, \quad y \in \Omega.$$

Отсюда вытекает, что $x \in \bar{\Omega}$, т. е. $x \in K$.

Рассмотрим функцию

$$v(y) = 1 - U_{\frac{1}{2}}^{\gamma}(y), \quad y \in \Omega. \quad (8)$$

Нетрудно видеть, что

$$\begin{aligned} 1) \quad & v(y) > 0, \\ 2) \quad & v(y) \text{ — супергармонична в } \Omega. \end{aligned} \quad (9)$$

Кроме того,

$$3) \quad \lim_{\substack{y \rightarrow x \\ y \in \Omega}} v(y) = 0.$$

В самом деле

$$1 = U^v(x) = \lim_{\substack{y \rightarrow x \\ y \in R^m}} U^v_2(y) \leq \lim_{\substack{y \rightarrow x \\ y \in \Omega}} U^v(y) \leq 1. \quad (10)$$

Теперь легко видеть, что функция $v(y)$ есть барьер [1] для области Ω в точке x . Отсюда вытекает, что точка x регулярна для K .

Известно, что если борелевские множества E_n удовлетворяют условию $E_n \uparrow E$, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} C_\alpha(E_n) = C_\alpha(E). \quad (*)$$

С другой стороны, если ограниченные множества E_n не возрастают ($E_n \downarrow E$), то равенство (*) не всегда справедливо.

Теорема 4. Если F_n — замкнутые ограниченные множества в тонкой топологии и $F_n \downarrow F$, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} C_\alpha(F_n) = C_\alpha(F). \quad (11)$$

Доказательство. По теореме 2 из [2] получаем, что для любого множества F_n существует компакт в обычной топологии такой, что

$$C_\alpha(F_n - K_n) < \frac{\varepsilon}{2}. \quad (12)$$

Обозначим

$$K'_n = \bigcap_1^n K_i, \quad K = \bigcap_1^\infty K_i.$$

Ясно, что

$$F_n - K_n \subset \bigcup_1^n (F_i - K_i), \quad F - K \subset \bigcup_1^\infty (F_i - K'_i).$$

Поэтому

$$C_\alpha(F_n - K_n) < \frac{\varepsilon}{2}, \quad C_\alpha(F - K) < \frac{\varepsilon}{2}. \quad (13)$$

Нетрудно видеть, что равенство (11) справедливо для последовательности компактов K'_n . Из (12) и (13) имеем

$$\begin{aligned} C_\alpha(F_n) &\leq C_\alpha(F_n - K'_n) + C_\alpha(K'_n), \\ C_\alpha(F) &\leq C_\alpha(F - K) + C_\alpha(K), \end{aligned} \quad (14)$$

$$C_\alpha(F_n) \leq \frac{\varepsilon}{2} + C_\alpha(K) + \frac{\varepsilon}{2} \leq C_\alpha(F) + \varepsilon;$$

с другой стороны

$$C_\alpha(F) \leq C_\alpha(F_n). \quad (15)$$

Из (14) и (15) вытекает (11).

Академия наук Грузинской ССР
Вычислительный центр

(Поступило 11.3.1977)

ჯ. კაპანაძე

წონასწორული პოტენციალები და სუსტი ტოპოლოგია

რეზიუმე

წონასწორული პოტენციალების საშუალებით ჩამოყალიბებულია სიმრავლისათვის წერტილის რეგულარობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. დამტკიცებულია, რომ თუ წერტილი რეგულარულია არისათვის და მისი დამატებისათვის, მაშინ წერტილი რეგულარული იქნება არის საზღვრისთვის. განხილულია სუსტ ტოპოლოგიაში ჩაკეტილ კლებად სიმრავლეთა ტევადობების კრებადობის საკითხი.

MATHEMATICS

J. V. KAPANADZE

EQUILIBRIUM POTENTIALS AND WEAK TOPOLOGY

Summary

By virtue of equilibrium potentials a necessary and sufficient condition for the regularity of a point is stated. It is proved that if a point is regular for a domain and for its complement, then it is regular also for the boundary. Finally the problem of convergence in the weak topology of capacities of closed decreasing sets is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Ландкоф. Основы современной теории потенциала. М., 1966.
2. Дж. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 2, 1971.

Т. И. ПИРАШВИЛИ

О САТЕЛЛИТАХ И НЕАБЕЛЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ФУНКТОРАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.3.1977)

В работе с помощью топологии Гротендика [1] изучаются неабелевы производные функторы из [2] и выясняется связь между неабелевыми производными функторами и сателлитами [2]. Доказывается теорема об изоморфизме производных функторов Тирнея—Фогеля [3] с сателлитами (теорема 5), обобщающая известный изоморфизм в абелевой категории для точных слева функторов. В частности, получается аксиоматическая характеристика для когомологии групп как контравариантных функторов (следствие 2). Производные функторы с помощью резольвент в категории функторов изучались также в [4—6].

Пусть \mathcal{C} — малая категория, \mathcal{P} — проективный класс в \mathcal{C} , а \mathcal{E} — класс всех \mathcal{P} -эпиморфизмов. Тогда $(\mathcal{C}, \mathcal{P}, \mathcal{E})$ — база в смысле Райнхарта [5] и \mathcal{E} — топология Гротендика. Заметим, что ниже полученные результаты можно также применять к «большим» категориям (см. 2.16 в [5]).

Определение 1. Копучком над $(\mathcal{C}, \mathcal{E})$ со значениями в категории групп называется ковариантный функтор: $F: \mathcal{C} \rightarrow Gr$, удовлетворяющий следующему условию.

(CS) Если $f \in \mathcal{C}(X, A) \cap \mathcal{E}$, то точна диаграмма

$$F(X \times X) \begin{matrix} \xrightarrow{F(p_1)} \\ \xrightarrow{A} \\ \xrightarrow{F(p_2)} \end{matrix} F(X) \xrightarrow{F(f)} F(A),$$

т. е. $F(f)$ — коядро пары морфизмов $(F(p_1), F(p_2))$.

Примеры. 1. Пусть $F: \mathcal{C} \rightarrow Gr$ — произвольный ковариантный функтор; тогда $L_0^P F$ — копучок, где $L_*^P F$ — производные функторы от F , построенные в [2].

2. Пусть \mathcal{C} — категория ассоциативных колец (не обязательно с единицей), \mathcal{E} — класс всех эпиморфизмов, а \mathcal{P} — класс всех свободных колец; тогда $St: \mathcal{C} \rightarrow Gr$ — копучок, где St — функтор Стейнберга [2, 4].

Обозначим через CS категорию копучков со значениями в категории групп.

Теорема 1. Композиция

$$CS \xrightarrow{Res} [\mathcal{C}, Gr] \rightarrow [\mathcal{P}, Gr]$$

осуществляет эквивалентность категорий.

В категории CS существует достаточно много проективных объектов. Поэтому можно построить левые производные функторы [2] от функтора $\Gamma_A = \text{„значение на } A\text{“}: CS \rightarrow Gr, A \in |C|$.

Обозначим эти производные функторы через $\pi_n(A, -), n \geq 0$.

Теорема 2. а. Если F — копучок со значениями в категории абелевых групп, то имеет место естественный изоморфизм

$$\pi_n(-, F) \xrightarrow{\cong} H_n(-, F),$$

где $H_n(A, F)$ — гомологии Гротендика [5] (гомомологии Гротендика определяются в [1]).

б. Система функторов $\pi_n(A, -), n \geq 0$ является коуниверсальной связанной последовательностью функторов относительно коротких точных последовательностей копучков.

в. Имеет место естественный изоморфизм

$$L_n^P T \xrightarrow{\cong} \pi_n(-, L_0^P T),$$

где $T: C \rightarrow Gr$ — произвольный ковариантный функтор.

Определение 2. Неабелевой P -проективной резольвентой объекта A называется такой пополненный псевдосимплициальный объект (P_*, τ, A) [2], что $P_n \in P$ и для каждого $P \in P$ пополненное псевдосимплициальное множество $(C(P, P_*), C(P, \tau), C(P, A))$ является стягиваемым.

Примеры. 3. P -проективная резольвента Тирнея-Фогеля [3] является неабелевой P -проективной резольвентой.

4. Пусть проективный класс порожден котройкой $F = (F, \tau, \delta)$ [4]. Тогда пополненный симплициальный объект $(F_* A, \tau A, A)$, где

$$F_n A = F^{n+1} A, d_k^n = F^k \tau F^{n-k} A, s_k^n = F^k \delta F^{n-k} A$$

является неабелевой P -проективной резольвентой.

Теорема 3. Пусть (P, τ, A) — неабелевая P -проективная резольвента. Тогда имеет место естественный изоморфизм

$$L_n^P T(A) \xrightarrow{\cong} \pi_n(T(P_*)),$$

где $T: C \rightarrow Gr$ — произвольный ковариантный функтор.

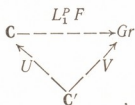
Следствие 1. Если проективный класс P порожден котройкой, то для каждого ковариантного функтора $T: C \rightarrow Gr$ левые производные функторы изоморфны левым производным функторам S_u на [4].

Этот результат обобщает теорему 2.8 из [2] и теорему 3.1 из [3].

Для каждого морфизма $f \in C(X, A) \cap E$ и каждого функтора $F: C \rightarrow Gr$ обозначим через $M_*(f, F)$ комплекс Мура, порожденный от комплекса Чеха

$$\begin{array}{c} \rightrightarrows \\ \downarrow \\ \rightrightarrows F(X \times X \times X) \rightrightarrows F(X \times X) \rightrightarrows F(X) \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ \rightrightarrows A \quad \rightrightarrows A \quad \rightrightarrows A \end{array}$$

Теорема 4. Если $F: C \rightarrow Gr$ — копучок со значениями в категории групп, то функтор $L_1^P F$ является расширением Кана [7]



где \mathbf{C}' — категория, для которой $|\mathbf{C}'| = \mathbf{E}$, $U(f) = A$, $V(f) = \text{Coker}(M_2(f, F) \rightarrow M_1(f, F))$, $f \in \mathbf{C}(X, A)$.

В условиях примера 2 имеет место естественный изоморфизм

$$L_n^P St \xrightarrow{\approx} K_{n+2}^S, \quad n \geq 1,$$

где K_n^S — алгебраические K -функторы Суона [4]. Поэтому теоремы 2—4 применимы к алгебраическим K -функторам Суона. Для правых производных функторов можно получить аналоги этих теорем, если ограничиться функторами со значениями в категории AB абелевых групп. В частности правые производные функторы Тирнея—Фогеля можно получить с помощью когомологии Гротендика [1] (см. [5]).

Пусть S — категория пучков над \mathbf{E} со значениями в категории AB и Z_A — пучок, порожденный предпучком $X \rightarrow \coprod \mathbf{Z}$, где $A, X \in |\mathbf{C}|$. Пусть

$G(A)$ — категория, объекты которой морфизмы $f \in \mathbf{C}(X, A) \cap \mathbf{E}$. Пусть $\phi: A' \rightarrow A$ и определим ковариантный функтор $G(\phi): G(A) \rightarrow G(A')$, полагая $G(\phi)f = f^*$, где $f \in \mathbf{C}(X, A) \cap \mathbf{E}$ и $f^*: X \times_{A'} X \rightarrow A'$ — проекция. Тогда G —

предпучок категорий над категорией \mathbf{C} [2]. Построим след (L, l) в категории S предпучка G категорий над категорией \mathbf{C} [2], полагая $L_A(f) = \ker Z_f$, где $f \in G(A)$ (морфизм $l_f(\phi)$ получен от проекции $A' \times X \rightarrow X$). Каждому

$F \in |S|$ поставим в соответствие категорию $G'(F)$ всех точных последовательностей пучков вида $0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F \rightarrow 0$.

Существует стандартный след в категории S предпучка G' категорий над категорией S , в котором $L'_F(0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F \rightarrow 0) = F_1$ [2].

Можно доказать, что последовательность функторов

$$\begin{aligned}
 & S(-, F), \text{Ext}_S^1(-, F), \dots, \text{Ext}_S^{n-1}(-, F), R_p^F \\
 & (F \otimes_{\mathbf{C}} -, \text{Tor}_{\mathbf{C}}^1(F, -), \dots, \text{Tor}_{\mathbf{C}}^{n-1}(F, -), L_n^P F)
 \end{aligned}$$

является (ко) универсальной связанной последовательностью относительно $(\mathbf{C}_0, \dots, \mathbf{C}_n, G_1, \dots, G_n)$ [2], где F — пучок (копучок) со значениями в AB , $\mathbf{C}_i = S$, $G_i = G'$, $0 \leq i \leq n-1$, $G_n = G$, $\mathbf{C}_n = \mathbf{C}$ и функторы $\text{Tor}_{\mathbf{C}}^i(F, -): S \rightarrow AB$ являются левыми производными функторами функтора $F \otimes_{\mathbf{C}} -: S \rightarrow AB$.

В частности, получается

Теорема 5. Если F — пучок (копучок), то $R_p^F(L_n^P F)$ является n -м правым (левым) сателлитом функтора $S(-, F)(F \otimes_{\mathbf{C}} -)$.

При $n=1$ можно показать, что если $F: \mathbf{C} \rightarrow AB$ — копучок, то теоремы 4 и 5 дают один и тот же результат.

Пусть \mathbf{C} — категория групп, действующих на абелевой группе A , \mathbf{E} — класс всех эпиморфизмов и \mathbf{P} — класс всех свободных групп. Тогда $H^1(-, A): \mathbf{C} \rightarrow AB$ — пучок, где $H^1(G, A)$ — группа скрещенных гомоморфизмов из G в A .

Следствие 2. Когомологии групп — $H^*(-, A)$ являются сателлитами функтора $H_1(-, A)$.

Замечание. Пусть \mathbf{C} — абелева категория. Можно доказать, что функтор $A \rightarrow \mathbf{C}(-, A)$ из \mathbf{C} в \mathbf{S} точен и переводит проективные объекты в проективные. Поэтому теорема 5 обобщает хорошо известный результат о совпадении сателлитов и производных функторов для точных слева функторов.

Тбилисский государственный
 университет

(Поступило 18.3.1977)

მათემატიკა

თ. ფირაშვილი

სატელიტებისა და არააბელური წარმოებული ფუნქტორების
 შესახებ

რეზიუმე

გროტენდიკის ტოპოლოგიის დახმარებით შესწავლილია არააბელური წარმოებული ფუნქტორები. აგებულია იზომორფიზმი არააბელურ წარმოებულ ფუნქტორებსა და სატელიტებს შორის, რომელიც აზოგადებს აბელური კატეგორიების დროს კარგად ცნობილ იზომორფიზმს მარცხნიდან ზუსტი ფუნქტორებისათვის. კერძოდ, მიღებულია ჯგუფის კოჰომოლოგიების აქსიომატური დახასიათება კონტრავარიანტული არგუმენტის მიმართ.

MATHEMATICS

T. I. PIRASHVILI

ON SATELLITES AND NON-ABELIAN DERIVED FUNCTORS

Summary

Non-abelian derived functors are considered by means of the Grothendieck topology. An isomorphism between the derived functors and the satellites is obtained, generalizing the known isomorphism for the left exact functors in the abelian categories. In particular, an axiomatic characteristic is obtained for the cohomology of groups with respect to the contravariant argument.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. S. Shatz. Profinite Groups, Arithmetic and Geometry. Princeton, 1972.
2. X. H. Инасаридзе. Труды Тбил. мат. ин-та, т. 48, 1975.
3. M. Tierney, W. Vogel. Math. Z., 111, 1969, 1-14.
4. R. G. Swan. J. Algebra, 21, 1972, 113-136.
5. G. S. Rinehart. J. Algebra, 12, 1969, 295-329.
6. M. André. Lecture Notes in Math., 32, 1967.
7. S. Mac Lane. Categories for the Working Mathematician. Berlin, 1971.



П. Б. СУЛЯНДЗИГА

О РАЗРЕШИМОСТИ ДВУМЕРНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ
 МАГНИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 19.4.1977)

Рассматривается задача определения области на плоскости по ее внешнему магнитному потенциалу (сумма потенциалов простого слоя и масс) [1, 2]. Доказана теорема существования и единственности решения задачи «в малом» в случае переменных плотностей. В исследовании этой задачи используется аппарат теории функции комплексного переменного. Ранее подобными методами изучались обратные задачи либо для потенциала масс, либо для потенциала простого слоя [3—5]. Настоящая работа является обобщением [5], где получен подобный результат для потенциала масс. Отметим, что и для потенциала простого слоя наш результат является новым. В пространственном случае существование и единственность решения задачи «в малом» доказаны в [6], при этом используемый метод существенно зависит от поведения потенциалов на бесконечности, которые для трех и более переменных отличаются от случая двух переменных.

Введем следующие обозначения и понятия.

1) D^+ — конечная односвязная область в плоскости $z = x + iy$ с границей $S \in C^{2,\alpha}$, $0 < \alpha < 1$, а односвязные области T_1^+ , T_2^+ таковы, что $T_1^+ \subset D^+ \subset \bar{D}^+ \subset T_2^+$ и $0 \in T_1^+$;

2) $z(t)$ — функция, отображающая конформно круг $|t| < 1$ на область D^+ с нормировкой $z(0) = 0$, $z'(0) > 0$;

3) $k = \frac{\operatorname{Re}(\bar{z}'(tz'))}{|z'|^3}$, $|t| = 1$ — кривизна кривой S ;

4) $v(z, \bar{z})$, $\mu(z, \bar{z}) \in C^{2,\alpha}(T_2^+)$ — действительные функции, причем предполагаем, что

$$a = \mu + vk + 2\operatorname{Re}\left(v_z \cdot \frac{tz'}{|z'|}\right) \equiv 0, \quad v \cdot a \geq 0, \quad |v + a| > 0 \text{ на } S; \quad (1)$$

5) $U^+(z, \bar{z})$, $U^-(z) \equiv U^-(z, D^+, v, \mu)$ — соответственно внутренний и внешний комплексные магнитные потенциалы:

$$-\frac{1}{\pi} \int_S \frac{v(\zeta, \bar{\zeta})}{\zeta - z} dS_\zeta - \frac{1}{\pi} \int_{D^+} \frac{\mu(\zeta, \bar{\zeta})}{\zeta - z} d\zeta d\eta = \begin{cases} U^-(z), & z \in D^- = C\bar{D}^+ \\ U^+(z, \bar{z}), & z \in D^+, \quad \zeta = \xi + i\eta; \end{cases}$$

6) пространства $X_2 = \{\varphi : \varphi \in A(|t| < 1) \cap C^{0,\alpha}(|t| \leq 1)\}$,

$$X_2 = \{\omega : \omega \in A(|t| < 1) \cap C^{1,\alpha}(|t| \leq 1); \omega(0) = 0\},$$

$$X_2' = \{\omega : \omega \in X_2; \operatorname{Im} \omega'(0) = 0\}, \quad Y = \{f : f \in C^{0,\alpha}(|t| = 1)\},$$

$$Y' = \left\{ f : f \in Y; \operatorname{Re} \int_{|\tau|=1} z' \cdot f d\tau = 0 \right\}$$

(запись $\omega \in A(|t| < 1)$ означает аналитичность $\omega(t)$ при $|t| < 1$);

7) множества областей $\mathfrak{R}(\delta_1) = \{D_\omega : \omega \in X'_2, \|\omega\|^{1,\alpha} < \delta_1\}$, где $D_\omega = \{z : z = z(t) + \omega(t), |t| < 1\}$, а δ_1 выбирается настолько малым, что $T_1^+ \subset D_\omega \subset \bar{D}_\omega \subset T_2^+$ для любой $D_\omega \in \mathfrak{R}(\delta_1)$, и функции $z(t) + \omega(t)$ однолиственны [5].

8) класс функций

$$\mathfrak{M}(K) = \{H(z) : \text{а) } H \in A(T_1^-), H(\infty) = 0, |H(z)| \leq K, z \in \bar{T}_1^-; \\ \text{б) } \operatorname{Im} \lim_{|z| \rightarrow \infty} zH(z) = 0\}.$$

Заметим, что б) необходимо для существования решения задачи.

9) γ -кривая в D^- .

Теорема. *Найдется положительное число ε , зависящее от D^+ , T_1^+ , T_2^+ , ν , μ , γ такое, что если $H(z) \in \mathfrak{M}(K)$,*

$$|H - U^-(z, D^+, \nu, \mu)| < \varepsilon, z \in \gamma$$

и выполняется условие (1), то существует единственная область $D_^+ \in \mathfrak{R}(\delta_1)$, такая, что $U^-(z, D_*^+, \nu, \mu) = H(z)$ при $z \in D_*^-$.*

Схема доказательства. Для нахождения области из $\mathfrak{R}(\delta_1)$ такой что ее внешний потенциал совпадает с заданной функцией $H(z)$ вне найденной области, достаточно [7] отыскать функции $\varphi_0^+ \in X_1$, $\omega \in X_2$ по нелинейному граничному условию

$$H(z(t) + \omega(t)) = \varphi_0^+(t) + M(z(t) + \omega(t), \bar{z}(t) + \bar{\omega}(t)) + \\ + 2\nu(z(t) + \omega(t), \bar{z}(t) + \bar{\omega}(t)) \cdot \frac{\bar{i}(\bar{z}' + \bar{\omega}')}{|z' + \omega'|}, |t| = 1, \quad (2)$$

где
$$M(z, \bar{z}) = -\frac{1}{\pi} \int_{T_2^+} \frac{\mu(\zeta, \bar{\zeta})}{\zeta - z} d\bar{\zeta} d\eta, z \in T_2^+.$$

Используя тождество

$$U^-(z(t)) = M(z(t), \bar{z}(t)) + 2\nu(z(t), \bar{z}(t)) \cdot \frac{\bar{i} \cdot \bar{z}'}{|z'|} + \varphi_1^+(t)$$

линеаризуем краевое условие (2):

$$L(\varphi^+, \omega) = R(\omega, H), R \in Y, \quad (3)$$

где
$$L(\varphi^+, \omega) = \varphi^+ - \frac{\nu \bar{i} z'}{|z'|} \left(\frac{\bar{\omega}}{\bar{z}'} - \frac{\omega'}{z'} \right) - \left(\mu + 2\nu \bar{\chi} \cdot \frac{\bar{i} z'}{|z'|} \right) \bar{\omega} - \\ - \frac{z'}{i^2 \bar{\chi}'} \left(\mu + 2\nu k + 2\nu \bar{\chi} \cdot \frac{\bar{i} z'}{|z'|} \right) \omega,$$

$$R(\omega, H) = (U^- - H) + (U^- - H)'_z \cdot \omega + B(\omega, \omega', H),$$

$B(\omega, \omega', H)$ — нелинейная часть краевого условия (2).

Изучим линейную задачу

$$L(\varphi^+, \omega) = 0. \quad (4)$$

Можно показать [8], что $l-l'=0$, где l, l' -- соответственно число линейных независимых решений в $X_1 \times X_2$ задачи (4) и ей союзной над полем вещественных чисел. В нашем случае удастся вычислить l' и выписать явные решения задачи. С этой целью выпишем союзную задачу к (4), предварительно производя замену $\bar{\omega} = \varphi^-$:

$$\Omega^- = - \left(\mu + 2\nu_{\bar{\kappa}} \cdot \frac{\bar{t}z'}{|z'|} \right) \Omega^+ + \frac{z'}{\bar{\kappa}} \left(\mu + 2\nu_{\bar{\kappa}} + 2\nu_{\bar{\kappa}} \cdot \frac{tz'}{|z'|} \right) \bar{\Omega}^+ - \frac{d}{dt} \left\{ \frac{\nu iz'}{|z'|} \left(\frac{\Omega^+}{z'} + \frac{\bar{\Omega}^+}{\bar{\kappa}'} \right) \right\}, \quad \Omega^-(\infty) = 0. \quad (5)$$

Обозначая $\frac{\Omega^+}{z'} = \Phi^+$ и учитывая (1), упростим краевое условие (5)

$$- \frac{\bar{\kappa}'}{|z'|} \Omega^- = \nu (t\Phi_t^+ - \bar{t}\bar{\Phi}_t^+) + a|z'|(\Phi^+ - \bar{\Phi}^+), \quad \Omega^-(\infty) = 0,$$

отсюда следует равенство $\Omega^- \equiv 0$. Заметим, что $t\Phi_t^+ = -i\Phi_s^+$, $t = e^{is}$. Пусть $\Phi^+ = u(s) + iv(s)$, в силу условий $u_n = v_s$, $u_s = -v_n$ (n -- внешняя нормаль) и ввиду того что $\Omega^- = 0$, краевое условие относительно искомой гармонической функции v примет вид $\nu v_n + a|z'|v = 0$, $|t| = 1$. Учитывая (1), заключаем, что $v=0$, поэтому $u=C$, $\text{Im } C=0$.

Итак, найдено одно нетривиальное решение союзной задачи (5): $\Omega^+ = z'$, $\Omega^- = 0$. Условием разрешимости (3) является равенство

$$\langle z', R(\omega, H) \rangle \equiv \text{Re} \int_{|\tau|=1} z' \cdot R(\omega, H) d\tau = 0. \quad (6)$$

Нетрудно показать, что $\varphi^+ = 0$, $\omega = itz'$ есть решение задачи (4).

Условие (6) выполняется не для всех $\omega \in X_2'$. Поэтому, вместо (3) изучим «возмущенную» краевую задачу в $X_1 \times X_2'$

$$L(\varphi^+, \omega) = R(\omega, H) + \lambda(\omega) \cdot (itz')^{-1} \equiv \tilde{R}(\omega, H), \quad (7)$$

где

$$\lambda(\omega) = \frac{\langle z', R(\omega, H) \rangle}{\langle z', (itz')^{-1} \rangle}.$$

Функционал $\lambda(\omega)$ построен так, что $\langle z', \tilde{R}(\omega, H) \rangle = 0$.

Используя построенное выше решение задачи (4) и условие $\text{Im} \omega'(0) = 0$, приводим краевую задачу (7) к эквивалентному ей уравнению

$$\omega = F \tilde{R}(\omega, H), \quad (8)$$

где F -- линейный ограниченный оператор из Y^1 в X_2' . Далее, с помощью принципа сжатых отображений получаем, что при достаточно малых ε и δ , $\delta < \delta_1$, уравнение (8) имеет единственное решение $\omega_* \in X_2'$. По ω_* из (7) найдется $\varphi_*^+ \in X_1$.

Для доказательства теоремы остается показать, что решение «возмущенной» задачи (7) является решением исходной краевой задачи (2). Ввиду эквивалентности (3) и (2) можно записать тождество

$$H(z(t) + \omega^*(t)) = \varphi_{0*}^+(t) + M(z(t) + \omega_*(t), \overline{z(t) + \omega_*(t)}) + \\ + 2\gamma(z(t) + \omega_*(t), \overline{z(t) + \omega_*(t)}) \cdot \frac{\overline{f(z' + \omega_*')}}{|z' + \omega_*'|} + \lambda(\omega_*)(itz')^{-1}.$$

Производя операцию $\langle \cdot, z' + \omega_*' \rangle$ с каждым из слагаемых этого тождества, заключаем, что $\lambda(\omega_*) = 0$. Таким образом, пара функций $(\varphi_{0*}^+, \omega_*)$ является решением задачи (2). Теорема доказана.

Хабаровский политехнический институт

(Поступило 20.5.1977)

მათემატიკა

კ სულიანძიგა

მაგნიტური პოტენციალის ორბანზომილებიანი შებენიერი
ამოცანის ამოხსნადობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია არის განსაზღვრის ამოცანა მისი გარე მაგნიტური პოტენციალის (მარტივი ფენისა და მასის კომპლექსურ პოტენციალთა ჯამის) საშუალებით ლოკალურად, ე. ი. საძიებელ და მოცემულ არეთა შორის მცირე განსხვავების შემთხვევაში [1—7].

MATHEMATICS

P. B. Sulyandziga

ON THE SOLVABILITY OF TWO-DIMENSIONAL INVERSE PROBLEM OF A MAGNETIC POTENTIAL

Summary

The paper considers the problem of defining a domain by its external complex magnetic potential (the sum of complex single layer potentials and mass) "in the least", i. e. under the assumption that the sought domain is near to the given one [1—7].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Прилепко. Диф. уравнения. 1. № 2, 1966, 194—204.
2. А. И. Прилепко. Диф. уравнения, 6, № 1, 1970, 27—38.
3. В. К. Иванов. ДАН СССР, 106, 1956, 598—599.
4. А. А. Чудинова. Уч. зап. Уральск. ун-та, 23, 1960, 10—14.
5. В. Г. Череди́нченко. Сиб. мат. журнал, 17, № 5, 1976, 1168—1176.
6. Г. А. Павлов. Диф. уравнения, 12, № 1, 1976, 109—117.
7. П. Б. Суляндзига. Диф. уравнения 13, № 3, 1977, 529—537.
8. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О \mathcal{P} -ИЗОМОРФИЗМАХ БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 19.5.1977)

Пусть E — бесконечное множество, A_1 и A_2 — графики двух бинарных отношений, заданных в множестве E . Говорят, что A_1 и A_2 \mathcal{P} -изоморфны между собой (см. [1]), если существует биекция $f: E \rightarrow E$, такая, что $\widehat{f}(A_1) = A_2$, где \widehat{f} — каноническое распространение отображения f на E^2 . Понятие \mathcal{P} -изоморфизма является частным случаем общего понятия изоморфизма двух однотипных структур, определенных на одном и том же основном базисном множестве E (см. [2]). Ясно, что соотношение \mathcal{P} -изоморфизма представляет собой соотношение эквивалентности в булеане E^2 , и естественным образом возникает следующий вопрос: какова мощность класса всех подмножеств E^2 , \mathcal{P} -изоморфных данному множеству $A \subset E^2$ [1]? Этот вопрос рассматривается ниже вместе с некоторыми другими родственными ему задачами.

Предварительно сформулируем несколько определений.

Будем называть отрезком в E^2 всякое множество вида $\{x\} \times E$ или вида $E \times \{x\}$, где x — произвольный элемент из E . Множество $X \subset E^2$ назовем редким в E^2 , если существует семейство отрезков $(I_i)_{i \in I}$ с $\text{Card } I < \text{Card } E$, служащее покрытием множества X . Через Δ_E , как обычно, будем обозначать диагональ множества E^2 . Имеет место

Предложение 1. Пусть ω_λ — начальное порядковое число мощности $\text{Card } E$, $(A_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ — семейство частей E^2 , удовлетворяющее соотношению:

$$(\forall \xi) (\xi < \omega_\lambda \rightarrow \text{множество } E^2 \setminus (A_\xi \cup \Delta_E) \text{ не является редким в } E^2).$$

Пусть, далее, множество $A \subset E^2$ таково что $A \setminus \Delta_E$ не редко в E^2 . Тогда найдется биективное отображение $f: E \rightarrow E$, для которого множество $\widehat{f}(A)$ отлично от всех A_ξ ($\xi < \omega_\lambda$).

Доказательство. Трансфинитной рекурсией определим три ω_λ -последовательности $(f_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$, $(x_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ и $(y_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ так, чтобы выполнялись нижеприводимые соотношения:

1) $(f_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ есть возрастающее по включению семейство инъективных функциональных графиков, причем $(\forall \xi) (\xi < \omega_\lambda \rightarrow f_\xi \subset E^2 \text{ \& Card } pr_1 f_\xi \leq 2(\text{Card } \xi + 1))$;

2) $(\forall \xi) (\xi < \omega_\lambda \rightarrow x_\xi \in E)$, семейство $(x_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ инъективно и множество $\bigcup_{\xi < \omega_\lambda} \{x_\xi\}$ не пересекается с $\bigcup_{\xi < \omega_\lambda} pr_1 f_\xi$;

3) $(\forall \xi) (\xi < \omega_\lambda \rightarrow y_\xi \in E)$, семейство $(y_\xi)_{\xi < \omega_\lambda}$ инъективно и множество $\bigcup_{\xi < \omega_\lambda} \{y_\xi\}$ не пересекается с $\bigcup_{\xi < \omega_\lambda} pr_2 f_\xi$;

4) $(\forall \xi) (\xi < \omega_\lambda \rightarrow \widehat{f}_\xi(A) \setminus A_\xi \neq \emptyset)$.

Допустим, что для индекса $\xi < \omega_\lambda$ уже определены частичные ξ -последовательности $(f_\zeta)_{\zeta < \xi}$, $(x_\zeta)_{\zeta < \xi}$ и $(y_\zeta)_{\zeta < \xi}$. Положим $g_\xi = \bigcup_{\zeta < \xi} f_\zeta$, $M_\xi = ((pr_1 g_\xi \cup pr_2 g_\xi) \times E) \cup (E \times (pr_1 g_\xi \cup pr_2 g_\xi))$, $T_\xi = ((\bigcup_{\zeta < \xi} \{x_\zeta, y_\zeta\}) \times E) \cup (E \times (\bigcup_{\zeta < \xi} \{x_\zeta, y_\zeta\}))$. Возьмем, далее, любую пару (x, y) из непустой разности $A \setminus (\Delta_E \cup M_\xi \cup T_\xi)$ и любую пару (x', y') из непустой разности $E^2 \setminus (\Delta_E \cup A_\xi \cup M_\xi \cup T_\xi)$ и продолжим график g_ξ до графика f_ξ , полагая $f_\xi(x) = x'$, $f_\xi(y) = y'$. Счевидно, что отображение f_ξ является инъективным и $\widehat{f}_\xi(A) \setminus A_\xi \neq \emptyset$. В качестве x_ξ (y_ξ) возьмем произвольный элемент из E^2 , не принадлежащий множеству $pr_1 f_\xi \cup (\bigcup_{\zeta < \xi} \{x_\zeta\})$ ($pr_2 f_\xi \cup (\bigcup_{\zeta < \xi} \{y_\zeta\})$). Ясно, что описанным способом будут определены три ω_λ -последовательности, обладающие перечисленными выше свойствами. Наконец, рассмотрим инъективный график $\bigcup_{\xi < \omega_\lambda} f_\xi$. Этот график, в силу свойств 2) и 3), можно будет продолжить до биективного отображения $f: E \rightarrow E$, которое, как легко видеть, является искомым.

Из предложения 1 непосредственно получается

Предложение 2. Пусть A — такая часть E^2 , что множества $A \setminus \Delta_E$ и $E^2 \setminus (A \cup \Delta_E)$ не редки в E^2 . Тогда мощность класса всех подмножеств E^2 , Π -изоморфных с A , не меньше $\aleph_{\lambda+1}$, где $\aleph_\lambda = \text{Card } E$. В частности, если справедлива обобщенная гипотеза континуума, то указанная мощность равна 2^{\aleph_λ} .

Предложение 3. Пусть множество $A \subset E^2$ отлично от \emptyset , E^2 , Δ_E , $E^2 \setminus \Delta_E$ и пусть $\text{Card } E = \alpha$. Тогда мощность класса всех тех частей E^2 , которые Π -изоморфны с A , не меньше α . Эта мощность совпадает с α в том и только том случае, когда выполняются следующие соотношения:

$$1) \alpha \text{Card}(A \cap \Delta_E) \leq \alpha \vee \alpha \text{Card}((E^2 \setminus A) \cap \Delta_E) \leq \alpha;$$

$$2) (\forall I) (I \text{ есть отрезок в } E^2 \rightarrow (\alpha \text{Card}(A \cap I) \leq \alpha \vee \alpha \text{Card}((E^2 \setminus A) \cap I) \leq \alpha));$$

3) хотя бы одно из множеств $A \setminus \Delta_E$ и $E^2 \setminus (A \cup \Delta_E)$ является редким в E^2 ;

4) если множество $A \setminus \Delta_E$ (соответственно множество $E^2 \setminus (A \cup \Delta_E)$) редко в E^2 и β есть наименьшее кардинальное число, такое, что существует семейство отрезков $(I_i)_{i \in I}$ с $\text{Card } I = \beta$, покрывающее $A \setminus \Delta_E$ (соответственно $E^2 \setminus (A \cup \Delta_E)$), то либо $\beta = 0$, либо β удовлетворяет равенству $\alpha^\beta = \alpha$.

Доказательство этого утверждения не представляет особых трудностей, но надо отметить, что соотношение 4) требует детального рассмотрения.

Таким образом, из сформулированных предложений вытекает, что при справедливости обобщенной континуум-гипотезы интересующая нас мощность принимает лишь три значения: 1 , $\text{Card } E$, $2^{\text{Card } E}$. Однако, если обобщенная гипотеза континуума не выполняется, то этот результат, вообще говоря, уже не будет иметь места. Действительно, пусть α и β — бесконечные кардинальные числа, удовлетворяющие соотношению $\alpha < \alpha^\beta < 2^\alpha$. Легко проверить, что при $\text{Card } E = \alpha$ мощность класса всех подмножеств E^2 , Π -изоморфных множеству $X \times E$, где $X \subset E$ и $\text{Card } X = \beta$, равна α^β . Следовательно, в данном случае мощность этого класса отлична от 1 , $\text{Card } E$, $2^{\text{Card } E}$.

Для всякого $A \subset E^2$ будем в дальнейшем обозначать через G_A группу всех Π -автоморфизмов множества A . Отметим, что какова бы ни была группа G с мощностью, не превосходящей $\alpha = \text{Card } E$, найдется множество $A \subset E^2$, для которого группа G_A изоморфна G . Аналогичное утверждение будет неверным для групп G с $\text{Card } G \leq 2^\alpha$, поскольку группа $P(E)$ всех перестановок множества E содержит в себе 2^{2^α} попарно неизоморфных подгрупп (причем можно предполагать, что эти подгруппы являются абелевыми), в то время как число всех бинарных отношений на множестве E равно 2^α . Очевидно, что группа всех автоморфизмов структуры данного рода служит определенной характеристикой самой структуры. Однако во многих важных случаях эта группа сводится к тривиальной (т. е. состоящей из одного тождественного преобразования базисного множества E). Более того, уже число попарно неизоморфных совершенных порядков на E с тривиальными группами автоморфизмов равно $2^{\text{Card } E}$. Действительно, отождествим E с ω_λ и каждому отображению $\varphi: [0, \omega_\lambda) \rightarrow [0, \omega_\lambda)$ сопоставим ординальный тип $O(\varphi) = \sum_{\xi < \omega_\lambda} ([0, \varphi(\xi)] + Z_\xi)$, где $Z_\xi = \sum_{n \in \mathbb{N}} \theta_n$, а θ_n — порядок, противоположный естественному порядку множества натуральных чисел. Легко проверить, что соотношение $\varphi \neq \varphi'$ влечет соотношение $O(\varphi) \neq O(\varphi')$ и что единственным автоморфизмом ординального типа $O(\varphi)$ является его тождественное преобразование. Отсюда следует сформулированное утверждение. Кроме того, нетрудно показать, что совершенно упорядоченное множество (E, A) имеет нетривиальную группу G_A тогда и только тогда, когда оно содержит выпуклое подмножество ⁽¹⁾ вида $\sum_{n \in Z} J_n$, где Z — множество всех целых чисел, наделенное естественным порядком, а множества J_n изоморфны между собой.

Рассмотрим теперь класс K всевозможных частей E^2 , служащих графиками отношений эквивалентности в E . Легко доказывается, что $\text{Card } K = 2^{\text{Card } E}$. В классе K , в свою очередь, будем иметь соотношение

⁽¹⁾ Часть X упорядоченного множества E называется выпуклой, если

$(\forall x) (\forall y) (x \in X \ \& \ y \in X \rightarrow [x, y] \subset X)$.

эквивалентности $R\{A, B\}$ — A Π -изоморфно с B . Мощность фактор-множества K/R равна $2^{\text{Card}\lambda + \aleph_0}$, где ординальное число λ таково, что $\aleph_\lambda = \text{Card } E$. Немедленно возникает вопрос: в каких случаях $\text{Card } K/R = 2^{\text{Card } E}$ и в каких случаях $\text{Card } K/R = \text{Card } E$? Допуская справедливость обобщенной гипотезы континуума, приходим к выводу, что равенство $\text{Card } K/R = 2^{\text{Card } E}$ выполняется тогда и только тогда, когда $\text{Card } \lambda = \aleph_\lambda$ (существует очень много кардинальных чисел, обладающих этим свойством), а равенство $\text{Card } K/R = \text{Card } E$ имеет место тогда и только тогда, когда $\lambda = \theta + 1$, где порядковое число θ таково, что либо $\theta = 0$, либо $\text{Card } \theta = \aleph_\theta$.

С другой стороны, если в качестве множества E взять \aleph_1 , то соотношение $\text{Card } K/R = 2^{\text{Card } E}$ будет эквивалентно равенству $2^{\aleph_0} = 2^{\aleph_1}$, которое, исходя из современной аксиоматики теории множеств, нельзя ни доказать, ни опровергнуть (еще Лузиным была высказана гипотеза о том, что соотношение $2^{\aleph_0} = 2^{\aleph_1}$ не противоречит аксиомам теории множеств). Аналогичным образом, если в качестве E взять кардинал 2^{\aleph_0} , то равенство $\text{Card } K/R = 2^{\text{Card } E}$ будет недоказуемым, поскольку гипотеза континуума влечет $\text{Card } K/R < 2^{\text{Card } E}$. При $\text{Card } E = 2^{\aleph_0}$ недоказуемо также соотношение $\text{Card } K/R \neq 2^{\text{Card } E}$, ибо 2^{\aleph_0} может совпадать с некоторым недостижимым кардиналом и тогда $\text{Card } K/R = 2^{\text{Card } E}$.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 27.5.1977)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ბინარული დამოკიდებულებების Π -იზომორფიზმების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ს. ულამის [1] ერთი ამოცანა Π -იზომორფიზმების შესახებ და მასთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხი.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON Π -ISOMORPHISMS OF BINARY RELATIONS

Summary

One problem of S. Ulam [1] on Π -isomorphisms of binary relations and some other questions connected with this problem are considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Улам. Нерешенные математические задачи. М., 1964.
2. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.



А. А. БОРУБАЕВ

ОБ ОТКРЫТЫХ БИКОМПАКТНЫХ ОБРАЗАХ
 ПАРАКОМПАКТНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.3.1977)

В этой заметке даются внутренние характеристики открытых бикомпактных образов паракомпактов, открытых образов паракомпактов и открытых бикомпактных образов пространств с равномерной базой. Эти вопросы возникли в связи с задачей А. В. Архангельского о том, каждое ли вполне регулярное слабо паракомпактное пространство является открытым бикомпактным образом некоторого паракомпакта и с результатом М. М. Чобана, доказавшего, что всякое нормальное слабо паракомпактное p -пространство является открытым бикомпактным образом некоторого паракомпактного p -пространства [1].

Будем говорить, что топологическое пространство (X, τ) обладает свойством ПОБ (начальные буквы от «открытый бикомпактный образ паракомпакта»), если в (X, τ) существует семейство $\{B_s : s \in S\}$ централизованных систем открытых множеств, удовлетворяющее следующим условиям:

1°. Для каждого $s \in S$ система B_s является базой некоторой точки $x \in X$ и $\tau_x = \bigcup \{B_s : s \in S_x\}$, где $\tau_x = \{U \in \tau : U \ni x\}$ и $S_x = \{s \in S : B_s \text{ является базой точки } x\}$.

2°. Для каждого фиксированного $s_0 \in S$ и для любых $U_1 \in B_{s_0}$, $U_2 \in B_{s_0}$ существует $U_3 \in B_{s_0}$, такое, что если $U_3 \in B_s$, то $U_1 \in B_s$ и $U_2 \in B_s$.

3°. Для любых различных $s_1 \in S$ и $s_2 \in S$ существуют $U_1 \in B_{s_1}$ и $U_2 \in B_{s_2}$ такие, что $U_1 \notin B_{s_2}$ и $U_2 \notin B_{s_1}$.

4°. Для любого открытого покрытия ω пространства (X, τ) , такого, что $\omega \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S$, существует открытое покрытие α пространства (X, τ) , обладающее следующим свойством: $\alpha \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S$ и для каждого фиксированного $s_0 \in S$ найдется $V \in \omega \cap B_{s_0}$, такое, что если $U \in \alpha \cap B_{s_0}$ и $U \in B_s$, то $V \in B_s$.

5°. Для любого $\beta \subseteq \tau_x$, такого, что $\beta \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S_x$, существует конечная подсистема $\beta_0 \subseteq \beta$, такая, что $\beta_0 \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S_x$.

Имеет место следующая

Теорема 1. Среди T_1 -пространств пространства, обладающие свойством ПОБ, и только они являются образами паракомпактов при открытых бикомпактных отображениях.

Наметим доказательство теоремы 1. Пусть $f : (S, \sigma) \rightarrow (X, \tau)$ — открытое бикомпактное отображение паракомпакта (S, σ) на пространство (X, τ) . Для

каждого $s \in S$ положим $\sigma_s = \{O \in \sigma : O \ni s\}$. Тогда, в силу открытости отображения f , центрированная система $B_s = \{fO : O \in \sigma_s\}$ является базой точки $fs = x$ пространства (X, τ) . Можно показать, что семейство $\{B_s : s \in S\}$ центрированных систем открытых множеств удовлетворяет всем условиям свойства ПОБ. Обратное, пусть T_1 -пространство (X, τ) обладает свойством ПСБ, т. е. в (X, τ) существует семейство $\{B_s : s \in S\}$ центрированных систем открытых множеств, удовлетворяющее условиям $1^0 - 5^0$.

Рассмотрим отображение $f : S \rightarrow X$, которое каждому $s \in S$ поставит в соответствие точку x , представимую в виде $\{x\} = \bigcap \{U : U \in B_s\}$. Из условия 1^0 следует, что $fS = X$.

Для каждого $U \in \tau$ положим $O_U = \{s \in S : U \in B_s\}$. Из условия 2^0 следует, что семейство $\Gamma = \{O_U : U \in \tau\}$ является базой некоторой топологии σ на S . По определению отображения f , $fO_U = U$ для любого $U \in \tau$. Отсюда следует открытость отображения $f : (S, \sigma) \rightarrow (X, \tau)$. Условие 5^0 гарантирует бикомпактность отображения f . Сдается показать, что (S, σ) — паракомпакт. Из условия 3^0 следует, что пространство (S, σ) удовлетворяет T_1 -аксиоме отделимости. Пусть γ — произвольное открытое покрытие пространства (S, σ) . Мы можем считать, что элементы покрытия γ имеют вид O_V , т. е. $\gamma = \{O_V : V \in \omega\}$. Тогда ω — покрытие пространства (X, τ) и $\omega \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S$. В силу условия 4^0 существует открытое покрытие α пространства (X, τ) , такое, что $\alpha \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S$ и для любого $s_0 \in S$ найдется $V \in \omega \cap B_{s_0}$, такое, что если $U \in \alpha \cap B_{s_0}$ и $U \in B_s$, то $V \in B_s$. Это означает, что система $\{O_U : U \in \alpha\}$ является покрытием пространства (S, σ) и $\bigcup \{O_U : U \in B_{s_0} \cap \alpha\} \subseteq O_V$. Отсюда следует, что покрытие $\{O_U : U \in \alpha\}$ звездно вписано в покрытие γ . Следовательно, (S, σ) — паракомпакт.

Будем говорить, что пространство (X, τ) обладает свойством ПО, если в (X, τ) существует семейство $\{B_s : s \in S\}$ центрированных систем открытых множеств, удовлетворяющее условиям $1^0 - 4^0$ свойства ПОБ.

Справедлива следующая

Теорема 2. Среди T_1 -пространств пространства, обладающие свойством ПО, и только они являются образами паракомпактов при открытых отображениях.

Открытые образы метрических пространств как пространства с первой аксиомой счетности охарактеризованы В. И. Пономаревым [2], а открытые образы паракомпактных r -пространств Г. Г. Викке [3].

А. В. Архангельский [4] доказал, что T_1 -пространство (X, τ) обладает равномерной базой (о понятии равномерной базы см. [5]) тогда и только тогда, когда оно является открытым бикомпактным образом некоторого метрического пространства. Ниже дается внутренняя характеристика открытых бикомпактных образов пространств с равномерной базой.

Будем говорить, что пространство (X, τ) обладает свойством ПРОБ, если в (X, τ) существует семейство $\{B_s : s \in S\}$ центрированных систем открытых множеств, удовлетворяющее следующим условиям.

1⁰. Для каждой точки $x \in X$ существует $s_x \in S$, такое, что B_{s_x} является базой точки x и для любого $s \in S$, B_s является базой некоторой точки x_s .

2⁰. Для каждого фиксированного $s_0 \in S$ и для любых $U_1 \in B_{s_0}$, $U_2 \in B_{s_0}$ существует $U_3 \in B_{s_0}$, такое, что если $U_3 \in B_{s_0}$, то $U_1 \in B_s$ и $U_2 \in B_s$.

3⁰. Для любых различных $s_1 \in S$, $s_2 \in S$ существуют $U_1 \in B_{s_1}$ и $U_2 \in B_{s_2}$, такие, что $U_1 \not\subset B_{s_2}$, $U_2 \not\subset B_{s_1}$.

4. Для любой системы B_{s_0} , являющейся базой некоторой точки x_{s_0} , и для любого $U_0 \in B_{s_0}$ семейство $\{U \in B_{s_0} \text{ существует } s \in S, \text{ такое, что } U \in B_s \text{ и } U_0 \not\subset B_s\}$ конечно.

5⁰. Для любого $\beta \subseteq \cup \{B_s : s \in S_x\}$, такого, что $\beta \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S_x$ существует такая конечная подсистема $\beta_0 \subseteq \beta$, что $\beta_0 \cap B_s \neq \emptyset$ для всех $s \in S_x$, где $S_x = \{s \in S : B_s \text{ является базой точки } x\}$.

Имеет место следующая

Теорема 3. Среди T_1 -пространств пространства, обладающие свойством ПРОБ и только они являются образами T_1 -пространств с равномерной базой при открытых бикompактных отображениях.

Комбинируя вышеприведенный результат А. В. Архангельского и теорему 3, получаем следующую теорему.

Теорема 4. Среди T_1 -пространств пространства, обладающие свойством ПРОБ, и только они являются образами метрических пространств при отображениях, являющихся суперпозициями двух открытых бикompактных отображений.

Киргизский государственный университет
им. 50-летия СССР

(Поступило 15.4.1977).

მათემატიკა

ა. ბორუბაევი

პარაკომპაქტური სივრცეების ღია ბიკომპაქტური ანასახების
შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია პარაკომპაქტურ სივრცეთა ღია ბიკომპაქტური ანასახების (თეორემა 1), პარაკომპაქტურ სივრცეთა ღია ანასახების (თეორემა 2) და თანაბრული ბაზის მქონე სივრცეთა ღია ბიკომპაქტური ანასახების (თეორემა 3) შინაგანი დახასიათება.

MATHEMATICS

A. A. BORUBAEV

ON OPEN COMPACT IMAGES OF PARACOMPACT SPACES

Summary

The internal characteristics of open compact images of paracompact spaces (Theorem 1), of open images of paracompact spaces (Theorem 2) and of open compact images of spaces with uniform basis (Theorem 3) are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Чобан. ДАН СССР, 194, № 3, 1970, 528—531.
2. В. И. Пономарев. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Math. 8, № 3, 1960, 127-134.
3. Н. Н. Wiske. Proc. Amer. Math. Soc., 22, № 1, 1969, 131-140.
4. А. В. Архангельский. Труды Моск. матем. о-ва, 15, 1966, 181—223.
5. П. С. Александров. Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Math. 8, № 3, 1960, 135-140.



Б. И. МАМПОРИЯ

О ВИНЕРОВСКОМ ПРОЦЕССЕ В ПРОСТРАНСТВЕ ФРЕШЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 10.6.1977)

Пусть X — действительное сепарабельное пространство Фреше, то есть полное метризуемое локально выпуклое топологическое векторное пространство, X^* — его сопряженное. Вероятностная мера μ , заданная на борелевской σ -алгебре X , называется гауссовской мерой (с нулевым средним), если все функционалы $x^* \in X^*$, как случайные величины на вероятностном пространстве (X, μ) , являются центрированными гауссовскими случайными величинами (возможно вырожденными). Характеристический функционал гауссовской меры имеет вид

$$\widehat{\mu}(x^*) = \int_X \exp \{i \langle x, x^* \rangle\} d\mu(x) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \langle Rx^*, x^* \rangle \right\},$$

где $R: X^* \rightarrow X$ — симметричный и положительный оператор (т. е. если $x^*, x_1^* \in X^*$, $\langle Rx^*, x_1^* \rangle = \langle Rx_1^*, x^* \rangle$ и $\langle Rx^*, x^* \rangle \geq 0$). R называется ковариационным оператором меры μ . Симметричные и положительные операторы $R: X^* \rightarrow X$, являющиеся ковариационными операторами гауссовских мер, называются гауссовскими ковариациями.

Пусть (Ω, \mathcal{B}, P) — вероятностное пространство. Измеримое (по Борелю) отображение $\xi: \Omega \rightarrow X$ называется случайным элементом. ξ называется гауссовским случайным элементом с нулевым средним, если его распределение $\mu_\xi = P \circ \xi^{-1}$ является гауссовской мерой (с нулевым средним).

Определение. Семейство случайных элементов $W_t, t \in [0, 1]$ $W_t: \Omega \rightarrow X$ называется однородным винеровским процессом (со значениями в X) если

1. $W_0 = 0$ почти наверно (п. н.).
2. Для любых $0 \leq t_0 < t_1, \dots, < t_n \leq 1$ $W_{t_i} - W_{t_{i-1}}, i = 1, 2, \dots, n$ — независимые случайные элементы.
3. Для любого $t \in [0, 1]$ W_t есть гауссовский случайный элемент с нулевым средним и ковариационным оператором tR , где $R: X^* \rightarrow X$ — симметричный и положительный оператор, не зависящий от t (ясно, что R — гауссовская ковариация).

4. Почти все реализации процесса $W_t, t \in [0, 1]$ как функции из $[0, 1]$ в X непрерывны.

Ниже мы покажем, что для произвольной гауссовской ковариации $R: X^* \rightarrow X$ найдется винеровский процесс со свойством: W_t имеет ко-

вариационный оператор tR . Если X — конечномерное гильбертово пространство и R — единичный оператор, то наше определение совпадает с обычным определением конечномерного винеровского процесса. Ясно, что если X — бесконечномерное гильбертово пространство, то не существует винеровского процесса, для которого R — единичный оператор.

Приведенное определение винеровского процесса в случае гильбертовых пространств имеется в [1] (стр. 113). Винеровские процессы со значениями в банаховом пространстве рассматривались также в работе [2] в связи с решением уравнения теплопроводности. Различные свойства таких процессов исследуются в работах [3, 4].

Перед тем, как сформулировать основные результаты, сделаем несколько замечаний. Обозначим через $C([0,1], X)$ векторное пространство всех непрерывных функций, отображающих $[0,1]$ в X . Это пространство естественным образом наделяется структурой сепарабельного пространства Фреше. Функционалы вида δ_{t,x^*} , $t \in [0,1]$, $x^* \in X^*$, определенные равенством $\delta_{t,x^*}(x) = \langle x(t), x^* \rangle$, разделяют точки пространства $C([0,1], X)$. Этот факт и результаты работы [5], которые переносятся на случай сепарабельного пространства Фреше, позволяют доказать следующее

Предложение. Пусть W_t , $t \in [0,1]$ — винеровский процесс со значениями в X . Тогда отображение $W: \Omega \rightarrow C([0,1], X)$, определенное равенством $W(\omega)(t) = W_t(\omega)$, есть гауссовский случайный элемент в $C([0,1], X)$. Ковариационный оператор W на элементах δ_{t,x^*} имеет вид $(R_W \delta_{t,x^*})(s) = \min(t, s) R x^*$, где R — ковариационный оператор случайного элемента W_1 .

Следующее утверждение обобщает одномерную теорему Нисиро [6] на случай сепарабельного пространства Фреше.

Теорема 1. Пусть X — сепарабельное пространство Фреше, $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$ — произвольный ортонормированный базис в $L_2[0,1]$, $(\xi_n)_{n \in \mathbb{N}}$ — последовательность независимых, одинаково распределенных гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними. Тогда ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \int_0^t e_n(\tau) d\tau \xi_n(\omega)$$

для почти всех $\omega \in \Omega$ равномерно по t сходится в X и его сумма W_t есть винеровский процесс в X . Ковариационный оператор W_t есть tR , где R — ковариационный оператор случайного элемента ξ_1 .

Доказательство. С помощью теоремы Ферника [7] легко можно убедиться, что для почти всех $\omega \in \Omega$ и для каждой непрерывной полунормы $\|\cdot\|: X \rightarrow \mathbb{R}$ $\|\xi_n(\omega)\| = O(\sqrt{\log n})$. Если теперь, в качестве базиса $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$ выберем базис Хаара, то сходимость случайного ряда доказывается в точности так же, как в одномерном случае. Таким образом, существует винеровский процесс со значениями в X и, следовательно, существование вероятностной меры μ в $C([0,1], X)$ со свойством

$\widehat{\mu}(\delta_{t,x^*}) = \exp\left(-\frac{t}{2} \langle R x^*, x^* \rangle\right)$ доказано. Пусть теперь $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$ —

произвольный ортонормированный базис. Пусть μ_n есть распределение случайного элемента $s_n: \Omega \rightarrow C([0, 1] X)$, $s_n(t) = \sum_{k=1}^n \int_0^t e_k(\tau) d\tau \xi_k$. Тогда легко

можно показать, что на элементах вида δ_{t,x^*} и на их линейных комбинациях имеется сходимость $\mu_n \rightarrow \mu$. Отсюда в силу теоремы Ито и Нисио [6], которая легко переносится на случай сепарабельного пространства Фреше, получаем, что s_n сходится с вероятностью 1 в пространстве $C([0, 1], X)$. Теорема доказана.

Следующая теорема показывает, что всевозможные винеровские процессы получаются с помощью построения теоремы 1.

Теорема 2. Пусть W_t , $t \in [0, 1]$ — произвольный винеровский процесс в X , $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$ — произвольный ортонормированный базис в $L_2[0, 1]$. Тогда существует такая последовательность $(\xi_n)_{n \in \mathbb{N}}$ независимых одинаково распределенных гауссовских случайных элементов с нулевыми средними в X ,

$$\text{что } W_t(\omega) = \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^t e_n(\tau) d\tau \xi_n(\omega) \text{ п. н.}$$

Пусть $R: X^* \rightarrow X$ — произвольный симметричный и положительный оператор. Можно показать, что существует такое сепарабельное гильбертово пространство H и такой непрерывный линейный оператор $A: H \rightarrow X$, что $R = AA^*$ (см. [1], стр. 135).

Теорема 3. Пусть X — сепарабельное пространство Фреше, H — сепарабельное гильбертово пространство и $A: H \rightarrow X$ такой оператор, что $R = AA^*$ — гауссовская ковариация. Тогда для любого ортонормированного базиса $(h_n)_{n \in \mathbb{N}}$ в H и для любой последовательности $(\zeta_n(t), t \in [0, 1])_{n \in \mathbb{N}}$

независимых одномерных винеровских процессов ряд $\sum_{n=1}^{\infty} Ah_n \zeta_n(t)$ п. н. равномерно по t сходится в X и его сумма W_t , $t \in [0, 1]$ является винеровским процессом в X . Ковариационный оператор случайного элемента W_1 есть R .

Следующая теорема показывает, что произвольный винеровский процесс в X есть сумма одномерных винеровских процессов.

Теорема 4. Пусть W_t , $t \in [0, 1]$ — произвольный винеровский процесс в X , R — ковариационный оператор случайного элемента W_1 , $R = AA^*$, $A: H \rightarrow X$. Тогда для произвольного ортонормированного базиса $(h_n)_{n \in \mathbb{N}}$ в H существует такая последовательность независимых одномерных винеров-

ских процессов $(\zeta_n(t), t \in [0, 1])_{n \in \mathbb{N}}$, что $W_t = \sum_{n=1}^{\infty} Ah_n \zeta_n(t)$.

Теорема 5. Пусть W_t , $t \in [0, 1]$ — случайный процесс в X , который удовлетворяет условиям 1—2 приведенного выше определения и обладает следующими свойствами:

3'. Для любого $t \in [0, 1]$ W_t — случайный элемент с нулевым средним и ковариационным оператором tR , где $R: X^* \rightarrow X^*$ — симметричный и положительный оператор, не зависящий от t .

4'. Для любого $x^* \in X^*$ реализации числового процесса (W_t, x^*) , $t \in [0, 1]$ п. н. непрерывны.

Тогда W_t , $t \in [0, 1]$ — винеровский процесс.

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 10.6.1977)

მათემატიკა

ბ. მამპორია

ვინერის პროცესის უსასაზღვრო ფრეშეტის სივრცეში

რეზიუმე

მოცემულია გაუსის ერთგანზომილებიანი პროცესებისაგან შედგენილი მწკრივის თანაბრად კრებადობის შესახებ ნისიოს ცნობილი თეორემის განზოგადება ფრეშეტის სეპარაბელური სივრცეებისათვის. მიღებულია ვინერის პროცესების სხვა წარმოდგენა ამ სივრცეებში.

MATHEMATICS

B. I. MAMPORIA

ON WIENER PROCESS IN A FRECHET SPACE

Summary

The generalization is given of M. Nisio's theorem concerning the uniform convergence of the series of one-dimensional Gaussian random processes to the case of separable Frechet spaces X . Different series expansions of Wiener processes in X are also given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
2. L. Gross. J. Functional Analysis, 1, 1967, 123—181.
3. J. Kuelbs, R. Lepage. Trans. Amer. Math. Soc. vol. 185, 1973, 253—264.
4. T. Kuelbs. The Annals of Probability. vol. 3. n. 2, 1975, 247—261.
5. M. Perlman. J. Multiv. Analysis. 2, 1972, 174—188.
6. K. Ito, M. Nisio. Osaka J. Math. 5, 1968, 35—48.
7. X. Fernique. C. R. Acad. Sci. Paris, 270, 1970, 1698—1699.



МАТЕМАТИКА

Л. Б. КЛЕБАНОВ, И. А. МЕЛАМЕД

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ СЕМЕЙСТВ РАСПРЕДЕЛЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 13.6.1977)

Пусть по результатам повторной выборки x_1, \dots, x_n, \dots из совокупности $(X, \mathcal{A}, P_\theta, t = (\theta_1, \theta_2) \in R^2)$ требуется оценить неизвестное значение первой компоненты $\theta_1^{(0)}$ параметра $\theta^{(0)} = (\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)})$, считая $\theta_2^{(0)}$ мешающим параметром. В [1] был рассмотрен модифицированный метод максимального правдоподобия (ММП), который, однако, часто приводит к трудностям вычислительного характера. Ниже мы приведем метод оценивания, который, по существу, является проекционным методом вычисления оценки ММП. Этот метод привлекателен и тем, что использует значения только конечного числа функционалов от распределения. В случае отсутствия мешающего параметра этот метод был разработан в [2] (см. также [3]).

Пусть H — конечномерное подпространство в $L^2(P_\theta)$, порожденное функциями $\varphi_1(x), \dots, \varphi_k(x)$. Пусть $a_{ij}(\theta) = (\varphi_i, \varphi_j)_\theta$. Допустим, что матрица $A(\theta) = (a_{ij}(\theta))_{i,j=1, \dots, k}$ неособенная, а функция $\mathbf{1}(x) \equiv 1$ принадлежит H . Положим

$$\bar{\varphi}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_j(x_i), \quad j = 1, \dots, k, \quad L = \sum_{j=1}^k \lambda_j(\theta) \varphi_j,$$

где $\lambda_j(\theta), j = 1, \dots, k$ — некоторые функции под условиями:

- а) $\lambda_j(\theta)$ дважды непрерывно дифференцируемы по θ_1, θ_2 ;
- б) $\sum_{j=1}^k \lambda_j(\theta) (\varphi_j, \mathbf{1})_\theta = 0$ при всех $\theta \in R^2$;
- в) $\sum_{j=1}^k \frac{\partial \lambda_j(\theta)}{\partial \theta_1} (\varphi_j, \mathbf{1})_\theta \neq 0, \quad \sum_{j=1}^k \frac{\partial \lambda_j(\theta)}{\partial \theta_2} (\varphi_j, \mathbf{1})_\theta = 0$ при всех $\theta \in R^2$.

Пусть $\hat{\theta}_n^{(2)}$ — некоторая оценка мешающего параметра $\theta_2^{(0)}$, для которой $n^{1/4}(\hat{\theta}_n^{(2)} - \theta_2^{(0)}) \rightarrow 0$ п. н.

Теорема. При условиях а)–в) уравнение

$$\sum_{j=1}^k \lambda_j(\theta_1, \hat{\theta}_n^{(2)}) = 0$$

с вероятностью 1 имеет (при достаточно больших n) сильно состоятельный корень $\tilde{\theta}_n^{(1)}$, причем величина $\sqrt{n}(\tilde{\theta}_n^{(1)} - \theta_1^{(0)})$ асимптотически нормальна $N(0, \sigma^2)$, где $\sigma^2 = \frac{\|L\|_0^2}{\left(\frac{\partial L}{\partial \theta_1}, \mathbf{1}\right)_\theta}$.

Для этого корня справедливы соотношения

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n\sigma^2}{2 \log \log n} \right)^{1/2} \cdot (\tilde{\theta}_n^{(1)} - \theta_1^{(0)}) = 1 \quad \text{п. н.},$$

$$\liminf_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n\sigma^2}{2 \log \log n} \right)^{1/2} \cdot (\tilde{\theta}_n^{(1)} - \theta_1^{(0)}) = -1 \quad \text{п. н.}$$

Допустим теперь, что меры P_θ абсолютно непрерывны относительно некоторой σ -конечной меры μ и

$$\frac{dP_\theta}{d\mu} = p(x; \theta),$$

причем

$$J_i = J_i(x; \theta_1, \theta_2) = \frac{\partial}{\partial \theta_i} \log p(x; \theta) \in L^2(P_\theta), \quad i = 1, 2.$$

Пусть $J_i^{(h)} = \widehat{E}_\theta(J_i | H)$, $i = 1, 2$, $\tilde{J}_1^{(h)}(x; \theta) = J_1^{(h)} - \widehat{E}_\theta(J_1^{(h)} | J_2^{(h)})$, где $\widehat{E}_\theta(\cdot | H)$ — оператор проектирования на H .

Величина $\tilde{I}_1(\theta; H) = \|\tilde{J}_1^{(h)}(x; \theta)\|_0^2$ имеет смысл фишеровской информации о параметре θ_1 , содержащейся в H , при наличии мешающего параметра θ_2 . Легко показать, что величина σ^2 принимает наименьшее значение, равное

$$\frac{1}{\tilde{I}_1(\theta; H)}, \quad \text{только если}$$

$$L = C(\theta) \tilde{J}_1^{(h)}(x; \theta).$$

В заключение отметим, что размерность мешающего параметра взята равной 1 только для простоты обозначений.

Ленинградский инженерно-
строительный институт

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 16.6.1977)

მათემატიკა

ლ. კლემანოვი, ი. მელამედი

ბანაწილებათა ოჯახების პარამეტრების სტატისტიკურ
შეფასებათა აბების ერთი მეთოდის შემსახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

შემოთავაზებულია ხელშეშლელი პარამეტრების არსებობის დროს სტრუქტურული პარამეტრის შეფასების მეთოდი, რომელიც იყენებს განაწილების ფუნქციონალების მხოლოდ სასრული რაოდენობის მნიშვნელობებს. გამოკვლეულია მიღებულ შეფასებათა ასიმპტოტური თვისებები.

L. B. KLEBANOV, I. A. MELAMED

ON A CERTAIN METHOD OF CONSTRUCTION OF STATISTICAL
ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF FAMILIES OF
DISTRIBUTIONS

Summary

A certain method of estimation of a structural parameter in the presence of the nuisance parameter, which utilizes the values of only a finite number of the functionals of distribution, is suggested. The asymptotic properties of the obtained estimates are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Б. Клебанов, И. А. Меламед. Сообщения АН СССР, 80, № 1, 1976.
2. А. М. Каган. Проблемы передачи информации, 12, № 2, 1976.
3. О. В. Герлейн, А. М. Каган. Записки научных семинаров ЛОМИ, 53, 1975.

Н. И. АНТЕЛАВА, Г. Л. АРСЕНИШВИЛИ, Б. И. ХАРАДЗЕ

ОДНОЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С
 ИНТЕНСИВНОСТЯМИ, ЗАВИСЯЩИМИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ
 ОЧЕРЕДИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 13.6.1977)

Рассмотрим однолинейную систему массового обслуживания с неограниченной очередью. Входящий поток простейший, а время обслуживания экспоненциальное. На обслуживающее устройство поступает поток требований с параметром λ_1 и с интенсивностью обслуживания μ_1 до тех пор, пока в очереди не накопится r требований. После этого в очередь поступают требования с параметром λ_1 , а время обслуживания распределено с параметром μ_2 ($\mu_2 > \mu_1$). Если в очереди накопятся R требований ($R > r$), то поступления происходят с интенсивностью λ_2 ($\lambda_2 < \lambda_1$), а время обслуживания распределено с параметром μ_2 . Нахождение вероятностей стационарных состояний такой системы осуществляется методами, разработанными в [1, 2].

Обозначим через $P_k^{(1)}(t)$ ($k = 0, 1, \dots, r$), $P_k^{(2)}(t)$ ($k = r+1, r+2, \dots, R$), $P_k^{(3)}(t)$ ($k = R+1, \dots$) вероятность того, что в момент времени t в системе k требований.

Эта система описывается с помощью следующих дифференциальных уравнений:

$$\frac{dP_0^{(1)}(t)}{dt} = -\lambda_1 P_0^{(1)}(t) + \mu_1 P_1^{(1)}(t),$$

$$\frac{dP_k^{(1)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{k-1}^{(1)}(t) - (\lambda_1 + \mu_1) P_k^{(1)}(t) + \mu_1 P_{k+1}^{(1)}(t), \quad (k = 1, 2, \dots, r-1),$$

$$\frac{dP_r^{(1)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{r-1}^{(1)}(t) - (\lambda_1 + \mu_1) P_r^{(1)}(t) + \mu_2 P_{r+1}^{(2)}(t), \quad (1)$$

$$\frac{dP_{r+1}^{(2)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_r^{(1)}(t) - (\lambda_1 + \mu_2) P_{r+1}^{(2)}(t) + \mu_2 P_{r+2}^{(2)}(t),$$

$$\frac{dP_k^{(2)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{k-1}^{(2)}(t) - (\lambda_1 + \mu_2) P_k^{(2)}(t) + \mu_2 P_{k+1}^{(2)}(t), \quad (k = r+2, \dots, R-1),$$

$$\frac{dP_R^{(2)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{R-1}^{(2)}(t) - (\lambda_1 + \mu_2) P_R^{(2)}(t) + \mu_2 P_{R+1}^{(3)}(t),$$

$$\frac{dP_{R+1}^{(3)}(t)}{dt} = \lambda_2 P_R^{(2)}(t) - (\lambda_2 + \mu_2) P_{R+1}^{(3)}(t) + \mu_2 P_{R+2}^{(3)}(t),$$

$$\frac{dP_k^{(3)}(t)}{dt} = \lambda_2 P_{k-1}^{(3)}(t) - (\lambda_2 + \mu_2) P_k^{(3)}(t) + \mu_2 P_{k+1}^{(3)}(t), \quad (k = R+2, \dots).$$

Переходя к пределу при $t \rightarrow \infty$, получаем бесконечную систему линейных алгебраических уравнений.

$$\begin{aligned} \mu_1 P_1^{(1)} - \lambda_1 P_0^{(1)} &= 0, \\ \mu_1 P_{k+1}^{(1)} - (\lambda_1 + \mu_1) P_k^{(1)} + \lambda_1 P_{k-1}^{(1)} &= 0, \quad (k = 1, 2, \dots, r-1) \\ \mu_2 P_{r+1}^{(2)} - (\lambda_1 + \mu_1) P_r^{(1)} + \lambda_1 P_{r-1}^{(1)} &= 0, \\ \mu_2 P_{r+2}^{(2)} - (\lambda_1 + \mu_2) P_{r+1}^{(2)} + \lambda_1 P_r^{(1)} &= 0, \\ \mu_2 P_{k+1}^{(2)} - (\lambda_1 + \mu_2) P_k^{(2)} + \lambda_1 P_{k-1}^{(2)} &= 0, \quad (k = r+2, \dots, R-1), \\ \mu_2 P_{R+1}^{(3)} - (\lambda_1 + \mu_2) P_R^{(2)} + \lambda_1 P_{R-1}^{(2)} &= 0, \\ \mu_2 P_{R+2}^{(3)} - (\lambda_2 + \mu_2) P_{R+1}^{(3)} + \lambda_2 P_R^{(2)} &= 0, \\ \mu_2 P_{k+1}^{(3)} - (\lambda_2 + \mu_2) P_k^{(3)} + \lambda_2 P_{k-1}^{(3)} &= 0, \quad (k = R+2, \dots). \end{aligned} \quad (2)$$

Введем производящие функции

$$F^{(1)}(z) = \sum_{k=1}^r P_k^{(1)} z^k, \quad F^{(2)}(z) = \sum_{k=r+1}^R P_k^{(2)} z^k, \quad F^{(3)}(z) = \sum_{k=R+1}^{\infty} P_k^{(3)} z^k.$$

Умножив (2) на z^k и просуммировав, получим следующие выражения:

$$F^{(1)}(z) \left[(z-1) \left(z - \frac{\mu_1}{\lambda_1} \right) \right] \lambda_1 = \lambda_1 z (1-z) P_0^{(1)} + \lambda_1 P_r^{(1)} z^{r+2} - \mu_2 P_{r+1}^{(2)} z^{r+1}, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} F^{(2)}(z) \left[(z-1) \left(z - \frac{\mu_2}{\lambda_1} \right) \right] \lambda_1 &= \mu_2 P_{r+1}^{(2)} z^{r+1} + \lambda_1 P_R^{(2)} z^{R+2} - \lambda_1 P_r^{(1)} z^{r+2} - \\ &- \mu_2 P_{R+1}^{(3)} z^{R+1}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$F^{(3)}(z) \left[(z-1) \left(z - \frac{\mu_2}{\lambda_2} \right) \right] \lambda_2 = \mu_2 P_{R+1}^{(3)} z^{R+1} - \lambda_2 P_R^{(2)} z^{R+2}. \quad (5)$$

Подставив в (3) $z = 1$ и $z = \frac{\mu_1}{\lambda_1}$, получим соответственно

$$P_{r+1}^{(2)} = \rho_2 P_r^{(1)}, \quad (6)$$

$$P_r^{(1)} = \rho_1 P_0^{(1)}, \quad (7)$$

где

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}, \quad \rho_2 = \frac{\lambda_1}{\mu_2}.$$

Далее легко видеть, что

$$F^{(1)}(z) = \rho_1 z \frac{1 - (\rho_1 z)^r}{1 - \rho_1 z} P_0^{(1)} = P_0^{(1)} \sum_{k=1}^r \rho_1^k z^k. \quad (8)$$

Следовательно

$$P_k^{(1)} = \rho_1^k P_0^{(1)}. \quad (k = 1, 2, \dots, r). \quad (9)$$

Подставив в (4) $z = 1$ и $z = \frac{\mu_2}{\lambda_1}$, получим соответственно

$$P_{R+1}^{(3)} = \rho_2 P_R^{(2)}, \quad (10)$$

$$P_{R+1}^{(3)} = \rho_2^{R-r} P_{r+1}^{(2)} + P_R^{(2)} - \rho_2^{R-r} P_r^{(1)}. \quad (11)$$

Подставив (11) в (10) и воспользовавшись (6) и (7), получим

$$P_R^{(2)} = \rho_1^r \rho_2^{R-r} P_0^{(1)}, \quad (12)$$

$$P_{R+1}^{(3)} = \rho_1^r \rho_2^{R-r+1} P_0^{(1)}. \quad (13)$$

Далее, легко видеть, что

$$F^{(3)}(z) = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^r P_0^{(1)} \sum_{k=r+1}^R \rho_2^k z^k. \quad (14)$$

Следовательно,

$$P_k^{(2)} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^r \rho_2^k P_0^{(1)}, \quad (k = r+1, \dots, R), \quad (15)$$

а

$$F^{(3)}(z) = \rho_1^r \rho_2^{R-r} P_0^{(1)} \frac{z^{R+1}}{\rho_3 - z} = \rho_1^r \rho_2^{R-r} P_0^{(1)} \sum_{k=R+1}^{\infty} \frac{z^k}{(\rho_3)^{k-R}}. \quad (16)$$

Следовательно,

$$P_k^{(3)} = \rho_1^r \rho_2^{R-r} \rho_3^{k-R} P_0^{(1)}, \quad (k = R+1, R+2, \dots), \quad (17)$$

где

$$\rho_3 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}.$$

Для получения явных выражений вероятностей $P_k^{(1)}$, $P_k^{(2)}$ и $P_k^{(3)}$ надо вычислить $P_0^{(1)}$, значения которого получаем из нормировочного условия

$$P_0^{(1)} + \sum_{k=1}^r P_k^{(1)} + \sum_{k=r+1}^R P_k^{(2)} + \sum_{k=R+1}^{\infty} P_k^{(3)} = 1, \quad (18)$$

откуда

$$P_0^{(1)} = \frac{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)(1 - \rho_3)}{(1 - \rho_3)[(1 - \rho_2) - \rho_1^2(\rho_1 - \rho_2)] - (1 - \rho_1)(\rho_2 - \rho_3)\rho_1^r \rho_2^{R-r}}.$$

Подставив значения $P_0^{(1)}$ в (9), (15) и (17), получим

$$P_k^{(1)} = \rho_1^k \frac{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)(1 - \rho_3)}{(1 - \rho_3)[(1 - \rho_2) - \rho_1^2(\rho_1 - \rho_2)] - (1 - \rho_1)(\rho_2 - \rho_3)\rho_1^r \rho_2^{R-r}}, \quad (k = 1, 2, \dots, r),$$

$$P_k^{(2)} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^r \rho_2^k \frac{(1-\rho_1)(1-\rho_2)(1-\rho_3)}{(1-\rho_3)[(1-\rho_2)-\rho_1^2(\rho_1-\rho_2)] - (1-\rho_1)(\rho_2-\rho_3)\rho_1^r \rho_2^{R-r}},$$

$$(k = r+1, \dots, R),$$

$$P_k^{(3)} = \rho_1^r \rho_2^{R-r} \rho_3^{k-R} \frac{(1-\rho_1)(1-\rho_2)(1-\rho_3)}{(1-\rho_3)[(1-\rho_2)-\rho_1^2(\rho_1-\rho_2)] - (1-\rho_1)(\rho_2-\rho_3)\rho_1^r \rho_2^{R-r}},$$

$$(k = R+1, \dots).$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.6.1977)

მათემატიკა

ბ. ანთელავა, ბ. არსენიშვილი, ბ. ხარადე

ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა რიგში
 დამოკიდებული ინტენსივობებით

რ ე ზ ი ე ე

განხილულია ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა M/M/1. შემავალი ნაკადისა და მომსახურების ინტენსივობა დამოკიდებულია რიგის სიგრძეზე. განხილულია სტაციონარული შემთხვევა და ნაპოვნია სათანადო ალბათობები.

MATHEMATICS

N. I. ANTELAVA, G. L. ARSENISHVILI, B. I. KHARADZE

A SINGLE-LINE QUEUEING SYSTEM WITH INTENSITIES DEPENDENT ON THE QUEUE LENGTH

Summary

A single-line queueing system is considered. The intensities depend on the length of the queue. Probabilities of stationary states are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Хинчин. Работы по математической теории массового обслуживания. М., 1963.
2. К. Н. Ф. Meyer. Wartesysteme mit variabler Bearbeitungsstrate. Berlin-Heidelberg-New-York, 1971.



З. А. ЧАНТУРИЯ

ОБ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ БАЗИСАХ
 ПРОСТРАНСТВ НЕПРЕРЫВНЫХ И СУММИРУЕМЫХ
 ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 23.6.1977)

Хорошо известна следующая задача: если $\{P_n\}_{n=0}^{\infty}$ — полиномиальный (алгебраический или тригонометрический) базис пространства непрерывных функций C и ν_n — степень полинома P_n , то каким можно сделать минимальный рост ν_n ?

Эта задача была поставлена Фойашем и Зингером в 1961 г. [1]. Эта и аналогичная задача о порядке роста степеней ортогонального полиномиального базиса были независимо поставлены П. Л. Ульяновым ([2], стр. 698; см. также [3], стр. 18).

Аналогичную задачу можно поставить и для пространства суммируемых функций L .

Существование ортогонального полиномиального (алгебраического) базиса в пространстве C было доказано К. М. Шайдуковым [4].

В 1970 г. нами [5] был анонсирован следующий результат: в пространстве L существует полиномиальный базис с порядком роста $n^{3+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$, а в пространстве C — полиномиальный базис с порядком роста $n^{\frac{13}{3}+\varepsilon}$.

В [6] нами было доказано, что в пространствах L и C можно построить ортогональные тригонометрические базисы с порядком роста $n^{2+\varepsilon}$ и ортогональные алгебраические базисы с порядком роста $n^{3+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$.

В [7] было анонсировано, что в пространствах C и L существуют ортогональные полиномиальные базисы с порядком роста $n^{\frac{3}{2}+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$.

Теперь мы утверждаем, что справедлива

Теорема. Для любого $\varepsilon > 0$ в пространствах C и L существуют ортогональные полиномиальные (алгебраические или тригонометрические) базисы с порядком роста степеней $n^{1+\varepsilon}$.

Эта теорема окончательна в том смысле, что в силу хорошо известной теоремы Фабера [8] нельзя взять $\varepsilon = 0$.

Тбилисский государственный
 университет

Институт прикладной математики

(Поступило 24.6.1977)

მათემატიკა

ზ. ჰანტურია

უწყვეტ და ჯამებად ფუნქციონირებულ სივრცეებში ორთოგონალური პოლინომიალური ბაზისების შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ რიცხვისათვის C და L სივრცეებში არსებობენ ორთოგონალური პოლინომიალური ბაზისები, რომელთა ხარისხების ზრდის რიგი არის $n^{1+\varepsilon}$.

MATHEMATICS

Z. A. CHANTURIA

ON ORTHOGONAL BASES IN SPACES OF CONTINUOUS AND
 INTEGRABLE FUNCTIONS

Summary

It is established that for any $\varepsilon > 0$ number in C and L spaces there exist orthogonal polynomial bases whose growth order of degrees is $n^{1+\varepsilon}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Foias, I. Singer. *Revue de Math. Pures et appl.* VI, № 3, 1961.
2. П. Л. Ульянов. Труды IV Всес. матем. съезда, т. II. Л., 1964.
3. П. Л. Ульянов. УМН, 19, № 1, 1964.
4. К. М. Шайдуков. Научные труды Казанского ин-та инж.-строит. нефт. пром., 5, 1957.
5. З. А. Чантурья. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
6. З. А. Чантурья. *Studia Math.*, 41, № 3, 1972.
7. З. А. Чантурья. ДАН СССР, 208, № 4, 1973.
8. G. Faber. *Jahresber. Deutsch. Math. Ver.*, 23, 1914.



В. И. ОПОЙЦЕВ, Т. А. ХУРОДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕМЫ О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ НЕРАВЕНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 9.5.1977)

1. Теоремы о дифференциальных и интегральных неравенствах имеют многочисленные применения, среди которых важное место занимает метод С. А. Чаплыгина интегрирования дифференциальных уравнений. В этом направлении работали многие ученые. Приводимые ниже теоремы основаны на некоторых идеях теории гетеротонных операторов [1, 2].

2. В скалярном случае справедливо следующее утверждение (мы здесь не уточняем детали): условия

$$\frac{d\alpha}{dt} = \varphi(t, \alpha); \quad \frac{d\beta}{dt} < \varphi(t, \beta); \quad \beta(0) \leq \alpha(0)$$

влекут за собой оценку $\beta(t) < \alpha(t)$ при $t > 0$. Именно этот простой факт (и его вариации) служит основой для чаплыгинского метода интегрирования скалярного дифференциального уравнения первого порядка.

Упомянутый результат не допускает непосредственного обобщения на системы дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x); \quad x(t) \in R^n. \quad (1)$$

Для получения оценок в этом случае обычно предполагается монотонность $f(t, x)$ по x , а также используются некоторые стандартные приемы перехода к эквивалентному уравнению с монотонной правой частью. С результатами по этому поводу (правда, в интегральной интерпретации) можно ознакомиться в [3]. Приводимые ниже теоремы дают оценки решений в существенно более общей ситуации.

3. Пусть R^n полуупорядочено некоторым телесным конусом K ($x \geq y$ означает $x - y \in K$; для обозначения ситуации $x - y \in \text{int } K$ используется запись $x > y$).

Предположим $f(t, x)$ допускает диагональное представление $f(t, x) \equiv \widehat{f}(t, x, x)$, причем $\widehat{f}(t, v, w)$ монотонно возрастает по v и убывает по w . Будем предполагать также, что оператор $\widehat{f}(t, v, w)$ непрерывен по совокупности переменных и решения системы дифференциальных уравнений

$$\frac{dv}{dt} = \widehat{f}(t, v, \omega); \quad \frac{d\omega}{dt} = \widehat{f}(t, \omega, v) \quad (2)$$

на сегменте $[t_0, t_1]$ однозначно определяются по начальным данным.

Теорема 1. Пусть существует пара функций $v^0(t)$, $\omega^0(t)$ ($t \in [t_0, t_1]$), таких, что $v^0(t) \leq \omega^0(t)$ и

$$\frac{dv^0}{dt} \leq \widehat{f}[t, v^0(t), \omega^0(t)]; \quad \frac{d\omega^0}{dt} \geq \widehat{f}[t, \omega^0(t), v^0(t)]. \quad (3)$$

Тогда из $v^0(0) \leq x^*(0) \leq \omega^0(0)$ вытекает оценка $v^0(t) \leq x^*(t) \leq \omega^0(t)$, где $x^*(t)$ — решение системы дифференциальных уравнений (1).

Теорема 2. В условиях теоремы 1, при дополнительном предположении о том, что в (3) выполняются строгие неравенства, для $t > t_0$ справедлива оценка $v^0(t) < x^*(t) < \omega^0(t)$.

Теоремы 1, 2 допускают различные естественные обобщения. Одно из таких обобщений, на первый взгляд малозначительное, играет в приложениях существенную роль и касается ослабления требований к диагональному представлению $\widehat{f}(t, v, \omega)$. Пусть, например R^n упорядочено неотрицательным ортантом R_+^n (т. е. $x \geq y$ означает справедливость покомпонентных неравенств $x_i \geq y_i$ для всех $i = 1, 2, \dots, n$). В этом случае прежнее требование выглядит так: все компоненты $\widehat{f}_i(t, v, \omega)$ монотонно возрастают по всем v_j и убывают по всем ω_j . На самом деле каждая компонента $\widehat{f}_i(t, v, \omega)$ может убывать по собственной переменной v_i (или вообще произвольно зависеть от v_i) — выводы теорем 1, 2 остаются в силе. Выбор диагональных представлений с компонентами $\widehat{f}_i(t, v, \omega)$, убывающими по v_i , как правило, существенно облегчает подбор функций $v^0(t)$, $\omega^0(t)$, удовлетворяющих неравенствам (3).

4. Известным стандартным приемом от (1) можно перейти к эквивалентному векторному интегральному уравнению Вольтерра

$$x(t) = \int_{t_0}^t k[t, s, x(s)] ds + a(t). \quad (4)$$

В указанных выше предположениях ядро $k(t, s, u)$ можно выбрать так, что вектор-функция $k(t, s, u)$ допускает диагональное представление $k(t, s, u) \equiv \widehat{k}(t, s, u, u)$, причем $\widehat{k}(t, s, v, \omega)$ монотонно возрастает по v и убывает по ω . Для дальнейшего собственно не важно, что источником (4) служит некоторая задача Коши для дифференциального уравнения. Существенны следующие предположения: ядро $k(t, s, u)$ допускает обобщенно монотонное диагональное представление (см. выше); оператор, определяемый правой частью (4), действует и вполне непрерывен в $C^n[t_0, t_1]$; система уравнений

$$v(t) = \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, v(s), w(s)] ds + a(t),$$

$$w(t) = \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, w(s), v(s)] ds + a(t) \quad (5)$$

имеет единственное решение.

В частном случае единственность решения (5) вытекает из единственности решения задачи Коши для системы (2). В общем случае требование единственности решения (5) также не является чересчур жестким, поскольку в естественных предположениях операторы Вольтерра — сжимающие операторы (в метрике эквивалентной исходной).

Теорема 3. Пусть существует пара непрерывных функций $v^0(t)$, $w^0(t)$ ($t \in [t_0, t_1]$) таких, что $v^0(t) \leq w^0(t)$ и

$$v^0(t) \leq \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, v^0(s), w^0(s)] ds + a(t),$$

$$w^0(t) \geq \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, w^0(s), v^0(s)] ds + a(t). \quad (6)$$

Тогда из $v^0(0) \leq x^*(0) \leq w^0(0)$ вытекает оценка $v^0(t) \leq x^*(t) \leq w^0(t)$, где $x^*(t)$ решение уравнения (4).

Теорема 4. В условиях теоремы 3, при дополнительном предположении о том, что в (6) для $t > t_0$ выполняются строгие неравенства, при $t > t_0$ справедлива оценка $v^0(t) < x^*(t) < w^0(t)$.

5. Полученные оценки позволяют строить итерационные вычислительные алгоритмы с монотонными приближениями к решению.

Теорема 5. Последовательности $v^k(t)$, $w^k(t)$, порождаемые итерационной процедурой

$$v^{k+1}(t) = \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, v^k(s), w^k(s)] ds + a(t),$$

$$w^{k+1}(t) = \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, w^k(s), v^k(s)] ds + a(t), \quad (7)$$

где $k=0, 1, \dots$ и $v^0(t)$, $w^0(t)$ удовлетворяют неравенствам (6), сходятся к решению $x^*(t)$ уравнения (4), т. е. $v^k(t) \rightarrow x^*(t)$, $w^k(t) \rightarrow x^*(t)$, причем

$$v^0(t) \leq \dots \leq v^k(t) \leq \dots \leq x^*(t) \leq \dots \leq w^k(t) \leq \dots \leq w^0(t). \quad (8)$$

Тот факт, что итерационная процедура (7) дает последовательности, удовлетворяющие условию (8), легко устанавливается типичным

при изучении гетеротонных операторов техническим приемом. Для вывода на этой основе сходимости $v^h(t) \rightarrow v^*(t)$, $w^h(t) \rightarrow w^*(t)$ необходимы более тонкие, но также простые соображения. Последний шаг состоит в доказательстве равенства $v^*(t) = w^*(t) = x^*(t)$. Здесь надо лишь заметить, что пара $(v^*(t), w^*(t))$ — решение системы (5) и если $v^*(t) \neq w^*(t)$, то $(w^*(t), v^*(t))$ — второе решение (5), что противоречит предположению.

Академия наук СССР
 Институт проблем управления

Тбилисский государственный
 университет

(Поступило 27.5.1977).

მათემატიკა

ვ. ოპოიცევი, თ. ხუროძე

ზოგიერთი თეორემა დიფერენციალურ და ინტეგრალურ
 უტოლობათა შესახებ

რეზიუმე

ფორმულირებულია თეორემები ვექტორულ დიფერენციალურ და ინტეგრალურ უტოლობებზე. მოყვანილია გამოთვლითი ალგორითმები დიფერენციალური და ინტეგრალური განტოლებების ამოხსნისაკენ მონოტონური მიახლოებით.

MATHEMATICS

V. I. OPOITSEV, T. A. KHURDZE

THEOREMS OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL INEQUALITIES

Summary

Theorems of vector differential and integral inequalities are stated. Computational algorithms with monotone approximations to the solutions of differential and integral equations are constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Опойцев. Труды Моск. матем. о-ва, т. 36, 1977.
2. М. А. Красносельский. Положительные решения операторных уравнений. М., 1962.
3. Н. В. Азбелов, З. Б. Цалюк. Матем. сборн. (новая серия), т. 56 (98), № 3, 1962.



И. МАУЛЬ

ТЕОРЕМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ДЛЯ ОБЩИХ ПЛОСКИХ
 СМЕШАННЫХ ЗАДАЧ СТАТИКИ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ
 УПРУГОСТИ И ТЕОРИИ УСТАНОВИВШИХСЯ УПРУГИХ
 КОЛЕБАНИЙ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 8.6.1977)

В данной работе доказываются теоремы существования для определенных в [1] задач M^+ и $M^-(\omega)$. Применяем все обозначения [1]. Ссылки на формулы и теоремы этой работы сделаны в виде 1(4) (=формула 4 работы [1]) и IV (=теорема V работы [1]).

Ищем решения $U(x)$ задач M^+ и $M^-(\omega)$ в виде 1(10) и, соответственно, 1(12). Учитывая теорему 1 VI 2a, краевые условия ведут к системе

$$A\varphi = W, \quad (1)$$

которую можно легко написать. Продифференцировав два уравнения системы (1) на L_1 , первое уравнение на L_3 и второе на L_4 , получим в силу теоремы I VI 2b в случае задачи M^+ систему

$$R(z)\varphi(z) + \frac{1}{\pi} \int_L K(z-y)\varphi(y) d_y s = \Omega \left(\frac{\partial}{\partial s_z} \right) W(z), \quad z \in L, \quad (2)$$

где

$$R(z) = \begin{cases} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, & z \in L_1, \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, & z \in L_2, \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -n_2 & n_1 \end{bmatrix}, & z \in L_3, \\ \begin{bmatrix} n_1 & n_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, & z \in L_4, \end{cases} \quad \Omega \left(\frac{\partial}{\partial s_z} \right) W(z) = \begin{cases} \begin{bmatrix} \frac{d}{ds_z} F(z), & z \in L_1, \\ G(z), & z \in L_2, \\ \begin{bmatrix} \frac{d}{ds_z} P_1(z) \\ P_2(z) \end{bmatrix}, & z \in L_3, \\ \begin{bmatrix} Q_1(z) \\ \frac{d}{ds_z} Q_2(z) \end{bmatrix}, & z \in L_4, \end{cases}$$

$$K(z-y) = \begin{cases} \begin{bmatrix} \frac{d}{ds_z} \Gamma(z-y), & z \in L_1, \\ T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) \Gamma(z-y), & z \in L_2, \\ \begin{bmatrix} \frac{d}{ds_z} (n^*(z) \Gamma(z-y)) \\ s^*(z) T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) \Gamma(z-y) \end{bmatrix}, & z \in L_3, \\ \begin{bmatrix} n^*(z) T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) \Gamma(z-y) \\ -\frac{d}{ds_z} (s^*(z) \Gamma(z-y)) \end{bmatrix}, & z \in L_4. \end{cases}$$

В случае задачи $M^-(\omega)$ получаем систему

$$-R(z)\varphi(z) + \frac{1}{\pi} \int_L K(z, y; \omega)\varphi(y) dy = \Omega\left(\frac{\partial}{\partial s_z}\right)W(z), z \in L, \quad (3)$$

где $K(z, y; \omega)$ получается из $K(z-y)$ заменой $\Gamma(z-y)$ на $G_I(z, y; \omega)$.

Применив результаты [2], можно доказать, что (2) и (3) являются системами сингулярных интегральных уравнений с разрывными коэффициентами нормального типа и что все узлы a_1, \dots, a_n — неособенные. Далее, в классе h^* [2] получим индекс

$$\kappa_{h^*} = \frac{1}{2}(2A_{12} + A_{13} + A_{14} + A_{23} + A_{24} + 2A_{34}), \quad (4)$$

а в любом классе $h = h(a_{q_1}, a_{q_2}, \dots, a_{q_p})$ — индекс

$$\kappa_h = \kappa_{h^*} - (2A_{12}^0 + A_{13}^0 + A_{14}^0 + A_{23}^0 + A_{24}^0 + 2A_{34}^0), \quad (5)$$

где A_{jk}^0 — число тех же узлов типа $L_l - L_k$, в окрестностях которых решение φ интегральных уравнений предполагается принадлежащим классу H_e .

Теперь изучаем соответствующие однородные системы (2⁰) и (3⁰). Очевидно, эти системы эквивалентны системам

$$A\varphi = \sum_{r=1}^{n_1} (C_{1r}u_{1r} + C_{2r}u_{2r}) + \sum_{p=1}^{n_2} D_p u_p + \sum_{s=1}^{n_3} H_s v_s, \quad (6)$$

где C_{1r}, D_p, H_s — постоянные и

$$u_{1r} = \left\{ \begin{array}{l} [\delta_{rj} \delta_{v1} \delta_{l1}] \text{ на } \overline{a_{v_{2j-1}} a_{v_{2j}}} \\ [\delta_{rj} \delta_{v1} \delta_{l2}] \end{array} \right\}; \quad u_p = \left\{ \begin{array}{l} [\delta_{pj} \delta_{vs}] \\ 0 \end{array} \right\} \text{ на } \overline{a_{v_{2j-1}} a_{v_{2j}}},$$

$$v_s = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ [\delta_{sj} \delta_{v4}] \end{array} \right\} \text{ на } \overline{a_{v_{2j-1}} a_{v_{2j}}}, \quad \delta_{ik} \text{ — символ Кронекера}$$

($v=1, \dots, 4; j=1, \dots, n_v; l=1, 2; r=1, \dots, n_r; p=1, \dots, n_p; s=1, \dots, n_s$).

При этом постоянные C_{1r}, D_p, H_s могут принимать те значения, которые совместны условием 1(7).

При дальнейшем изучении различаем два случая

$$\alpha) A_{12} + A_{23} + A_{24} + A_{34} \neq 0, \quad \beta) A_{12} = A_{23} = A_{24} = A_{34} = 0.$$

Принимая во внимание 1(7) в случаях α) можно доказать, что правая часть уравнения (6) содержит κ_{h^*} произвольных постоянных. Далее доказывается лемма

1. Союзная однородная система уравнения (3) имеет в случае теоремы I II решение

$$\psi(z) = \begin{cases} a_\eta(z), z \in L_2, \\ 0 \\ [s^*(z) a_\eta(z)], z \in L_3, \end{cases} \quad (8)$$

принадлежащее любому классу h .

Учитывая IV, (4) и I, нетрудно доказать лемму

II. а. Система (3⁰) имеет в случае α) κ_{h^*} решений в классе h^* .

б. Система (2⁰) имеет в случае α) при условиях теоремы I II $\kappa_{h^*} + 1$, а при условиях теоремы I III — κ_{h^*} решений в классе h^* .

Рассматриваем случай β). Здесь, очевидно, $n=2m$ — четное число. Без ограничения общности предполагаем $L_1 = a_1 a_2 \cup a_3 a_4 \cup \dots \cup a_{2m-1} a_{2m}$. Определяем в точках a_i вектор

$$\nu(a_i) = \begin{cases} n(a_i), & \text{если } a_i \text{—концевая точка кривой } L_3, \\ s(a_i), & \text{если } a_i \text{—концевая точка кривой } L_4. \end{cases}$$

Различаем еще два случая:

$\beta 1$) Все пары $\nu(a_{2l-1}), \nu(a_{2l})$ ($l=1, \dots, m$) являются линейно независимыми векторами, и справедливо отношение $\nu(a_{2l-1}) = -\nu(a_{2l})$ для четного числа l -значений.

$\beta 2$) Случай $\beta 1$) не имеет места.

Доказывается, что правая часть уравнения (6) содержит в случае $\beta 2$) κ_{h^*} линейно независимых постоянных, а в случае $\beta 1$) — $\kappa_{h^*} + 1$. Далее, в случае $\beta 1$) можно найти нетривиальное решение союзного однородного уравнения системы (2) и (3), такое, что возникающее с этим решением условие разрешимости для вектора ΩW при предложениях I(6) выполняется с самого начала. Учитывая IV и (4), получаем лемму

III. Системы (2⁰) и (3⁰) имеют в классе h^* в случае $\beta 1$) $\kappa_{h^*} + 1$ решений, а κ_{h^*} решений — в случае $\beta 2$).

Теперь как при классических задачах статики плоской теории упругости [3] можно доказать теорему

IV. Пусть $L \in \Lambda_1(\beta)$ и $L_3, L_4 \in \Lambda_2(\beta)$ ($\beta > 0$). Далее пусть в случае теоремы I II условие I(9) выполняется.

Тогда существует регулярное в D с узлами a_1, \dots, a_n решение U задач M^+ и $M^-(\omega)$. Решение представимо в виде I(10) и, соответственно, I(12), где φ — решение эквивалентного интегрального уравнения (I). Кроме того, φ является некоторым решением системы сингулярных интегральных уравнений (2) соответственно (3) в классе h^* .

Изучая системы (2) и (3) в любом классе h , получаем дальнейший результат в силу теоремы I VI 3:

V. Пусть выполняются предположения теоремы IV.

Регулярное решение U задач M^+ и $M^-(\omega)$, которое удовлетворяет оценкам работы [1] с произвольными постоянными $\delta_i < 1$ в окрестностях некоторых узлов a_i , существует тогда и только тогда, когда заданные функции удовлетворяют $(2A_{12}^0 + A_{13}^0 + A_{14}^0 + A_{23}^0 + A_{24}^0 + 2A_{34}^0)$ дополнительным условиям разрешимости. Решение краевой задачи в этом классе эквивалентно интегральному уравнению (1) в соответствующем классе h . Каждое решение уравнения (1) в классе h является решением уравнения (2), соответственно (3), в этом же классе h .

Разработанный нами метод также можно применить, например, при решении общих плоских смешанных задач микрополярной теории упругости, термоупругости, статики анизотропного тела и др.

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

Университет им. Карла Маркса,
Лейпциг, ГДР
секция математики

(Поступило 10.6.1977)

ი. მაული

არსებობის თეორემები კლასიკური დრეკადობის თეორიისა და სტაციონარული დრეკადი რხევების ზოგადი ბრტყელი შერეული სასაზღვრო ამოცანებისათვის

რეზიუმე

წყვეტილკოეფიციენტებიან სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიის გამოყენებით შევისწავლეთ წინა შრომაში დასმული დრეკადობის თეორიის ორი ზოგადი ბრტყელი შერეული სასაზღვრო ამოცანა. დამტკიცებულია ამ ამოცანებისათვის რეგულარული ამოხსნების არსებობა. მოცემულია არსებობის თეორემა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ამოხსნა აკმაყოფილებს რეგულარობის დამატებით პირობებს საზღვრის კვანძებში.

THEORY OF ELASTICITY

J. MAUL

EXISTENCE THEOREMS FOR GENERAL PLANE MIXED BOUNDARY
 VALUE PROBLEMS OF THE CLASSICAL ELASTOSTATICS AND
 THE THEORY OF STATIONARY ELASTIC VIBRATIONS

Summary

Applying the theory of singular integral equations with discontinuous coefficients, two general mixed plane boundary value problems of elasticity, stated in the author's previous paper are studied. The existence of regular solutions of these problems is proved. Further, the existence theorem is given in the case when the solution satisfies additional conditions of regularity in any nodes of the boundary.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Maul. Сообщения АН ГССР. 87. № 2, 1977.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. J. Maul. Eine einheitliche Methode zur Loesung der ebenen Aufgaben der Linearen Elastostatik. Berlin 1976.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

С. И. ШАНШАШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧАХ
 ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 5.7.1977)

Наша цель состоит в установлении таких расчетных формул для определения деформаций и напряжений упругого тела, использование которых с точки зрения простоты расчета и удовлетворения крайних условий не связаны с большими трудностями.

Известно, что при переходе от одной прямолинейной прямоугольной системы координат $ox_1x_2x_3$ к другой $ox'_1x'_2x'_3$ между координатами этих систем существует следующая зависимость:

$$x'_n = \sum_{k=1}^3 l_{nk} x_k, \quad (n=1, 2, 3), \quad (1)$$

где l_{nk} , являясь функцией трех параметров [$l_{nk} = l_{nk}(t_1, t_2, t_3)$], представляет собой косинусы углов между осями систем.

Условимся для краткости записи здесь и в дальнейшем в (1) опускать знак суммы. Мы также больше не будем указывать, что имеем три формулы ($n=1,2,3$). При этом соотношения (1) запишутся в виде

$$x'_n = l_{nk} x_k.$$

Составим комплексную переменную $\tau = x'_1 + ix'_2 = (l_{1k} + il_{2k}) x_k$ и возьмем функцию этой переменной $f(\tau, t)$. Здесь под t подразумеваются три параметра, функциями которых является l_{nk} . Пусть $f(\tau, t)$ — любая функция, непрерывная со своими производными по x_k до второго порядка в некоторой области D , или во всем пространстве. Непосредственной проверкой легко убеждаемся, что эта функция в системе $ox_1x_2x_3$ является частным решением уравнения Лапласа $\nabla^2 F(x) = 0$. Действительно,

$$\nabla^2 f(\tau, t) = f''(\tau, t) (l_{1k} + il_{2k})^2 = 0,$$

т. е. функция $f(\tau, t)$ гармоническая в плоскости $x'_1ox'_2$. Но если использовать обобщенный принцип суперпозиции [1] из частного решения $f(\tau, t)$, можно получить общее решение уравнения Лапласа

$$F(x) = \int f(\tau, t) dt, \quad (2)$$

т. е. из «плоскости» $x'_1ox'_2$ можно выйти в пространство $ox_1x_2x_3$, сохраняя при этом гармоничность функции $F(x)$.

Нас интересует такое общее решение уравнения Лапласа, которое одновременно будет удовлетворять и граничным условиям. Следовательно, главная задача заключается в том, как найти такую функцию $f(\tau, t)$, чтобы она после суперпозиции по параметрам удовлетворяла и граничные условия. Общее решение этой задачи пока не известно. Несмотря на это, решение некоторых задач можно получать и «слепой» суперпозицией.

Ниже вкратце изложена предлагаемая методика.

Находим частное решение уравнения Ляме в комплексных переменных $\tau, \bar{\tau}$. (Это решение фактически представляет обобщение решения плоской задачи И. Н. Векуа [2]).

Имеем уравнение Ляме

$$\nabla^2 u_k + \frac{1}{1-2\nu} \frac{\partial \theta}{\partial x_k} + \frac{Q_k}{G} = 0. \quad (3)$$

Пусть $Q_k = \text{const}$. Частные решения пусть будут u'_k и соответственно θ' .

Если умножим систему (3) на $(l_{1k} + il_{2k})$, суммируем и будем принимать во внимание, что

$$\nabla^2 u'_k = 4 \frac{\partial^2 u'_k}{\partial \tau \partial \bar{\tau}} \quad \text{и} \quad 2 \frac{\partial \theta'}{\partial \tau} = (l_{1k} + il_{2k}) \frac{\partial \theta'}{\partial x_k},$$

окончательно получим

$$4 \frac{\partial^2}{\partial \tau \partial \bar{\tau}} (l_{1k} + il_{2k}) u'_k + \frac{2}{1-2\nu} \frac{\partial \theta'}{\partial \tau} + \frac{1}{G} (l_{1k} + il_{2k}) Q_k = 0.$$

Отсюда имеем

$$\frac{\partial (l_{1k} + il_{2k}) u'_k}{\partial \tau} + \frac{1}{2(1-2\nu)} \theta' + \frac{1}{4G} (l_{1k} + il_{2k}) Q_k \bar{\tau} = 4(1-\nu) \varphi''(\tau, t). \quad (4)$$

Складываем формулу (4) с формулой, полученной переходом к сопряженным значениям, и принимая во внимание, что

$$\theta' = \frac{\partial (l_{1k} + il_{2k}) u'_k}{\partial \tau} + \frac{\partial (l_{1k} - il_{2k}) u'_k}{\partial \bar{\tau}},$$

окончательно находим

$$\theta' = 2(1-2\nu) [\varphi''(\tau, t) + \overline{\varphi''(\tau, t)}] - \frac{(1-2\nu) Q_k}{8(1-\nu) G} [(l_{1k} + il_{2k}) \bar{\tau} + (l_{1k} - il_{2k}) \tau]. \quad (5)$$

Подставляя это значение θ' в формулу (4) и еще раз интегрируя по τ , после простых преобразований получаем

$$(l_{1k} + il_{2k}) u'_k = (3-4\nu) \varphi'(\tau, t) - \tau \overline{\varphi''(\tau, t)} + \overline{\psi'(\tau, t)} - \frac{1}{4G} (l_{1k} + il_{2k}) Q_k \bar{\tau} - \frac{Q_k}{16(1-\nu) G} \left[(l_{1k} + il_{2k}) \tau \bar{\tau} + (l_{1k} - il_{2k}) \frac{\tau^2}{2} \right]. \quad (6)$$

Умножая систему (3) на l_{3k} и принимая во внимание, что $\frac{\partial \theta'}{\partial x'_3} = 0$, после интегрирования по τ и $\bar{\tau}$ окончательно получаем

$$2l_{3k} u'_k = f(\tau, t) + \overline{f(\tau, t)} + \frac{\tau \bar{\tau}}{2G} l_{3k} Q_k. \quad (7)$$

Пусть

$$\varphi(\tau, t) = P'(x'_1 x'_2 t) + iQ'(x'_1 x'_2 t),$$

$$\psi(\tau, t) = \omega'(x'_1 x'_2 t) + i\omega'_1(x'_1 x'_2 t) \text{ и } f(\tau, t) = f'(x'_1 x'_2 t) + i f'_1(x'_1 x'_2 t).$$

Обозначим

$$F'(x'_1 x'_2 t) = -x'_1 \frac{\partial P'}{\partial x'_1} + x'_2 \frac{\partial P'}{\partial x'_2} - 4(1-\nu)P' + \omega' +$$

$$+ \frac{x_1'^2 + x_2'^2}{32(1-\nu)} (l_{1k} Q_k x'_1 + l_{2k} Q_k x'_2). \quad (8)$$

Тогда из формул (6) и (7) с соответствующим преобразованием получим

$$u'_k = \frac{\partial F'}{\partial x_k} + 8(1-\nu)l_{1k} \frac{\partial P'}{\partial x'_1} + l_{3k} f' - \frac{Q_k}{4G} (x_1'^2 + x_2'^2). \quad (9)$$

Формула (9) является частным решением уравнения Ляме (3). Чтобы получить общие решения, надо произвести суперпозицию формулы (9) по параметрам $t=t_1; t_2; t_3$

Рассмотрим случай, когда $\tau = x_3 + i(x_1 \cos t + x_2 \sin t)$.

Пусть $Q_1=Q_2=0$ и $Q_3=Q$, т. е. сила тяжести имеет направление оси x_3 . Из формулы (9) получаем выражения u'_k , суперпозиция которых по параметру t в пределах $-\pi^*-\pi$ и сокращение на 2π даст выражение u_k :

$$u_k = \frac{\partial F}{\partial x_k} + e^{ijk} \frac{\partial f}{\partial x_j} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial x_i} + 8(1-\nu) \alpha_{3k} \frac{\partial P}{\partial x_3} - \alpha_{3k} \frac{Q \cdot A}{8G}. \quad (10)$$

Здесь

$$A = x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2,$$

$$F(x_1 x_2 x_3) = x_1 \frac{\partial P}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial P}{\partial x_2} - x_3 \frac{\partial P}{\partial x_3} - 4(1-\nu)P + \omega + \frac{Q \cdot A}{64(1-\nu)G} \cdot x_3,$$

коэффициент Кронекера

$$\alpha_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{когда } i = k \\ 0 & \text{,, ,, } i \neq k, \end{cases}$$

символ Леви—Чивита e^{ijk} равен $+1$ (-1), если последовательность индексов i, j, k отличается от натурального ряда 1, 2, 3 с четным (нечетным) числом беспорядка и $e^{ijk}=0$, если среди индексов i, j, k имеются хотя бы два одинаковых.

В криволинейных ортогональных y_k координатах для перемещения и напряжения имеются следующие выражения:

$$u_k = \frac{1}{H_k} \frac{\partial F}{\partial y_k} + \frac{e^{ijk}}{H_i H_j} \frac{\partial f}{\partial y_j} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial y_i} + 8(1-\nu) \frac{\alpha_{3j}}{H_k} \frac{\partial P}{\partial x_3} \frac{\partial x_j}{\partial y_k} - \alpha_{3j} \frac{Q}{8G} \frac{A}{H_k} \frac{\partial x_j}{\partial y_k}, \quad (11)$$

$$\sigma_{nm} = \alpha_{nm} \left(8G\nu \frac{\partial^2 P}{\partial x_3^2} - \frac{sQ}{2(1-\nu)} x_3 \right) + \frac{2G}{H_n H_m} \left(\frac{\partial^2 F}{\partial y_n \partial y_m} - B_{nm}^l \frac{\partial F}{\partial y_l} \right) +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{8(1-\nu)G}{H_n H_m} \alpha_{3k} \left[\frac{\partial}{\partial y_n} \left(\frac{\partial P}{\partial x_3} \cdot \frac{\partial x_k}{\partial y_m} \right) + \frac{\partial}{\partial y_m} \left(\frac{\partial P}{\partial x_3} \cdot \frac{\partial x_k}{\partial y_n} \right) - 2B_{nm}^j \frac{\partial P}{\partial x_3} \cdot \frac{\partial x_k}{\partial y_j} \right] + \\
 & + \frac{G}{H_n H_m} \left[e^{ikn} \cdot \frac{\partial}{\partial y_m} \left(\frac{\partial f}{\partial y_h} \cdot \frac{H_n}{H_k H_l} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial y_l} \right) + e^{ikm} \frac{\partial}{\partial y_n} \left(\frac{\partial f}{\partial y_h} \cdot \frac{H_m}{H_k H_l} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial y_l} \right) - \right. \\
 & - 2B_{nm}^j \cdot e^{ijk} \cdot \frac{\partial f}{\partial y_h} \cdot \frac{H_j}{H_k H_l} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial y_l} \left. \right] - \frac{Q\alpha_{3k}}{8H_n H_m} \left[\frac{\partial}{\partial y_n} \left(A \cdot \frac{\partial x_k}{\partial y_m} \right) + \right. \\
 & \left. + \frac{\partial}{\partial y_m} \left(A \frac{\partial x_k}{\partial y_n} \right) - 2B_{nm}^j A \frac{\partial x_k}{\partial y_j} \right].
 \end{aligned} \quad (12)$$

Здесь H_k — коэффициент Ляме, а B_{nm}^j — символы Кристоффеля. Формулы (10) и (12) дают возможность решить некоторые задачи для тел вращения на симметричную и антисимметричную нагрузку.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 8.7.1977)

დრეკადობის თეორია

ს. შანშაშვილი

დრეკადობის თეორიის ზოგირთი სივრცითი ამოცანის
 შესახებ

რეზიუმე

განზოგადებული კომპლექსური ცვლადის გამოყენებით მიღებული ნებისმიერად ორიენტირებული ცილინდრული სხეულის დეფორმაციების გამოსათვლელი ფორმულებიდან სუპერპოზიციის განზოგადებული პრინციპის გამოყენებით მიღებულია სამგანზომილებიანი დაძაბული დრეკადი სხეულის დეფორმაციების და ძაბვების გამოსათვლელი ფორმულები.

THEORY OF ELASTICITY

S. I. SHANSHASHVILI

ON SOME SPATIAL PROBLEMS OF THE THEORY OF ELASTICITY

Summary

An analytic function of space can be obtained by recourse to the generalized principle of superposition from the analytical function of a plane. Using this circumstance, transfer is made in the paper from the plane strained state of an elastic body to three-dimensional. This transfer depends entirely on the type of the generalized complex variable. Calculation formulae of the deformation and stress of a strained elastic body are derived when the complex variable has the form:

$$\tau = x_3 + i(x_1 \cos t + x_2 \sin t)$$

These formulae correspond to the rotation of bodies with symmetric or asymmetric loads.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тиханов, А. А. Самарский, Уравнение математической физики. М., 1966.
2. Н. И. Мухелишвили, Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.

В. И. АЛТУХОВ, В. Г. КВАЧАДЗЕ

РАСSEЯНИЕ ФОНОНОВ НА КОЛЛОИДАХ МАЛОГО РАДИУСА В КРИСТАЛЛАХ KCl

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 14.6.1977)

В настоящей статье представлены экспериментальные результаты, указывающие на аномальное рассеяние тепловых фононов на коллоидах малого радиуса в кристалле KCl. Проведены расчеты теплопроводности KCl с учетом рассеяния фононов на коллоидах разной величины. Из сопоставления результатов расчета с соответствующими экспериментами получены оценки для средних размеров и концентраций коллоидов в KCl. Получены сведения о кинетике и последовательных стадиях дефектообразования в облученных или легированных щелочногалоидных кристаллах.

На рис. 1 приведены результаты измерений температурной зависимости коэффициента теплопроводности $\kappa(T)$ кристаллов KCl до облучения (кривая 1) и после облучения (кривые 2, 3, 4, 5). Видно, что облучение сильно изменяет теплопроводность кристаллов: меняются абсолютное значение κ , ее температурная зависимость и наблюдается температурное смещение ее максимума.

После облучения дозой 1×10^{17} н/см² (рис. 1, кривая 2) кривая $\kappa(T)$ сохраняет симметричную форму, что обусловлено рассеянием тепловых фононов радиационными точечными дефектами [1]. Однако сильный спад κ в низкотемпературной стороне от максимума и смещение самого максимума в сторону высоких температур есть результат еще одного добавочного механизма — рассеяния длинноволновых фононов коллоидами.

С увеличением дозы облучения (кривые 3 и 4), наряду с продолжающимся сильным понижением теплопроводности, в области максимума появляется деформация зависимости $\kappa(T)$, которая достигает максимального значения при дозе 5×10^{18} н/см² (кривая 5). Появление заметной «ступеньки» выше 4°K указывает на аномальное рассеяние фононов коллоидными частицами сравнительно малых размеров.

Аномальный эффект фононного рассеяния на коллоидных частицах малых размеров обнаружен и при сильном легировании кристаллов KCl примесью свинца: мы придерживаемся мнения, что наблюдаемый прогиб на кривой $\kappa(T)$ в низкотемпературной стороне от максимума теплопроводности (рис. 2, кривая 4) является результатом рассеяния фононов на коллоидах, размер которых не превышает 40 Å. С отжигом наблюдается смещение прогиба в низкотемпературную сторону (580°C, кривая 5) вплоть до полного его исчезновения (680°C, кривая 6). Одновременно наблюдается сильный, увеличивающийся с ростом температуры отжига, спад зависимости $\kappa(T)$ в области низких температур. Эти изменения, очевидно, вызваны укрупнением мелких коллоидов.

Мы провели количественный анализ экспериментальных данных в рамках модели Каллауэя, которая на сегодняшний день хорошо установлена и использовалась во многих исследованиях [2].

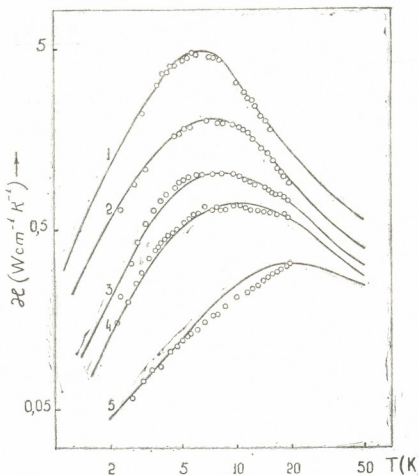


Рис. 1. Температурная зависимость теплопроводности кристаллов KCl до (1) и после облучения дозами: 2—1; 3 — 10; 4 — 20; 5 — 50×10^{17} н/см². Сплошные линии — теоретические кривые

Рассмотрим кубический кристалл типа NaCl, содержащий коллоиды с двумя характерными радиусами r_1 и r_2 (пусть для определенности $r_1 > r_2$) и соответствующими концентрациями N_1 и N_2 . Для описания фононного рассеяния в такой системе вводится полная скорость релаксации:

$$\tau^{-1}(\omega^2) = \tau_0^{-1}(\omega) + \tau_{\text{кол}}^{-1}(\omega), \quad (1)$$

где τ_0 — время релаксации фононов в номинально чистом кристалле; $\tau_{\text{кол}}^{-1} = \tau_{k_1}^{-1} + \tau_{k_2}^{-1}$ — время релаксации фононов, обусловленное их рассеянием на коллоидах с радиусами r_1 и r_2 соответственно. Для KCl $\tau_0^{-1}(\omega)$ можно аппроксимировать выражением

$$\tau_0^{-1}(x, y) = [A + B(xy)^4 + DT(xy)^2 e^{-E/T}] \cdot 10^8 \text{ сек}^{-1}, \quad (2)$$

где $x = \omega/\omega_D$, $\omega_D = y \cdot 10^{13} \text{ сек}^{-1}$. Здесь слагаемые обусловлены рассеянием фононов на границах кристалла, на изотопах (и точечных дефектах) и за счет ангармонических процессов соответственно. Значения параметров $A=0,0058$, $B=11,2$, $D=2,9$, $E=40$ выбраны так, что они обеспечивают наилучшее согласие теоретической кривой 1 на рис. 1 и 2 с экспериментальными данными для номинально чистого кристалла KCl.

Для обратного времени релаксации, обусловленного рассеянием фононов на коллоидах, мы взяли следующее приближенное выражение [1, 2]:

$$\tau_k^{-1}(\omega) = N \pi r^2 v \begin{cases} (1 + Re^{-b/v}) \left(\frac{r\omega}{v}\right)^4, & \frac{r\omega}{v} \leq b, \\ (1 + Re^{-r\omega/v}), & \frac{r\omega}{v} > b, \end{cases} \quad (3)$$

где r — радиус коллоида; N — их концентрация; R зависит от упругих свойств коллоида и матрицы; постоянная b связана с R и не является независимым параметром $\tau_k^{-1}(\omega)$. Выражение (3) при двух характерных значениях радиусов r_1 и r_2 (соответственно N_1 и N_2) использовалось для расчета теплопроводности KCl с коллоидами, возникающими в кристалле при низкотемпературном реакторном облучении (рис. 1) или при сильном легировании кристаллов свинцом (рис. 2). Значения r_1 , r_2 и N_1 , N_2 (а также R , b и B , D), подобранные по соображениям наилучшего согласия с экспериментом, представлены в таблице.

KCl: реакторное облучение

№ кривой	$r_1, \text{Å}$	$N_1 \cdot 10^{-14} \text{ см}^{-3}$	$r_2, \text{Å}$	$N_2 \cdot 10^{-14} \text{ см}^{-3}$	R	b	B	D
1	—	0	—	0	—	—	11,2	2,9
2	80	0,005	—	0	2,0	1,5	57,0	2,9
3	80	0,030	—	0	2,0	1,5	100	2,9
4	80	0,060	—	0	2,0	1,5	150	2,9
5	80	0,010	20	18	2,0	1,5	150	2,9

KCl: Pb²⁺

1	—	0	—	0	—	—	11,2	2,9
2	80	0,010	—	0	2,0	1,5	210	2,9
3	80	0,005	10	40	2,5	1,8	220	2,5
4	80	0,030	10	50	2,5	2,0	220	2,2
5	80	0,250	20	1,0	2,5	1,8	150	2,2
6	80	0,280	30	2,0	2,5	1,8	170	2,2

Из таблицы видно, что в KCl при сравнительно малых дозах облучения (кривые 2, 3, 4 на рис. 1) в основном образуются коллоиды большого радиуса ($r_1=80 \text{ Å}$) в концентрациях $N_1=0,005$ – $0,06 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$. При дальнейшем увеличении дозы облучения (кривая 5) в кристалле в больших концентрациях образуются преимущественно мелкие коллоиды ($r_2=20 \text{ Å}$), количество коллоидов с большим радиусом при этом заметно уменьшается. Значения, полученные для концентрации коллоидов большого радиуса в кристаллах с разной дозой облучения, в целом хорошо согласуются с данными, полученными по оптическим измерениям ($N_{\text{опт}} = 0,007 \div 0,2 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$) [3].

Подобным образом идет образование коллоидов и при легировании KCl свинцом: сначала образуются большие коллоиды ($r_1=80 \text{ Å}$, кривая 2 на рис. 2), затем сразу возникает много ($N_2=40 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$) очень мелких ($r_2=10 \text{ Å}$) коллоидов, при этом число коллоидов большого радиуса заметно уменьшается (кривая 3) и, наконец, наблюдается медленный рост концентрации коллоидов обоих типов (кривая 4). Отжиг кристалла при 580°C приводит к увеличению размеров (в 2 раза) мелких коллоидов и к сильному возрастанию концентрации больших коллоидов (кривая 5). Дальнейший отжиг (680°C) почти не меняет числа больших коллоидов, но по-прежнему ведет к заметному

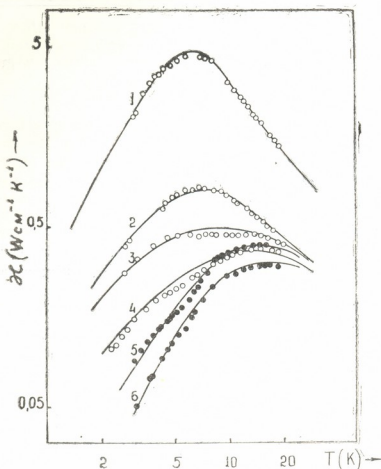


Рис. 2. Температурная зависимость теплопроводности чистого (1) и легированного свинцом кристаллов KCl: 2—0,5; 3—1,2; 4—2,5; 5 и 6— $2,5 \times 10^{-2}$ мол. % после отжига при 580 и 680°C соответственно. Сплошные линии — теоретические кривые

укрупнению размеров и увеличению концентрации коллоидов малого радиуса (кривая 6).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

Академия наук Эстонской ССР
 Институт физики

(Поступило 16.6.1977)

ფიზიკა

3. ალტუხოვი, ვ. კვაჩადე

ფონონების გაბნევა მცირე ზომის კოლოიდებზე KCl-ის კრისტალებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია KCl-ის სითბოგამტარობა ფონონების გაბნევის გავალისწინებით სხვადასხვა ზომის კოლოიდებზე.

PHYSICS

V. I. ALTUKHOV, V. G. KVACHADZE

PHONON SCATTERING ON SMALL RADIUS COLLOIDS IN KCl
 CRYSTALS

Summary

KCl heat conduction is considered taking into account phonon scattering on colloids of different sizes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Neumaier, J. Low Temp. Phys. 1, 2, 1969.
2. K. Guckelsberger, K. Neumaier, J. Phys. Chem. Solids. 36, 12, 1975.
3. В. Г. Квачадзе. Сб. «Электронные и ионные процессы в твердых телах», IX. Тбилиси, 1977.

С. Дж. ЦАКАДЗЕ

ТКАЧЕНКОВСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВИХРЕВОЙ РЕШЕТКИ ГЕЛИЯ-II

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 4.7.1977)

Согласно В. К. Ткаченко [1, 2] в упорядоченной треугольной решетке вихрей вращающегося He-II должны существовать поперечные волны со звуковым спектром

$$\Omega = c_T q, \quad (1)$$

где Ω — частота колебания, q — волновой вектор, c_T — скорость воли Ткаченко

$$c_T = (\Gamma_0 \omega_c / 8\pi)^{1/2}, \quad (2)$$

ω_c — угловая скорость вращения, $\Gamma_0 = \frac{h}{m}$ — квант циркуляции, m — масса атома гелия.

Такая решетка должна обладать модулем сдвига G , равным

$$G = \rho_S c_T^2. \quad (3)$$

Эксперименты по обнаружению ткаченковских колебаний вихревой решетки представляют значительный интерес, так как существование таких колебаний было бы однозначным доказательством реализации треугольной вихревой структуры.

Один из возможных способов наблюдения колебаний вихревой системы состоит в следующем [3]: свободно подвешенный (например, в магнитное поле) сосуд с He-II приводится во вращательное движение. После достижения равновесного вращения производится возмущение вихревой решетки, например, путем резкого ускорения сосуда, или же возбуждением его радиальных колебаний. При этом в вихревой системе возникают колебания, которые через силы взаимного трения передаются сосуду и вызывают осцилляции скорости его вращения. Однако надо избегать возникновения изгибных колебаний вихрей, так как при этом волновая мода будет иметь составляющую волнового вектора не только поперек, но и вдоль вихрей. Как показано в [4, 5], при этом возможно сильное изменение частоты колебаний, которая будет определяться уже не жесткостью решетки, а пинингом вихрей на дне сосуда. Волновые вектора собственных частот колебаний цилиндра с вихрями определяются уравнением (4):

$$\frac{1 + \beta}{4} - \frac{q^2}{q^2 - u^2} \left(\frac{1}{4} - \frac{J_2 [R(q^2 - u^2)^{1/2}]}{R(q^2 - u^2)^{1/2} J_1 [R(q^2 - u^2)^{1/2}]} \right) = 0, \quad (4)$$

R — радиус цилиндра, β — отношение момента инерции сосуда — I_c к моменту инерции жидкости — $I_{ж}$, J_1 и J_2 — функции Бесселя, $u = 2\omega_0/c_T(AL)^{1/2}$, L — длина сосуда, величина A связана с коэффициентом скольжения b следующим образом:

$$b = \frac{k_t^2}{A - k_t}, \quad k_t = [8\pi\omega_0/\Gamma_0 \ln(r/a)]^{1/2}, \quad (5)$$

r — эффективный радиус вихря, a — радиус ствола вихря.

Для малых AL , ($u \gg 1/R$) основная частота вообще не зависит от жесткости вихревой решетки и приближается сверху к значению

$$\Omega_0 = c_T u = 2\omega_0/(AL)^{1/2}. \quad (6)$$

Для чисто ткаченковских колебаний ($u=0$) задача была решена Рудерманом [6], согласно которому

$$\Omega_T = \frac{5}{2R} \left(\frac{h\omega_0}{m} \right)^{1/2}, \quad (7)$$

Таким образом, для наблюдения ткаченковских колебаний необходимо соблюдение условия

$$\Omega_T \gg \Omega_0. \quad (8)$$

Используя (6) и (7) и подставляя данные [5], получаем $A \sim 60 \text{ см}^{-1}$ и условие наблюдаемости ткаченковских колебаний можно записать в виде

$$\Theta \equiv \frac{L}{4,5\omega_0 R} \gg 1.$$

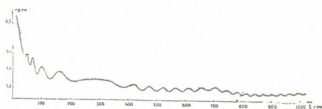


Рис. 1. Осцилляции угловой скорости вращения сосуда (с диаметром 8 мм и длиной 100 мм) с He-II при температуре 1,52К, после резкого ускорения. На оси ординат масштаб логарифмический

Для проведения экспериментов мы использовали цилиндр из оргстекла длиной 10 см, радиусом 0,4 см и толщиной стенки 0,015 см. Для этого сосуда $\beta \equiv \frac{I_c}{I_{ж}} = 3$. Эксперименты проводились при частотах вращения $\omega_c \sim 3 \text{сек}^{-1}$ и температуре 1,52К. В этом эксперименте $\Theta \sim 4$. После резкого ускорения сосуда с He-II наблюдались осцилляции ско-

рости вращения, которые затухали через ~ 1000 сек. Период осцилляции при различных угловых скоростях вращения находился в пределах 30–100 сек. Типичный график представлен на рис. 1.

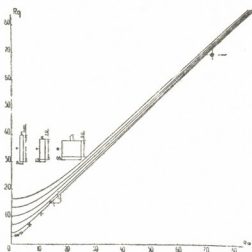


Рис. 2. Зависимость волновых векторов q собственных частот колебаний цилиндра с вихрями для пяти низколежащих мод от величины u (вклада изгибных колебаний)

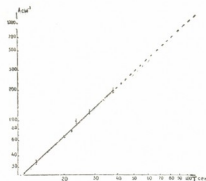


Рис. 3. Зависимость величины A (см. (5)) от периода колебаний T цилиндра с вихрями

На рис. 2 представлен результат численного решения уравнения (4), где дано семейство кривых, определяющих волновые вектора собственных частот пяти низколежащих мод для каждого данного значения u .

Для нанесения экспериментальных точек координата Rq определяется из соотношения.

$$Rq = \Omega_{\text{экс}} \cdot R/c_T = \Omega_{\text{экс}} \cdot R/(\Gamma_0 \omega_0/8\pi)^{1/2},$$

где $\Omega_{\text{экс}}$ — наблюдаемая на эксперименте частота колебаний.

Для определения другой координаты — Ru — воспользуемся соотношением (6).

$$Ru = 2 \omega_0 R/c_T (AL)^{1/2}.$$

В эту формулу входит величина A , которая сама зависит от частоты колебания. Для ее нахождения мы поступили следующим образом: взяли экспериментальные данные, которые заведомо относятся к области больших u , т. е. когда экспериментальная частота намного превосходит ткаченковскую и близка к Ω_0 (формула (6)) [5]. Из наблюдаемых значений Ω_0 определили A и построили зависимость $A=f(T)$, где T — период колебаний. График этой зависимости представлен на рис. 3. Для данных настоящего эксперимента величину A определяли экстраполяцией графика до значений T , соответствующим наблюдаемым в данном эксперименте.

Определив таким образом координаты, можно нанести на график экспериментальные точки. На рис. 2 знак (⊙) отмечает результат эксперимента в цилиндре диаметром 64 мм, кружочки (○) соответствуют цилиндру диаметром 15 мм и высотой 70 мм, точки (●) — цилиндру диаметром 8 мм и высотой 100 мм. Отчетливо видно, как по мере уменьшения радиуса и увеличения длины цилиндра ($u \rightarrow 0$), постепенно приближаемся к режиму ткаченковских колебаний.

Экспериментальные значения скорости волн Ткаченко и модуля сдвига вихревой решетки при частоте вращения $\omega_0 = 3,25 \text{ сек}^{-1}$ и температуре жидкости 1,52К составляют

$$c_T (\text{эксп}) = (0,84 \pm 0,08) \cdot 10^{-2} \text{ см сек},$$

$$G (\text{эксп}) = (0,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-5} \text{ г/см} \cdot \text{сек}^2.$$

Соответствующие теоретические значения равны (формулы (2) и (3) выведены в пренебрежении взаимодействием между вихрями и нормальной компонентой [2]):

$$c_T (\text{теор}) = 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ см/сек},$$

$$G (\text{теор}) = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ г/см} \cdot \text{сек}^2.$$

Из экспериментально наблюдаемых осцилляций скорости вращения можно определить затухание волн Ткаченко

$$\text{Im}\Omega/\Omega \simeq -0,05.$$

Теоретическая формула для затухания, приведенная в [4], дает

$$\text{Im}\Omega/\Omega \simeq -0,04,$$

что хорошо согласуется с экспериментом.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 8.7.1977)

ფიზიკა

ს. წაკადზე

ჰელიუმ II-ის ბრიჯლური მისიონის ტაჩენკოს რხევები

რეზიუმე

ჩატარებულ ექსპერიმენტებში აღმოჩენილია ტაჩენკოს ტალღები მბრუნავი He-II-ის გრიგლურ მესერში. განსაზღვრულია ტაჩენკოს ტალღის სიჩქარე და მიღვეადობა, აგრეთვე ტალღური მესერის ძვრის მოდული.

PHYSICS

S. J. TSAKADZE

TKACHENKO OSCILLATIONS OF THE HE-II VORTEX LATTICE

Summary

Experiments aimed at identifying the Tkachenko waves in the vortex lattice of rotating He-II were conducted. The velocity and the damping of the Tkachenko waves, as well as the shear modulus of the vortex lattice are determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Ткаченко. ЖЭТФ, 50, 1966, 1573.
2. В. К. Ткаченко. ЖЭТФ, 56, 1963, 1763.
3. Дж. С. Цакадзе. С. Дж. Цакадзе. Письма в ЖЭТФ, 18, 1973, 605.
4. Э. Б. Сонин. ЖЭТФ, 70, 1976, 1970.
5. С. Дж. Цакадзе. ЖЭТФ, 1976, 754.
6. M. Ruderman. Nature, 225, 1970, 619.



ФИЗИКА

Г. В. КУКУЛАДЗЕ, М. Н. ЧИХЛАДЗЕ, А. А. ЕНУҚИДЗЕ, Д. З. ВАШАКИДЗЕ
 К ВОПРОСУ ЛЕГИРОВАНИЯ КРЕМНИЕМ АНТИМОНИДА
 ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Т. И. Санадзе 7.7.1977)

Поведение элементов IV группы в соединении $A^{III}B^V$ имеет сложный характер. Большое сходство в кристаллических структурах, а также близость постоянных решеток обуславливают то, что элементы IV группы входят в решетку этих соединений как примеси замещения. Однако будут ли их атомы занимать только одну субрешетку, проявляя при этом только донорные или акцепторные свойства, или займут обе субрешетки, зависит от многих факторов (размеры и концентрации примесных атомов, электроотрицательность, стехиометрия, концентрация собственных дефектов, давления паров и др.). В последнем случае примесные атомы могут статистически распределяться между обеими подрешетками или же локализоваться в двух соседних узлах в виде электрически нейтральной пары. Наконец, в случае статистического распределения, какая из двух субрешеток окажется более заполненной примесью, также зависит от большинства из перечисленных выше факторов [1—4].

Вопросы легирования антимонида галлия кремнием освещены в ранних работах [5, 6], в которых с помощью измерения эффекта Холла и химического анализа определены эффективные коэффициенты распределения. В работе [7] рассмотрена фотолюминесценция в кристаллах $GaSb+Si$ и не затронут вопрос непосредственного поведения кремния в антимониде галлия.

Настоящая работа посвящена изучению поведения кремния в антимониде галлия.

Кристаллы антимонида галлия выращивали по методу Чохральского в атмосфере очищенного гелия при давлении 1,2 атм. Плавку производили с помощью графитового нагревателя сопротивления в тиглях из спектрально чистого графита. Режим вытягивания — обычный для этого метода. Исходными материалами служили галлий марки ГЛ-000, сурьма СУ-экстра, высокоомный кремний. Кремний вводили в расплав в элементарном виде.

Тип проводимости и концентрацию основных носителей в полученных кристаллах определяли по измерению эффекта Холла, полагая в формуле $R = \frac{A}{en}$, что $A = 1$.

Измерения проводили компенсационным методом на постоянном токе и в постоянном магнитном поле напряженностью 5800 э.

Микроструктуру изучали с помощью металлографического микроскопа МИМ-7.

Микротвердость измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 50 г.

Все измерения проводили при комнатной температуре.

Результаты исследования представлены в виде графиков 1, 2 и 3 зависимости концентрации носителей ($p-n$) от концентрации введенной в расплав примеси (N). Кривая 2 относится к «пробе», а кривая 3 — к начальной части кристалла («головка») (рис. 1).

На кривой 2 можно выделить три области легирования:

I — (от $5 \cdot 10^{17}$ до $2 \cdot 10^{18}$) см^{-3} ,

II — (от $2 \cdot 10^{18}$ до $5 \cdot 10^{19}$) см^{-3} ,

III — (от $5 \cdot 10^{19}$ до $5 \cdot 10^{20}$) см^{-3} .

Разберем эти области. В первой области легирования концентрация носителей тока практически не изменяется. Мы предполагаем, что здесь имеет место одновременное протекание двух процессов:

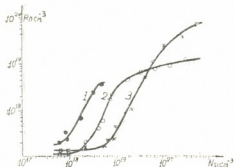
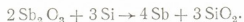


Рис. 1. Зависимость концентрации носителей тока от концентрации введенной в расплав примеси

1. Часть атомов кремния восстанавливает окислы галлия и сурьмы и, таким образом, не входит в решетку антимолида галлия. Возможность такого восстановления подтверждается кислородным рядом напряжений [8].

Восстановление окислов может происходить по реакциям



В пользу такого предположения говорит появление при выращивании кристалла на поверхности расплава сероватого пепла, химический анализ которого показал, что он состоит в основном из оксида кремния.

2. Часть атомов кремния входит в решетку антимолида галлия и занимает те узлы, в которых в чистом кристалле наблюдались бы вакансии, уменьшая тем самым их число в полученном кристалле. Атомы кремния распределяются в обеих подрешетках почти равномерно, в результате чего происходит их полная самокомпенсация и концентрация носителей тока не изменяется.

Химический анализ полученных кристаллов показывает, что они в действительности содержат атомы кремния. Кроме того, наблюдается увеличение плотности дислокаций в начальной части легированных кристаллов, что, по-видимому, связано с уменьшением скорости выхода дислокаций, вызванным уменьшением концентрации вакансий. Измерение микротвердости полученных образцов показывает малое ее увеличение, что можно объяснить упрочением связей за счет восстановления оборванных связей вблизи вакансий [9].

Второй участок занимает область (от $2 \cdot 10^{18}$ до $5 \cdot 10^{19}$) см^{-3} . В этой области легирования атомы кремния замещают атомы Ga и Sb. Термодинамические параметры этого процесса отличаются от таковых при распределении атомов кремния в «ожидаемых» вакансиях Ga и Sb, поэтому равномерное распределение атомов кремния по разным подрешеткам нарушается. В соответствии с правилом Юм—Розери [10]

атомы кремния замещают преимущественно атомы сурьмы, проявляя при этом акцепторные свойства, что и вызывает увеличение концентрации дырок.

Третий участок занимает область легирования (от $5 \cdot 10^{19}$ до $5 \cdot 10^{20}$) см^{-3} (до появления второй фазы). В этой области легирования увеличение концентрации кремния практически не приводит к увеличению концентрации носителей. Кремний в антимониде галлия является поверхностно-инактивной примесью, что исключает возможность скопления атомов кремния на фронте кристаллизации с последующим захватом растущим кристаллом и образованием неактивных микрообластей. Поэтому более вероятно образование различных комплексов с остаточными вакансиями и компонентами соединения.

Наше предположение о восстановлении кремнием окислов галлия и сурьмы укрепляется результатами одновременного легирования антимонида галлия кремнием и алюминием. Алюминий является нейтральной примесью. Ее добавление в чистый расплав антимонида галлия практически не изменяет исходную концентрацию носителей, но улучшает подвижность.

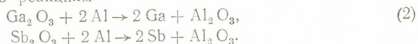
На рис. 2 представлен монокристалл антимонида галлия, легированного алюминием. Концентрация последнего в расплаве была $8 \cdot 10^{13}$ см^{-3} . Данные исходного монокристалла антимонида галлия были таковы: $\rho = 1,2 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 400$ $\text{см}^2/\text{в сек}$.

Рис. 2. Монокристалл Ga Sb + Al: 1—
 $\rho = 1,2 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 400$ $\text{см}^2/\text{в сек}$;
2— $\rho = 1,38 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 650$ $\text{см}^2/\text{в сек}$;
3— $\rho = 1,42 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 680$ $\text{см}^2/\text{в сек}$;
4— $\rho = 1,65 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 530$ $\text{см}^2/\text{в сек}$;
5— $\rho = 1,7 \cdot 10^{17}$ см^{-3} , $R_{\sigma} = 380$ $\text{см}^2/\text{в сек}$



Незначительное увеличение концентрации дырок можно объяснить активным взаимодействием алюминия с материалом тигля и черпачка. Химанализ показал, что такие примеси, как Sn, Mn, Co, которые не наблюдались (отсутствовали) в чистом GaSb и Al, появляются в легированных кристаллах.

Увеличение подвижности носителей, по-видимому, связано с восстановлением окислов Ga и Sb алюминием. Это восстановление может происходить по реакциям



При одновременном легировании горизонтального участка в начале кривой зависимости $(p-n) = f(N)$ практически нет — увеличение концентрации кремния в расплаве (при неизменной концентрации алю-

миния) вызывает рост концентрации дырок (кривая 1 на рис. 1). При двойном легировании вместо сероватого пепла на поверхности расплава образуется серебристый слой, который тянется за растущим кристаллом и обхватывает его. Химический анализ этого слоя показал, что он в основном состоит из Al_2O_3 .

Отсутствие горизонтального участка в начале кривой 1 можно объяснить, если учесть, что сродство к кислороду у алюминия больше, чем у кремния (1). Следовательно, при двойном легировании доминирующими являются реакции типа (2). Это вызывает «высвобождение» атомов кремния и ускорение процесса увеличения концентрации дырок.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.7.1977)

ფიზიკა

ბ. კუკულაძე, მ. ჩიხლაძე, ა. მუხომიძე, დ. ვაშაკიძე
ბალონის ანტიმონიდში სილიციუმით ლეგირების
საკითხისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია სილიციუმის ქცევა გალიუმის ანტიმონიდში. ნაჩვენებია, რომ სილიციუმის ატომების ნაწილი, სილიციუმის ქანგბადის მიმართ უფრო დიდი სწრაფვის გამო, აღადგენს GaSb-ის ძირითად კომპონენტებს და ამრიგად ასუფთავებს კრისტალს, ნაწილი კი შედის კრისტალში და ლეგირების სხვადასხვა უბანში ამჟღავნებს სხვადასხვა ბუნებას. ნაჩვენებია სილიციუმის ამფოტერობა GaSb-ში და განსაზღვრულია ხსნადობის ზღვარი.

PHYSICS

G. V. KUKULADZE, M. N. CHIKHLADZE, A. A. ENUKIDZE,
D. Z. VASHAKIDZE
BEHAVIOUR OF SILICON IN GALLIUM ANTIMONIDE

Summary

The behaviour of silicon in gallium antimonide has been investigated. It is shown that a part of silicon atoms—due to their considerable affinity with those of oxygen—reduces the main components of GaSb, thereby purifying the crystal. The other part enters the crystal, and in various regions of doping exhibits different properties. The amphoteric character of silicon in GaSb is shown and the solubility limit determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Маделунг. Физика полупроводниковых соединений элементов III и V групп. М., 1967.
2. С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. Материаловедение полупроводников и металловедение. М., 1973.
3. Г. В. Кукуладзе, М. Н. Чихладзе, Д. З. Вашакидзе, Ш. Р. Бакрадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, Физика, 1975.
4. Н. С. Рытова, В. И. Фистуль. ФТП, т. 4, 1976, 1109.
5. I. T. Edmond. Proc. Phys Soc. 73, 622, 1959.
6. O. G. Folberth, E. Schillmann. Z. Naturforsch. 12a, 943, 1957 г.
7. И. И. Бурдияч, С. Б. Мальцев, И. Ф. Миронов, Ю. Г. Шретер. ФТП, т. 5, вып. 10, 1971.
8. D. Effer, P. I. Effer. I. Phys. Chem. Solids 1964 v. 25. p 451-460.
9. С. А. Медведев. Введение в технологию полупроводниковых материалов. М., 1970.
10. В. И. Фистуль. Введение в физику полупроводников. М., 1975.



И. Д. КИРВАЛИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЯВЛЕНИЕ СХВАТЫВАНИЯ ПРИ ЦАРАПАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 8.7.1977)

Известно, что при царапании по стеклу прутком титана (а также циркония) оставляет на нем прочно прилипающую полоску с металлическим блеском [1]. Как показали наши опыты, такая же блестящая металлическая полоска образуется и на механически полированной поверхности монокристалла кремния при царапании по ней прутком титана или циркония.

При аналогичных опытах на свежеполитированной поверхности монокристалла германия такая полоска не образуется. Однако достаточно налить на поверхность монокристалла германия несколько капель этилового спирта или бензола и как титан, так и цирконий при царапании на смоченном участке хорошо схватываются и оставляют блестящие полоски⁽¹⁾.

На основании результатов опытов с монокристаллом германия был поставлен вопрос о возможности осуществления схватывания при царапании монокристаллов кремния и германия другими металлами, кроме циркония и титана, в среде поверхностно-активных органических веществ. При проверке ряда металлов было обнаружено, что в среде поверхностно-активных веществ (бензол, спирт) при царапании с полированными поверхностями таких веществ, как кварц, стекло, кремний и германий, схватываются следующие металлы: алюминий, магний, алюминиевые сплавы.

Резкое повышение способности схватывания под действием поверхностно-активных органических веществ наблюдалось также при царапании прутками из алюминия, магния и алюминиевых сплавов полированных поверхностей металлов: молибдена, тантала и стали.

⁽¹⁾ Схватывание (сцепление, слипание) одноименных и разноименных металлов -- широко распространенное явление, заключающееся в образовании прочных взаимных соединений в результате совместного пластического деформирования, а также при трении [2].

Как известно, дугообразные трещины образуются на полированной поверхности стекла при качении нагруженного стального шарика или при движении нагруженного, неподвижно закрепленного в оправке стального шарика [3]. В наших опытах было замечено образование дугообразных трещин при царапании прутком дюралюминия, полированной поверхности монокристалла кремния и германия в присутствии поверхностно-активных веществ. Однако без поверхностно-активных веществ дюралюминиевый пруток скользит по полированной поверхности монокристалла кремния и германия и при этом не образуются ни металлические полоски, ни дугообразные трещины.

Таким образом, можно считать экспериментально установленным влияние поверхностно-активных органических веществ на проявление схватывания при царапании металлами (алюминием, магнием и алюминиевыми сплавами) на полированных поверхностях стекла, кварца, кремния, германия, а также на полированных поверхностях ряда металлов, таких как сталь, тантал и молибден.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 15.7.1977)

ფიზიკა

ი. კირვალიძე

ზედაპირულად აპტიურ ორგანულ ნივთიერებათა გავლენა კაწვრის
 დროს ჩაჭიდულების გამოვლინებაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია ზედაპირულად აპტიურ ორგანულ ნივთიერებათა (ბენზოლი, სპირტი) გავლენა ჩაჭიდულების გამოვლინებაზე ალუმინით, მაგნიუმით და ალუმინის შენადნებით მინის, კვარცის, სილიციუმის გერმანიუმის და ზოგიერთი ლითონის (ფოლადის, ტანტალის და მოლიბდენის) პრიალა ზედაპირის კაწვრისას.

PHYSICS

I. D. KIRVALIDZE

THE EFFECT OF SURFACE-ACTIVE ORGANIC SUBSTANCES ON
 THE DEVELOPMENT OF SETTING IN THE PROCESS OF SCRATCHING

Summary

The effect of surface-active organic substances (benzene, alcohol) on the development of setting during scratching with aluminium, magnesium

and aluminium alloys) of polished surfaces of glass, quartz, germanium and some metals (steel, tantalum, molybdenum) is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Славинский. Физико-химические свойства элементов. М., 1952.
2. А. П. Семенов. Схватывание металлов. М., 1958.
3. Н. И. Качалов. Основы процессов шлифовки и полировки стекла. М.,—Л., 1946.

О. К. ШОНИЯ, Э. И. ХАХУТАШВИЛИ, С. В. ВЕЛТАУРИ,
 М. И. ГУЛБАТАШВИЛИ

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 23.6.1977)

Физические основы цифрового измерения H -составляющей магнитного поля Земли методом минимума изложены в [1]. Критерием метода является

$$H = \arg \min \rho(\tilde{a} - a),$$

$$a \in A$$

где A — диапазон показаний прибора, \tilde{a} , a — измеряемые величины.

1. Согласно блок-схеме [1] цифровой измеритель H состоит из двух основных частей: измеритель модуля напряженности магнитного поля Земли и компенсирующее устройство. В качестве измерителя модуля взят 5-разрядный «квантовый T -магнитометр» [2]. Общий вид компенсирующего устройства дан на рис. 1.

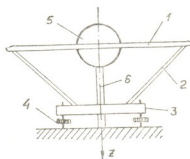


Рис. 1. Компенсирующее устройство
 цифрового H -метра

Из [1] следует, что точность измерений H -составляющей поля в первую очередь определяется тем, насколько точно ориентировано на зенит реальное магнитное компенсирующее поле. В действительности необходимую ориентацию очень трудно осуществить. Еще труднее сохранить ее неизменной на длительное время. Поэтому конкретный вид выполнения компенсирующего устройства и методика его юстировки оказали решающее влияние на результаты работы прибора. Компенсирующее устройство цифрового H -метра с самого начала было задумано как самостоятельное: датчик измерителя модуля (5) установлен на отдельной опоре, укрепленной в основании прибора (6).

Компенсирующее поле $-\vec{z}$ создается одной большой кольцевой обмоткой $D=95$ см и содержит 50 витков медного изолированного провода ПЭВ-0,47 мм. С целью придания жесткости и стабильности обмотка заключена в дюралевую трубку, согнутую в виде кольца (1). Кольцо (1) посредством трех дюралевых трубок (2) установлено на 38 „მეცნიერება“, ტ. 87, № 3, 1977

массивном опорном кольце (3) из латуни. Опорное кольцо имеет три регулировочных винта (4). Винты снабжены лимбами, по которым ведутся отсчеты при юстировке ориентации компенсирующего кольца (1).

Таблица 1
 Результаты испытаний цифрового H -метра

№№	Дата	Время GMT	$H_T \cdot \gamma$	$H_M \cdot \gamma$	$H_T - H_M \cdot \gamma$	$\bar{x} - x$	$(\bar{x} - x)^2$
1	5.03.75	11.12	24 144	24 147,5	-3,5	-0,2	0,04
2	5.03.75	11.52	24 146	24 152	-6,0	+2,3	5,29
3	6.03.75	10.21	24 176	24 181,5	-5,5	+1,8	3,24
4	7.03.75	10.37	24 191	24 194	-3,0	-0,7	0,49
5	12.03.75	10.57	24 161	24 168	-7,0	+3,3	10,89
6	13.03.75	10.45	24 164	24 169	-5,0	+1,3	1,69
7	19.03.75	11.33	24 183	24 186,5	-3,5	-0,2	0,04
8	20.03.75	10.46	24 185	24 190	-5,0	+1,3	1,69
9	21.03.75	12.40	24 192	24 196	-4,0	+0,3	0,09
10	24.03.75	12.22	24 168	24 170,9	-2,9	-0,8	0,64
11	25.03.75	12.42	24 183	24 185	-2,0	-1,7	2,89
12	26.03.75	6.58	24 226	24 228	-2,0	-1,7	2,89
13	27.03.75	13.50	24 157	24 159,8	-2,8	-0,9	0,81
14	28.03.75	11.03	24 164	24 170	-6,0	+2,3	5,29
15	29.03.75	12.10	24 166	24 168,5	-2,5	-1,2	1,44
16	30.03.75	11.12	24 188	24 192	-4,0	+0,3	0,09
17	31.03.75	6.53	24 171	24 174,5	-3,5	-0,2	0,04
18	1.04.75	10.44	24 192	24 197	-5,0	+1,3	1,69
19	2.04.75	9.26	24 207	24 210	-3,0	-0,7	0,49
20	3.04.75	7.05	24 199	24 199	0	-3,7	13,69
21	4.04.75	11.54	24 202	24 206	-4,0	+0,3	0,09
22	5.04.75	14.46	24 201	24 203	-2,0	-1,7	2,89
23	5.04.75	15.17	24 197	24 199	-2,0	-1,7	2,89
24	6.04.75	11.18	24 208	24 213	-5,0	+1,3	1,69
25	7.04.75	5.13	24 179	24 182	-3,0	-0,7	0,49

Примечания. H_T —цифровой прибор; H_M —магнитограмма; $\bar{x} = -3,7\gamma$; $S_n = 1,60\gamma$; по χ^2 : $\alpha = 0,95$; $1,25 < \sigma < 2,24$.

Таблица 2
 Результаты измерений H -составляющей

№№	Дата	Время GMT	$H_T \cdot \gamma$	$H_Q \cdot \gamma$	$H_M \cdot \gamma$	$H_T - H_Q$	$H_T - H_M$
1	12.04.77	11.30	24 214	24 212	24 211	+2	+3
2	13.04.77	12.57	24 209	24 209	24 209	0	0
3	16.04.77	8.52	24 221	24 218	24 220	+3	+1
4	22.04.77	5.05	24 168	24 168	24 168	0	0
5	29.04.77	6.03	24 169	24 167	24 168	+2	+1
6	4.05.77	5.02	24 182	24 181	24 183	+1	-1
7	11.05.77	5.00	24 203	24 203	24 203	0	0
8	16.05.77	5.03	24 151	24 153	24 150	-2	+1
9	23.05.77	5.56	24 204	24 203	24 202	+1	+2

Примечания. H_T —цифровой прибор; H_Q —кварцевый прибор; H_M —магнитограмма.

Для измерения H по компенсирующей обмотке пропускается постоянный ток. Поскольку метод минимума не предусматривает знания величины компенсирующего магнитного поля, то никакие измерительные приборы для определения величины соответствующего электриче-

ского тока не применяются. Поэтому в электрическую цепь, состоящую из компенсирующей обмотки и источника постоянного тока (гальваническая батарея), включен лишь обычный магазин сопротивлений. Посредством этого магазина и производится наблюдателем минимизация показаний цифрового H -метра. Минимизация показаний достигается очень легко и занимает всего несколько секунд времени.

2. Настройка и испытания цифрового H -метра производилась в Душетской геофизической обсерватории следующим образом.

Компенсирующая обмотка (кольцо) предварительно приводится общеизвестным способом в горизонтальное положение посредством отдельного от прибора уровня и регулировочных винтов (4). Измерение H -составляющей магнитного поля Земли сначала производится имеющимся в обсерватории кварцевым H_Q -метром [3, 4] по установленной для него методике, сразу же за этим — цифровым H -метром по методу минимума, затем снова кварцевым H_Q -метром.

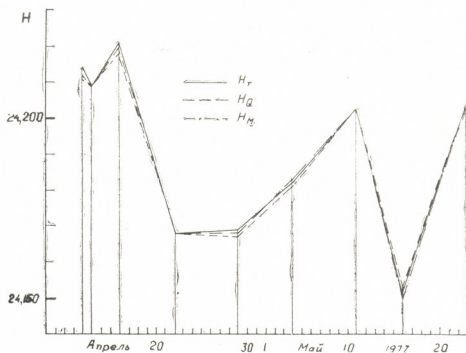


Рис. 2. График работы H -метра

Измеряя H_Q , H_T и записывая одновременно показания лимбов регулировочных винтов, компенсирующее кольцо способом постепенного приближения приводится винтами (4) в такое положение, когда $H_T = H_Q$. Этим заканчивается предварительная настройка цифрового H -метра (H_T).

3. Испытание цифрового H_T -метра производится в несколько этапов: сперва контрольные измерения H_T производятся интервалом в один час, затем ежедневно в течении нескольких месяцев. Поскольку в обсерватории ведется непрерывная запись на фотобумагу параметров магнитного поля Земли, в том числе и H -составляющей, то имеется полная возможность сличения H_Q и магнитограмм с записанными накануне результатами измерений H_T -метром.

Из табл. 1 видно, что H_T -метр показал удовлетворительные результаты, необходимо только ввести коррекцию в ориентации кольца на + 4 гаммы.

4. После длительной контрольной работы, естественно, H_T -метр можно будет включать реже, например, при проведении плановых геомагнитных наблюдений. Некоторые результаты работы цифрового H_T -метра приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Ясно, что аналогичным прибором можно измерить и другую горизонтальную составляющую магнитного поля Земли и затем, посредством элементарных вычислений, определить значение угла склонения — D [1].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 24.6.1977)

გეოფიზიკა

ო. შონია, ე. ხახუტაშვილი, ს. ველთაური, მ. გულბატაშვილი

დედამიწის მაგნიტური ველის ჰორიზონტალური მდგენელის
 ციფრული მზომი

რეზიუმე

H -მდგენელის ციფრული გაზომვის ფიზიკური საფუძვლები მოცემულია [1]-ში. ხელსაწყო შედგება 2 ძირითადი ნაწილისაგან: მაგნიტური ველის დაძაბულობის ციფრული მზომი და საკომპენსაციო მოწყობილობა. H -მდგენელის გაზომვისას გადაწყვეტილია ძნიშვნელობა აქვს საკომპენსაციო ველის ზენიტზე ორიენტაციის სიზუსტეს, სტაბილობას. მოცემულია ხელსაწყოს მოკლე აღწერა, ობსერვატორიაში მისი გამართვის და გამოცდის მეთოდები. ნაჩვენებია ციფრული H -მზომის გამოცდის და მუშაობის შედეგები.

GEOPHYSICS

O. K. SHONIA, E. I. KHAKHUTASHVILI, S. V. VELTAURI, M. I. GULBATASHVILI

THE DIGITAL H -METER OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD

Summary

The Dusheti Geophysical Observatory digital H -meter operated by the method of minimum, is described; methods of its tuning and testing and the results obtained are presented.

The key factor in the measurement of H -component is the precision of orientation to the zenith of the compensating magnetic field. This is obtained by means of three adjustment screws supplied with measuring limbs. The error of the digital H -meter amounts to $\Delta H = \pm 3\gamma$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. К. Шония. Сообщения АН ГССР, 80, № 1, 1975.
2. Квантовый Т-магнитометр. Техническое описание. М., 1969.
3. Б. М. Яновский. Земной магнетизм, т. I, II. Л., 1964.
4. Кварцевый Н-магнитометр. Техническое описание. Л., 1956.



Л. С. ЧОТОРЛИШВИЛИ

ПРЕДСКАЗАНИЕ СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ
 РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА, ПОКРЫТОГО СНЕГОМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 1.6.1977)

Снег, покрывающий чайные плантации, играет существенную роль в формировании условий перезимовки растений, знание которых весьма важно для сельского хозяйства.

Используя квазистационарный характер распространения тепла в приземном слое воздуха, будем иметь следующие исходные уравнения [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_1}{\partial t} &= k_1^2 \frac{\partial^2 T_1}{\partial z^2}, & H_1 \leq z < \infty, \\ \frac{\partial}{\partial z} (\alpha_2 + \mu_2 z) \frac{\partial T_2}{\partial z} &= 0, & 0 \leq z \leq H_1, \\ \frac{\partial T_3}{\partial t} &= k_3^2 \frac{\partial^2 T_3}{\partial z^2} + \frac{\beta_3}{c_3 \rho_3} aJ \exp(-\beta_3 z), & 0 \leq z \leq h, \\ \frac{\partial T_4}{\partial t} &= k_4^2 \frac{\partial^2 T_4}{\partial z^2} + \frac{\beta_4}{c_4 \rho_4} aJ \exp[-\beta_3 h - \beta_4(z-h)], & h \leq z \leq h_1, \\ \frac{\partial T_5}{\partial t} &= k_5^2 \frac{\partial^2 T_5}{\partial z^2}, & h_1 \leq z < \infty, \end{aligned} \quad (1)$$

где $T_j(z, t)$ — температуры воздуха, снега, растительного покрова и почвы соответственно; J — суммарная солнечная радиация, приходящаяся на поверхность снега; k_1^2 — коэффициент турбулентности в слое воздуха $z \geq H_1$; α_2 — коэффициент молекулярной диффузии воздуха; μ_2 — параметр, характеризующий изменение коэффициента турбулентности в приземном слое воздуха; c_3, ρ_3, k_3^2 — теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности снега; β_3 — коэффициент ослабления солнечной радиации в снеге; a — альbedo поверхности снега; c_4, ρ_4, k_4^2 — теплоемкость, плотность и коэффициент температуропроводности растительного слоя; β_4 — коэффициент ослабления солнечной радиации в растительном покрове; k_5^2 — коэффициент температуропроводности почвы; H_1 — высота, выше которой коэффициент турбулентности остается постоянным; h — глубина снежного покрова; h_1 — расстояние от поверхности снежного покрова до поверхности почвы; t — время; z — вертикальная координата, направленная вверх от поверхности снега для воздуха и вниз для снежного покрова.



Будем искать отклонение температуры от среднесуточного значения. Ясно, что начальные условия будут нулевые. Граничные условия будут следующие:

$$1) \quad z=H_1, \quad T_1=T_2, \quad \frac{\partial T_1}{\partial z} = \frac{\partial T_2}{\partial z}, \quad (2)$$

$$2) \quad z=0, \quad T_2=T_3, \quad -c_p \rho \kappa_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} - L \kappa_2 \frac{\partial q}{\partial z} - \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial z} + E = 0, \quad (3)$$

$$3) \quad z=h, \quad T_3=T_4, \quad \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial z} = \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial z}, \quad (4)$$

$$4) \quad z=h_1, \quad T_4=T_5, \quad \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial z} - \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial z} = aJ \exp[-\beta_3 h - \beta_4 (h_1 - h)], \quad (5)$$

$$5) \quad z=\infty \quad T_1=T_5=0, \quad (6)$$

где c_p , ρ , q —теплоемкость, плотность и удельная влажность воздуха; L —скрытая теплота возгонки льда; λ_3 , λ_4 , λ_5 —коэффициенты теплопроводности снега, растительного слоя и почвы; E —отклонение эффективного излучения с поверхности снега от его среднесуточного значения E_0 . Для определения E М. Е. Берлянд предлагает [1]

$$E = E_0 - \nu c_p \rho \kappa_2 \left. \frac{\partial T_2}{\partial z} \right|_{z=0} + \gamma T_{20},$$

$$\nu = \frac{4\delta\sigma(273 + T_{30})^3}{c_p \mu_2} \ln \frac{\alpha_2 + \mu_2 z}{\alpha_2}, \quad \gamma = 4\delta\sigma(273 + T_{20})^3 f(q), \quad (7)$$

где σ — постоянная Стефана—Больцмана; δ показывает, насколько излучение поверхности снега приближается к излучению черного тела, $f(q)$ — функция от влажности; $z=2$ м.

На поверхности снежного покрова воздух насыщен, поэтому, используя связь между насыщенной удельной влажностью q_n и насыщающей упругостью водяного пара e_n мм и зависимости e_n от температуры, можно написать [1]

$$q_n(T_3) = q_n(T_{30}) + \nu_1 T_3, \quad (8)$$

$$q_n(T_{30}) = \frac{0,623}{P} 6,1 \exp\left(\frac{17,1 T_{20}}{235 + T_{30}}\right), \quad \nu_1 = q_n(T_{30}) \frac{17,1}{235 + T_{30}},$$

где $q(T_{30})$ —насыщающая удельная влажность при среднесуточных значениях температуры T_{30} ; $\nu_1 T_3$ —отклонение от среднесуточного.

С учетом (7) и (8) условие (3) запишем в виде

$$-c'_p \rho \kappa_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} - \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial z} + \gamma T_{20} = 0, \quad c'_p = c_p(1 + \nu) + \nu_1 L. \quad (9)$$

Задачу решим методом Фурье. Для этого представим T_i и J в виде

$$T_{jn}(z, t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} T_{jn}(z) \exp(in\omega t), \quad J(0, t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} J_n(0) \exp(in\omega t), \quad n \neq 0 \quad (10)$$

и, подставив в (1), получим для определения коэффициентов Фурье систему обыкновенных дифференциальных уравнений, решения которых будут

$$T_{1n} = A_{1n} \exp\left(-\frac{z-H_1}{k_1} \sqrt{i n \omega}\right) + A_{2n} \exp\left(\frac{z-H_1}{k_1} \sqrt{i n \omega}\right),$$

$$T_{2n} = \frac{B_{1n}}{\mu^2} \ln \frac{\alpha_2 + \mu_2 z}{\alpha_2} + B_{2n},$$

$$T_{3n} = C_{1n} \exp\left(-\frac{z}{k_3} \sqrt{i n \omega}\right) + C_{2n} \exp\left(\frac{z}{k_3} \sqrt{i n \omega}\right) + m_3 \exp(-\beta_3 z),$$

$$T_{4n} = D_{1n} \exp\left(-\frac{z}{k_4} \sqrt{i n \omega}\right) + D_{2n} \exp\left(\frac{z}{k_4} \sqrt{i n \omega}\right) + m_4 \exp[-\beta_3 h - \beta_4(z-h)],$$

$$T_{5n} = E_{1n} \exp\left(-\frac{z-h_1}{k_5} \sqrt{i n \omega}\right) + E_{2n} \exp\left(\frac{z-h_1}{k_5} \sqrt{i n \omega}\right),$$

где

$$m_3 = -\frac{\beta_3 a J_n}{c_3 \rho_3 (k_3^2 \beta_3^2 - i n \omega)}, \quad m_4 = -\frac{\beta_4 a J_n}{c_4 \rho_4 (k_4^2 \beta_4^2 - i n \omega)}.$$

Для определения постоянных A_{1n}, B_{1n}, \dots используем граничные условия (2—6), (9), при удовлетворении которых отбросим слагаемые, связанные с поглощением солнечной радиации на поверхности почвы, как незначительные и примем равными слагаемые, выражающие потоки тепла, обусловленные поглощением солнечной радиацией на поверхности раздела снег—растительный покров. Тогда найдем

$$D_{1n} = -\frac{(a_{1n} + i b_{1n}) m_4}{(a_{3n} + b_{3n}) \Delta_1}, \quad D_{2n} = \frac{\Lambda_4 - \Lambda_5}{\Lambda_4 + \Lambda_5} D_{1n} \exp\left(-\frac{2h_1}{k_4} \sqrt{i n \omega}\right),$$

где

$$\Lambda_1 = c'_p \rho \sqrt{\alpha_2}, \quad \Lambda_3 = c_3 \rho_3 k_3, \quad \Lambda_4 = c_4 \rho_4 k_4, \quad \Lambda_5 = c_5 \rho_5 k_5,$$

$$a_{1n} = s(\gamma + \lambda_3 \beta_3) + (s \Lambda_1 + \gamma + \lambda_3 \beta_3) \sqrt{\frac{n \omega}{2}}, \quad a_{2n} = \gamma s + [s(\Lambda_1 - \Lambda_3) + \gamma] \sqrt{\frac{n \omega}{2}},$$

$$a_{3n} = \gamma s + [s(\Lambda_1 + \Lambda_3) + \gamma] \sqrt{\frac{n \omega}{2}}, \quad b_{1n} = (s \Lambda_1 + \gamma + \lambda_3 \beta_3) \sqrt{\frac{n \omega}{2}},$$

$$b_{2n} = \Lambda_3 n \omega + [s(\Lambda_1 - \Lambda_3) + \gamma] \sqrt{\frac{n \omega}{2}}, \quad b_{3n} = -\Lambda_3 n \omega + [s(\Lambda_1 - \Lambda_3) + \gamma] \sqrt{\frac{n \omega}{2}},$$

$$s = \frac{\mu_2}{k_1 (\ln k_1^2 - \ln \alpha_2)}, \quad \alpha_1 = \frac{a_{1n} + i b_{2n}}{a_{3n} + i b_{3n}}, \quad \alpha_2 = \frac{h_1 - h}{k_4} \sqrt{i n \omega},$$

$$\alpha_3 = \left(\frac{h}{k_3} + \frac{h_1 - h}{k_4}\right) \sqrt{i n \omega}, \quad \alpha_4 = \left(\frac{h}{k_3} - \frac{h_1 - h}{k_4}\right) \sqrt{i n \omega}, \quad \Delta_1 = \Delta_2 + \alpha_1 \Delta_3,$$

$$\Delta_2 = \left[\frac{(\Lambda_3 - \Lambda_4)(\Lambda_4 + \Lambda_5)}{2\Lambda_3} + \frac{(\Lambda_3 - \Lambda_4)(\Lambda_4 - \Lambda_5)}{2\Lambda_3} \exp(-2\alpha_2) \right] \exp \alpha_3,$$

$$\Delta_3 = \left[\frac{(\Lambda_3 - \Lambda_4)(\Lambda_4 + \Lambda_5)}{2\Lambda_3} + \frac{(\Lambda_3 + \Lambda_4)(\Lambda_4 - \Lambda_5)}{2\Lambda_3} \exp(-2\alpha_2) \right] \exp \alpha_4.$$

Подставив $T_{4n}(z)$ в (10), получим

$$T_4(z, t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \left[D_{1n} \exp \left(-\frac{z}{k_4} \sqrt{i n \omega} \right) + D_{2n} \exp \left(\frac{z}{k_4} \sqrt{i n \omega} \right) + m_{4n} \exp(-\beta_3 h - \beta_4(z-h)) \right] \exp(i n \omega t).$$

Аналогично можно определить $T_1(z, t)$, $T_2(z, t)$, $T_3(z, t)$ и $T_5(z, t)$.

Тбилисский филиал ВНИИМ
 им. Д. И. Менделеева

(Поступило 2.6.1977)

გეოფიზიკა

ლ. ჭოტორლიშვილი

თოვლით დაფარული მცენარეული საფარის ტემპერატურის
 დღეღამური ცვლილებების პროგნოზირება

რეზიუმე

განხილულია თოვლით დაფარული მცენარეული საფარის, სახელდობრ, ჩაის პლანტაციების ტემპერატურის დღეღამურ ცვლილებათა პროგნოზირების საკითხი თოვლისა და მცენარეულობის საფარველებში მზის რადიაციის შთანქმის გათვალისწინებით. ტურბულენტობის კოეფიციენტისათვის გამოყენებულია იუდინ — შვეტის მოდელი.

GEOPHYSICS

L. S. CHOTORLISHVILI

PREDICTION OF THE DAILY VARIATION OF THE TEMPERATURE OF SNOW-COVERED PLANTS

Summary

The paper deals with the problem of predicting the daily variation of the temperature of tea plantations under snow, taking into account the penetration of the sun radiation into the snow and plant layers. The model of Yudin-Shvets is used for the coefficient of turbulence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Е. Берльянд. Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. Л., 1956.



О. В. ЛУРСМАНАШВИЛИ

ВРЕМЕННО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАВКАЗА И ВОЗМОЖНОСТЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЧЕРЕЗ ПЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 21.6.1977)

Согласно гипотезе, выдвинутой в [1], градиентное поле механических напряжений, образующееся в эпицентральной зоне вследствие землетрясения, обуславливает возникновение медленных пластических волн [2—4]. Было также сделано несколько дополнительных предположений: 1) землетрясения могут возбудить два рода пластических волн — волну сжатия-разряжения и волну сдвига; 2) пластические волны, переносящие деформации с величиной, превосходящей предел упругости, потенциально должны быть способными содействовать возникновению последующих землетрясений, т. е. можно ожидать, что пластические волны на своем пути распространения будут способствовать возникновению землетрясений во всех тех местах, где тектонические силы предварительно успели накопить напряжения, близкие по величине к критическому; 3) в случае взаимосвязи землетрясений через пластические волны между межэпицентральным расстоянием связанных землетрясений и соответствующим интервалом времени должна существовать определенная функциональная зависимость, в частности, при постоянстве скорости пластических волн эта зависимость должна быть линейной, типа

$$\Delta = \Delta_0 + CT, \quad (1)$$

где Δ_0 — эпицентральное расстояние до зоны возникновения пластических волн, C — скорость распространения пластических волн, T — интервал времени между связанными землетрясениями.

С целью нахождения ожидаемого следа влияния пластических волн на временно-пространственное распределение землетрясений нами изучена повторяемость землетрясений Кавказа за 1800—1970 гг. При поиске интересующей зависимости использовался метод постепенного исключения из рассмотрения слабых толчков. Анализ повторения землетрясений за отмеченный период показал, что ожидаемый эффект яснее всего замечается в распределении сильных с $M \geq 5^{3/4}$ землетрясений 1920—1948 гг. [5]. При постройке интересующей зависимости $\Delta = f(T)$ измерялись межэпицентральные расстояния Δ_i и соответствующие интервалы времени T_i для каждой i пары последовательно происходящих землетрясений. Данным измерений одной пары землетрясений на плоскости координатной системы расстояние — интервал времени соответствует одна точка. Конечное распределение полученных таким образом точек на указанной плоскости дано на рис. 1. Как видим, точки располагаются на двух парах параллельных прямых. Причем порядок расположения точек на этих прямых подчиняется вполне определенной последовательности—за первые 10—11 лет точки

располагаются только вдоль прямых типа S за второй 10-11-летний период — на второй паре прямых типа P , а за следующий период они вновь попадают на прямые типа S , т. е. за рассмотренный интервал времени характер связи землетрясений как бы претерпевает периодические изменения со средним периодом 10-11 лет.

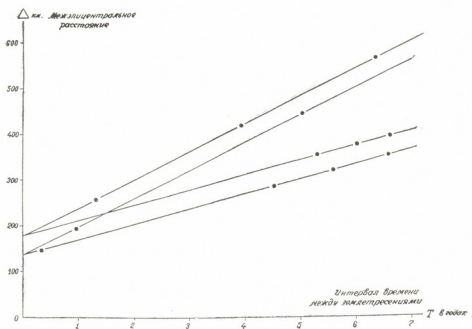


Рис. 1. Распределение точек $(\Delta_i T_i)$ на плоскости (Δ, T) , где (Δ_i) —расстояние между эпицентрами i и $i+1$ ($i=1,2,3$) последовательно происходящих землетрясений, T_i — интервал времени между теми же i и $i+1$ землетрясениями

Первая пара P_1 и P_2 и вторая пара S_1 и S_2 прямых пересекаются в начале координатной системы при $T=0$, $\Delta_0=132 \pm 10$ км и $T=0$, $\Delta_0=172 \pm 10$ км. Угловой коэффициент первой пары составляет $C_s=33$ км/год, а второй пары — $C_p=60$ км/год.

Полученные зависимости можно представить уравнениями:

$$\Delta = 132 + 33 T \quad (2), \quad \Delta = 172 + 33 T \quad (4),$$

$$\Delta = 132 + 60 T \quad (3), \quad \Delta = 172 + 60 T \quad (5).$$

На основе рассмотренной выше гипотезы этим зависимостям можно дать следующую геофизическую интерпретацию: за 1920-1948 гг. в результате сильных с $M \geq 5^{3/4}$ землетрясений Кавказа на удалениях $\Delta_1=132$ и $\Delta_2=172$ км от эпицентра возникали два рода пластических волн, условно названных нами продольными и поперечными пластическими волнами. Эти волны распространялись соответственно со скоростями $C_p=60$ км/год и $C_s=33$ км/год и, перенося большие деформации, способствовали происхождению последующих землетрясений.

Можно также заметить, что в условиях Кавказа величина скоростей пластических волн, так же как дальность Δ_1 и Δ_2 зон возникновения пластических волн, в диапазоне магнитуд $5^{3/4}$ - $6^{3/4}$ и глубин 0-60 км не зависит от магнитуды и глубины очага землетрясения. Исключение

составляет землетрясение 1935 г. $H=150$ км, в отношении которого уравнения (2) ÷ (5) удовлетворяются только в том случае, если межэпицентральные расстояния заменить расстоянием между очагами.

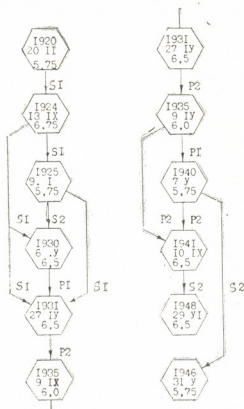


Рис. 2. Схема связи землетрясений

Схема связи землетрясений дана на рис. 2, где землетрясения обозначены шестиугольниками; числа в шестиугольниках означают по порядку год, число, месяц и магнитуду землетрясения; связь между землетрясениями показана стрелками, около стрелок надписи P_1 , P_2 , S_1 , S_2 означают вид пластических волн и номер границы Δ_1 и Δ_2 образования пластических волн.

Из рис. 2 видно, что за 1920-1948 гг. в происхождении каждого сильного землетрясения на Кавказе принимала участие одна или несколько пластических волн, что очаг каждого сильного землетрясения находится на соответствующей изохроне или на пересечении изохрон пластических волн, образованных предыдущими землетрясениями.

Таким образом, резюмируя вышесказанное, можно прийти к заключению, что особенности временно-пространственного распределения сильных с $M \geq 5^{3/4}$ землетрясений Кавказа допускают возможность возникновения пластических волн при землетрясениях и способность этих волн в отдельные периоды времени стать инициирующим фактором последующих землетрясений. Предполагаемые пластические волны должны возникнуть на расстояниях около 130 и 170 км от эпицентра землетрясения и распространиться со скоростями $C_p=60$ км/год и $C=33$ км/год.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.6.1977)

O. ლურსმანაშვილი

კავკასიის ძლიერი მიწისძვრების დრო-სივრცული განაწილება და პლასტიკური ტალღებით მიწისძვრათა ურთიერთკავშირის შესაძლებლობა

რეზიუმე

კავკასიის ძლიერი მიწისძვრების სივრცული განაწილება შეიძლება კარგად აიხსნას, თუ დავეუფებთ, რომ მიწისძვრის არედან 130—170 კმ მანძილებზე ჩნდება პლასტიკური ტალღები, რომლებიც 33—60 კმ/წ დ სიჩქარით ვრცელდებიან დედამიწის ქერქში და აქვთ უნარი მოახდინონ მიწისძვრა ყველგან, სადაც ტექტონიკური დაძაბულობა ახლოსაა კრიტიკულ მნიშვნელობასთან.

GEOPHYSICS

O. V. LURSMANASHVILI

TIME-SPATIAL DISTRIBUTION OF THE STRONG EARTHQUAKES OF THE CAUCASUS AND THEIR POSSIBLE INTERRELATIONSHIP WITH PLASTIC WAVES

Summary

The spatial distribution of the strong earthquakes of the Caucasus are well explained if it is admitted that plastic waves appear at 140 and 170 km. from the earthquake epicentre; they propagate in the earth's crust with the annual speed of 33 and 60 km., being capable of triggering earthquakes where the tectonic stress is close to the critical value.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. V. ლურსმანაშვილი. Фонды ТГУ, 1975.
2. Г. Кольский. Волны напряжения в твердых телах. М., 1955, 151—163.
3. Х. А. Рахматулин. Прикл. матем. и мех., т. XII, 1948.
4. Ф. А. Бахшиян. Прикл. матем. и мех., т. XII, 1948, 281—286.
5. Атлас землетрясений в СССР. М., 1962.



К. М. КАРТВЕЛИШВИЛИ

НОРМАЛЬНАЯ СИЛА ТЯЖЕСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ УРОВЕННОГО ЭЛЛИпсоИДА

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 6.7.1977)

В исследованиях многих авторов указывается на необходимость отнесения аномалии силы тяжести к точке наблюдения. Постановка редуцированной проблемы за высоту в этом плане бесспорна. Но приведение нормального значения силы тяжести γ с поверхности относимости (с поверхности уровенного эллипсоида) с помощью нормального вертикального градиента $\frac{\partial \gamma}{\partial n}$ при больших высотах рельефа, вносит существенные ошибки в вычисленных значениях Δg [1]. Это и понятно: при этом не учитывается фактор изменения $\frac{\partial \gamma}{\partial n}$ с высотой.

Ниже выводятся формулы нормального потенциала и силы тяжести как в точках пространства, так и на поверхности нормальной Земли, заданной в форме уровенного эллипсоида вращения.

Следуя подходу Пицетти [2], в [3] получено выражение потенциала притяжения нормальной Земли, состоящей из однородных эллипсоидальных слоев разной плотности. Если примем, что нормальная Земля представляет собой однородный эллипсоид вращения с такой постоянной плотностью ρ , что его масса M и угловая скорость ω равны массе и угловой скорости реальной Земли, то полученное в [3] выражение потенциала притяжения V во внешней точке $P(x, y, z)$ может быть представлено в виде

$$V = K - P(x^2 + y^2) - Qz^2, \quad (1)$$

где функции K , P и Q соответственно равны:

$$K = \frac{3}{2} \frac{fM}{a\sqrt{2\alpha - \alpha^2}} \operatorname{arctgd},$$

$$P = \frac{3}{4} \frac{fM}{a^3\sqrt{(2\alpha - \alpha^2)^3}} \left(\operatorname{arctgd} - \frac{ed}{1 - e^2 d^2} \right), \quad (2)$$

$$Q = \frac{3}{2} \frac{fM}{a^3\sqrt{(2\alpha - \alpha^2)^3}} (ed - \operatorname{arctgd}).$$

Здесь $e = \frac{\sqrt{2\alpha - \alpha^2}}{1 - \alpha}$ — второй эксцентриситет эллипсоида, α — сжатие, а функция d представляет собой отношение малой полуоси данного

эллипсоида к малой полуоси с эллипсоида, софокусного данному и проходящему через точку $P(x, y, z)$:

$$d = \frac{c}{c} = a(1 - \alpha) \sqrt{2} \left[x^2 + y^2 + z^2 - a^2(2\alpha - \alpha^2) + \sqrt{[x^2 + y^2 + z^2 - a^2(2\alpha - \alpha^2)]^2 + 4a^2(2\alpha - \alpha^2)z^2} \right]^{-1/2}. \quad (3)$$

Очевидно, что если (1) будет удовлетворять условиям теоремы Стокса [4], то, прибавив к нему потенциал центробежной силы, задача определения потенциала силы тяжести уровенного эллипсоида вращения будет полностью решена.

Оказалось, что если потенциал притяжения искать в виде линейной комбинации функции K и V

$$\bar{V} = C_1 K + C_2 V, \quad (4)$$

то при соответствующем подборе постоянных C_1 и C_2 , последнее выражение полностью удовлетворяет всем условиям теоремы Стокса.

Нетрудно показать, что постоянные C_1 и C_2 имеют единственные значения, при которых функция \bar{V} удовлетворяет условиям Стокса:

$$C_1 = \frac{2}{3}(1 - C_2), \quad C_2 = \frac{2}{3} \frac{qe^3(1 - \alpha)}{(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e}, \quad \text{где } q = \frac{\omega^2 a^3}{fM}. \quad (5)$$

Подставляя значения C_1 , C_2 K и V в (4) и учитывая потенциал центробежной силы U , точное выражение потенциала силы тяжести нормальной Земли, заданной в форме уровенного эллипсоида вращения, в пространстве будет иметь вид

$$W = \frac{fM}{a} \left(\frac{1}{e(1 - \alpha)} + \frac{1}{3} q \frac{e^2}{(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e} \right) \operatorname{arctged} - \frac{\omega^2(1 + e^2)}{(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e} \times \left[\left(\operatorname{arctged} - \frac{ed}{1 + e^2 d^2} \right) \frac{x^2 + y^2}{2} + (\operatorname{ed} - \operatorname{arctged}) z^2 \right] + \frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2). \quad (6)$$

Как правило, при практических расчетах применяются геодезические координаты φ , λ , H . В этих координатах (6) принимает вид

$$W = \bar{W} \left[\beta \operatorname{arctged} - \beta_1 \left\{ \frac{A}{2} \left(\operatorname{arctged} - \frac{ed}{1 + e^2 d^2} \right) + B(\operatorname{ed} - \operatorname{arctged}) + \beta_2 A \right\} \right], \quad (7)$$

где

$$A = \left(\frac{a}{\sqrt{1 - k \sin^2 \varphi}} + H \right)^2 \cos^2 \varphi, \quad B = \left(\frac{a(1 - \alpha)^2}{\sqrt{1 - k \sin^2 \varphi}} + H \right)^2 \sin^2 \varphi,$$

$$d = a(1 - \alpha) \sqrt{2} \left[A + B - k_1 + \sqrt{(A + B - k_1)^2 + 4k_1 B} \right]^{-1/2}, \quad \bar{W} = \frac{fM}{a},$$

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2\alpha - \alpha^2}} + \frac{1}{3} q \frac{e^2}{(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e} \right),$$

$$\beta_1 = \frac{q(1 + e)^2}{a^2 [(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e]}, \quad \beta_2 = \frac{q}{2a^2}, \quad k = 2\alpha - \alpha^2, \quad (8)$$

$$k_1 = a^2(2\alpha - \alpha^2), \quad k_2 = a^2(1 - \alpha)^2.$$

Для точки на поверхности эллипсоида ($H=0, d=1$)

$$W_0 = \frac{\bar{W}}{\sqrt{2\alpha - \alpha^2}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{2\alpha - \alpha^2}}{1 - \alpha} + \frac{\omega^2 a^2}{2}. \quad (9)$$

Чтобы получить формулу силы тяжести в пространстве, достаточно взять производную от (7) по H с обратным знаком. При этом следует помнить, что величины A, B и d являются функциями H . С учетом сказанного

$$\gamma = \bar{\gamma} \left[\bar{\beta} \frac{d'}{1 + e^2 d^2} + \bar{\beta}_1 \left\{ \frac{A'}{2} \left(\operatorname{arctged} - \frac{ed}{1 + e^2 d^2} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + B' \left(ed - \operatorname{arctged} \right) \right\} - \bar{\beta}_2 A' \right], \quad (10)$$

где

$$A' = 2\sqrt{A} \cos \varphi, \quad B' = 2\sqrt{B} \sin^2 \varphi, \quad d' = \frac{d^3}{2} \left[\frac{A' + B'(1 + e^2 d^2)}{2k_2 - d^2(A + B - k_1)} \right],$$

$$\bar{\gamma} = \frac{fM}{a(1 - \alpha)}, \quad \bar{\beta} = 1 - \frac{2}{3} q \frac{e^2(1 - \alpha)}{(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e},$$

$$\bar{\beta}_1 = \frac{q}{a^2(1 - \alpha) [(3 + e^2) \operatorname{arctge} - 3e]}, \quad \bar{\beta}_2 = q \frac{1 - \alpha}{2a^2}. \quad (11)$$

Если в (10) возьмем $H=0$ и $d=1$, получим формулу нормальной силы тяжести на поверхности уровня эллипсоида, которая в компактной форме запишется следующим образом:

$$\gamma = \frac{\gamma_e - \delta \sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - k \sin^2 \varphi}}, \quad (12)$$

где

$$\gamma_e = \frac{fM}{a^2(1 - \alpha)} \left[1 - \frac{2}{3} q \frac{k\sqrt{k} - 3(1 - \alpha)^2 [\sqrt{k} - (1 - \alpha) \operatorname{arctge}]}{(3 - 2k) \operatorname{arctge} - 3(1 - \alpha) \sqrt{k}} \right],$$

$$\delta = \frac{fM}{a^2(1 - \alpha)} \left[1 - \frac{2}{3} q \frac{k\sqrt{k}}{(3 - 2k) \operatorname{arctge} - 3(1 - \alpha) \sqrt{k}} \right] k. \quad (13)$$

В отличие от существующих к настоящему времени нормальных формул силы тяжести, для которых постоянные коэффициенты определяются из наземных измерений силы тяжести и гипотетических соображений относительно внутреннего строения Земли, входящие в (12) коэффициенты γ_e, δ и k определяются одними лишь фундаментальными

геодезическими постоянными (a, fM, α, ω), которые с высокой точностью определяются из спутниковых данных и астрономо-геодезических измерений.

На XVI Генеральной Ассамблее Международного геодезического и геофизического союза в 1975 г. в качестве уточненных значений фундаментальных геодезических постоянных (помимо других) были приняты [5]:

$$a = 6378140 \text{ м}, fM = 3,986005 \cdot 10^4 \text{ м}^3 \text{ сек}^{-2}, \alpha = 1:298,257, \\ \omega = 7,292115 \text{ рад} \cdot \text{сек}^{-2}.$$

С учетом этих значений:

$$\gamma_e = 978031,752 \text{ мгл}, \delta = -1889,419 \text{ мгл}, k = 0,006694385.$$

Таким образом, окончательно

$$\gamma = \frac{978031,752 + 1889,419 \sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - 0,006694385 \sin^2 \varphi}}. \quad (14)$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 15.7.1977)

გეოფიზიკა

ბ. კარტველიშვილი

ნორმალური სიმძიმის ძალა სივრცეში და დონეობრივი
ელიფსოიდის ზედაპირზე

რეზიუმე

მიღებულია სიმძიმის ძალის ახალი ნორმალური ფორმულა სივრცისა და დონეობრივი ელიფსოიდის ზედაპირისათვის, რომელიც გამოსახულია ფუნდამენტური გეოდეზიური მუდმივების საშუალებით.

GEOPHYSICS

K. M. KARTVELISHVILI

NORMAL GRAVITY IN THE SPACE AND ON THE SURFACE OF A
LEVEL ELLIPSOID

Summary

A new normal gravity formula has been obtained for the space points and the surface of a level ellipsoid, expressed by fundamental geodetic constants.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Картвелишвили. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XXI, 1963.
2. П. Пицетти. Основы механической теории фигуры планет. М.—Л., 1933.
3. М. А. Алексидзе, К. М. Картвелишвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1969.
4. А. А. Михайлов. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли. М., 1930.
5. Р. Ж. Геодезия и аэросъемка, 1976, 1, 52, 49.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР), М. К. ГАДЖИЕВ

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ АЛКИЛИРОВАНИЕ ТИОФЕНОЛА
 МЕТАНОЛОМ

Если реакции алкилирования фенола метанолом посвящены обширные исследования [1—9], то каталитическому алкилированию тиофенола метиловым спиртом проточным методом почти не уделено внимания.

Л. Н. Николенко и В. А. Коптюг [10] сообщили, что при нагревании тиофенола с раствором метиламина при 200°C образуется тиоанизол. Тиофенол нагревался с 20% водным раствором метиламина в течение 6 часов, при этом выход тиоанизола составил 96%. Им же предложен механизм реакции алкилирования тиофенола аминами [10].

Целью настоящей работы является исследование реакции тиофенола с метанолом в гетерогенной системе в присутствии промышленной окиси алюминия марки $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и синтетических цеолитов NaX ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=2,7$) и NaY ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=5,0$), полученных на Горьковском опытном заводе ВНИИ НП.

Опыты проводились на установке проточного типа, обеспечивающей практически постоянную температуру реакционного пространства и равномерную скорость подачи сырья в реактор при атмосферном давлении в среде азота. Во всех опытах использовались свежие образцы катализатора в количестве 10 мл, которые предварительно нагревались до 400°C.

Взаимодействие метанола с тиофенолом осуществлялось в присутствии указанных катализаторов в температурном интервале 220—280°C при объемной скорости 0,5—0,8 час⁻¹ и мольном соотношении $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH}$, меняющемся от 3,57 до 1,19.

Проведенное исследование показало, что алкилирование тиофенола метанолом в принятых условиях сопровождается образованием тиоанизола.

Изучено влияние температуры, мольного соотношения реагирующих соединений и объемной скорости на выход тиоанизола.

Влияние температуры в интервале 220—280°C при постоянной объемной скорости 0,7 час⁻¹ и мольном соотношении тиофенола к метанолу, равном 3,57, на выход тиоанизола и конверсию тиофенола в присутствии $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, NaX и NaY, представлено на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1, наибольший выход тиоанизола наблюдается на катализаторе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, при 260°C (70% вес.), а на цеолитах NaX и NaY, при 220°C (70% вес.).

NaУ — при 270°C, когда содержание сульфида составляет соответственно 49,2 и 44,8% вес.

Понижение конверсии триофенола после 260°C в случае γ -Al₂O₃ и при 270°C в случае NaX и NaУ, по всей вероятности, связано с dealкилированием тиоанизола.

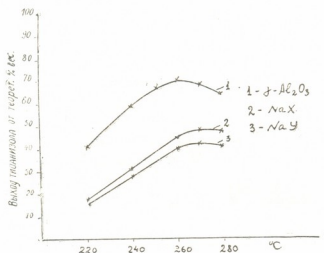


Рис. 1. Зависимость выхода тиоанизола от температуры

На контакте γ -Al₂O₃ было изучено влияние мольного соотношения триофенола к метанолу и объемной скорости подачи сырья на выход тиоанизола.

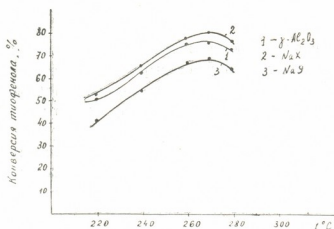


Рис. 2. Зависимость конверсии триофенола от температуры

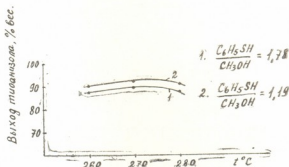
Влияние мольного соотношения триофенола к метиловому спирту при объемной скорости 0,7 час⁻¹ и температурах 260—280°C в присутствии γ -Al₂O₃ представлено на рис. 3. В этом случае выход тиоанизола при соотношении триофенола к метанолу, равном 1,19 (270°C), достиг 92,5% вес. при конверсии триофенола 97,6%.

При той же температуре и мольном соотношении триофенола к метанолу было изучено влияние объемной скорости от 0,5 до 0,8 час⁻¹

на выход тиоанизола (рис. 4). Объемная скорость $0,6 \text{ час}^{-1}$ повысила выход последнего до $97,1\%$ вес., а конверсию тиофенола — до $99,0\%$.

Катализаты анализировались на газо-жидкостном хроматографе «Цвет-103» с пламенно-ионизационным детектором. Длина колонки

Рис. 3. Зависимость выхода тиоанизола от мольного соотношения $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH}$



4 м, внутренний диаметр 3 мм. Колонка была заполнена неподвижной фазой, состоящей из хроматина N—AW (0,200—0,250 меш) и 15% полиметилфенилсиликонового масла. Анализ производился при темпе-

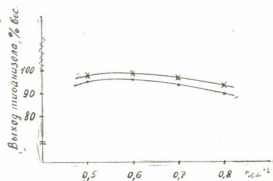


Рис. 4. Влияние объемной скорости на выход тиоанизола (·) и конверсию тиофенола (×)

ратуре колонки 200°C , давлении при входе газа-носителя (гелия) $1,3 \text{ атм}$ и скорости газа-носителя 30 мл/мин .

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

(Поступило 30.6.1977)

ორგანული ქიმია

პრ. არმიძიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბაჯინიძე

თიოფენოლის კატალიზური ალკილირება მეთანოლით რეზიუმე

შესწავლილია თიოფენოლის ალკილირება მეთილის სპირტით აირად ფაზაში სამრეწველო $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ და ცეოლიტების NaX და NaY თანაობისას.

ცდები ჩატარებულია $220\text{--}280^\circ$ ტემპერატურულ ინტერვალში, $0,5\text{--}0,8 \text{ სთ}^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარით და საწყისი ნივთიერებების მოლური ფარდობით $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH}$ $3,57\text{--}1,19$.

ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ალკილირების შედეგად მიიღება თიოანიზოლი, შესწავლილია ტემპერატურის, მოლური ფარდობის და მოცულობითი სიჩქარის გავლენა თიოანიზოლის გამოსავალზე.

დადგენილია, რომ კონტაქტზე — $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (270°), $0,6 \text{ სთ}^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარით და მოლური ფარდობით $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH}-1,19$ თიოანიზოლის გამოსავალი შეადგენს $97,1 \%$ წონით $\%$.

ORGANIC CHEMISTRY

Ch. I. ARESHIDZE, M. K. GADGIEV

CATALYTIC ALKYLATION OF THIOPHENOL BY METHYLATED ALCOHOL

Summary

Alkylation of thiophenol by methylated alcohol in the vapour phase in the presence of industrial γ -alumina and molecular sieve has been studied. The reaction was carried out in the temperature range of $220-280^\circ\text{C}$, at the volume rate $0.5-0.8 \text{ hr}^{-1}$ and molar ratio $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH}$ from 3.57 to 1.19.

The investigation has shown that the alkylation of thiophenol by methylated alcohol is attended by the formation of thioanisole.

The effect of the temperature, the molar ratio of the reagents and volume rate on the yield of thioanisole has been studied. At 270°C , volume rate 0.6 hr^{-1} and molar ratio $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}/\text{CH}_3\text{OH} = 1.19$, the yield of thioanisole amounted to 97.1% .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Sabatier, H. Malier. *Compt. rend.*, 151, 1910, 359.
2. E. Briner, H. Huss, H. Paillard. *Helv. chim. acta*, № 7, 1924, 1048.
3. В. Н. Ипатъев, Н. А. Орлов, А. Д. Петров. *ЖРФХО*, 57, 1927, 181.
4. V. Ipatiew, N. Orlov, A. Petrov. *Ber.*, Bd. 31, 8, 1927, 130.
5. V. Ipatiew, N. Orlov, G. Rasouwaiew. *Bull. Soc.-chim. France*, 37, 1928, 1576.
6. Английский патент 602257, 1948.
7. N. Cullinane, A. Chard. *J. Chem. Soc.* № 3 1954, 821.
8. И. Н. Самсонова. *ЖОХ*, 27, 1957, 2697.
9. Г. Д. Харлампович, Ю. В. Чуркин. *Фенолы*. М., 1974, 235.
10. Л. Н. Николенко, В. А. Коптюг. *ЖОХ*, 25, 1955, 1757.

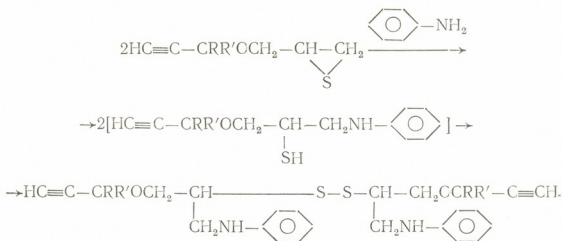
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
 Н. М. ЯШВИЛИ, Е. С. ГЕЛАШВИЛИ

СИНТЕЗ НОВЫХ БИС-ДИАМИНОДИСУЛЬФИДОВ НА ОСНОВЕ
 АЦЕТИЛЕНОВЫХ ТИИРАНОВ

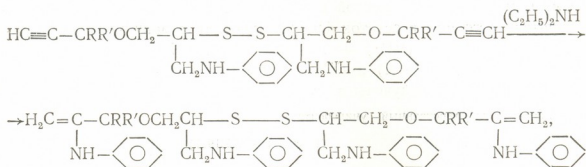
В предыдущих сообщениях [1, 2] нами описан синтез диаминодисульфидов и бис-диаминодисульфидов при взаимодействии ацетиленовых тиранов с некоторыми алифатическими аминами. В этой связи значительный интерес представляет получение вышеуказанных соединений путем включения в орбиту их синтеза ароматических и алифатико-ароматических аминов.

Образование бис-диаминодисульфидов при взаимодействии тиранов с анилином происходит в две стадии. Первоначально происходит образование соответствующих диаминодисульфидов путем расщепления тиранового кольца по С—S связи у первичного углеродного атома с дальнейшим присоединением элементов анилина и образованием соответствующих аминотиолов, которые, по-видимому, самоокисляются даже при проведении процесса в атмосфере азота, и целевые продукты образуются в виде соответствующих дисульфидов, что полностью соответствует данным потенциометрического титрования:



Здесь $\text{R}=\text{R}'=-\text{CH}_3$ [I]; $\text{RR}'=-(\text{CH}_2)_5-$ [II]; $\text{R}=\text{H}$, $\text{R}'=-\text{C}_3\text{H}_7$ [III]. Реакция протекает с выходом 9—13% при проведении процесса в апротонном растворителе (бензол), однако добавление небольшого количества этанола к реакционной смеси способствует повышению выхода продуктов до 22—25%.

Присоединение второй молекулы анилина происходит труднее и соответствующие бис-диаминодисульфиды получены со сравнительно небольшими выходами:



где $R=R'=-\text{CH}_3$ [V]; $RR'=(\text{CH}_2)_5$ [VI]; $R=R'=\text{H}$ [VII].

При взаимодействии ацетиленовых тиранов с 3-п-ксилиламинобутаном реакция протекает с образованием диаминодисульфидов (VIII—X) и бис-диаминодисульфидов (X—XII) одновременно.

Соединения (I—V) и (VIII—XI) для дополнительной идентификации охарактеризованы в виде соответствующих солянокислых солей (XVIII—XX).

Основные показатели, выходы и данные элементного анализа приведены в таблице.

В ИК-спектрах соединений (I—XII) наблюдаются характеристические полосы поглощения S—S в области 530—570 см^{-1} , C—S в области 600—700 см^{-1} , N—H в области 3400 см^{-1} ; в спектрах соединений (I—IV) и (VIII—X) наряду с вышеприведенными полосами поглощения наблюдаются характеристические полосы поглощения $\equiv\text{CH}$ в области 2120 и 3300 см^{-1} , а в спектрах соединений (V—VIII) и (XI—XII) — характеристические полосы поглощения концевой метиленовой группы в области 895,3090 см^{-1} и не наблюдаются полосы поглощения $\equiv\text{CH}$ в области 2120 и 3300 см^{-1} .

ИК-спектры снимались на приборе UR-20 с призмами NaCl, LiF, KBr.

Исходные ацетиленовые тираны получены по известной методике [1].

Получение соединения (I). К 3 г 1,2-эпителипропан-3-окси-3,3-диметилпропан-1 в 1%-ном спиртово-бензольном растворе при охлаждении ледяной водой добавляли 3 г анилина. Смесь нагревали в запаянной ампуле в течение 3 часов. Растворитель отгоняли и остаток фракционировали в вакууме. Выход соединения (I) — 1,1 г.

Соединения (II—IV) получены аналогично.

Получение соединения (V). К 1 г соединения (I) в 1%-ном спиртово-бензольном растворе при охлаждении ледяной водой добавляли 0,15 г анилина. Смесь нагревали в запаянной ампуле в течение 7 часов. Растворитель отгоняли и остаток фракционировали в вакууме. Выход соединения (V) — 0,3 г.

Соединения (VI—VII) получены аналогично.

Получение соединений (VIII) и (XI). К 1,8 г 1,2-эпителипропан-3-окси-3,3-диметилпропан-1 в абсолютном бензоле при охлаждении ледяной водой добавляли 1,7 г 3-п-ксилиламинобутана в бензоле.

Смесь нагревали в запаянной ампуле при 100° в течение 3 часов. Растворитель отгоняли и остаток фракционировали в вакууме.

Выход соединения (VIII) — 1 г и соединения (XI) — 0,6 г.

Соединения (XI—X) и (XII) получены аналогично.

Хлоргидраты получены в условиях, описанных в [1—3].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.7.1977)

ორგანული ქიმია

ი. გვერდციტილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ნ. იაშვილი, ე. გელაშვილი

ზოგიერთი ბის-დიაზინოდისულფიდის სინთეზი აცეტილენური
 თიირანების საფუძველზე

რეზიუმე

აცეტილენის რიგის თიირანების, ანილინის და 3-პ-ქსილილამინობუტანის საფუძველზე სინთეზირებულია შესაბამისი დიაზინოდისულფიდები და ბის-დიაზინოდისულფიდები, რომლებიც იმსახურებენ ყურადღებას როგორც პოტენციალური ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, N. M. IASHVILI, E. S. GELASHVILI

SYNTHESIS OF SOME NEW BIS-DIAMINODISULPHIDES ON THE
 BASIS OF ACETYLENIC THIIRANES

Summary

On the basis of acetylenic thiiranes, aniline and 3-p-xilylaminobutane new diaminodisulphides and bis-diaminodisulphides have been synthesized. They are interesting as potential physiologically active compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, Е. С. Гелашвили, Н. М. Яшвили. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976, 621.
2. И. М. Гвердцители, Е. С. Гелашвили, Н. М. Яшвили. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977, 357.
3. Г. И. Браз. ЖОХ, 21, 1951, 688.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. О. ЧИВАДЗЕ, Д. К. ИОСЕЛИАНИ

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ МЕТАНОЛА НА
ЦЕОЛИТЕ AgNaX

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 4.7.1977)

Наиболее эффективным способом получения формальдегида в настоящее время является процесс окисления метилового спирта. В качестве катализаторов в этой реакции используют индивидуальные и смешанные окислы металлов, металлы на носителях. Наиболее широкое применение в этом процессе получило серебро в виде металлической сетки или на носителях [1—4], в качестве которой применяют асбест, силикагель, корунд, пемзу и др.

Учитывая важность процесса превращения метанола в формальдегид, актуальной задачей является поиск нового катализатора или усовершенствование существующих. С этой целью в настоящее время ведутся исследования с целью снижения содержания в катализаторе дорогостоящего серебра, изыскание более доступного носителя, новых каталитических систем, селективно ведущих этот процесс.

В данной работе мы поставили себе целью исследовать цеолитный катализатор AgNaX в реакции окислительного дегидрирования и изучить влияние некоторых параметров процесса на выход формальдегида и селективность реакции.

Катализатор AgNaX готовился из синтетического цеолита NaX путем его двукратной обработки 0,2 N-раствором азотнокислого серебра. Катализаторная масса промывалась до удаления нитрат-иона, затем сушилась при 100°, таблетировалась и отбиралась фракция размером 0,5—1,0 мм, которая загружалась в кварцевый реактор в количестве 0,5 г. Количество серебра в катализаторе AgNaX составляло 21,2%. Перед каждым опытом катализатор обрабатывали в токе сухого воздуха в течение 4 часов, при этом в течение первых двух часов температуру постепенно поднимали до 450°C.

Окисление метанола проводилось в проточной установке, сухой воздух из баллона поступал в испаритель спирта, откуда спирто-воздушная смесь заданного состава попадала в кварцевый реактор. Продукты реакции проходили через колонки с водой, где поглощались вода, формальдегид, непрореагировавший спирт, а нерастворимые газы собирались в газометре. Формальдегид определялся сульфитным методом, анализ выходящих газов CO₂, CO, H₂, O₂ проводился на хроматографе.

Стабильный режим работы катализатора устанавливался в течение одного часа. В каждом режиме проводили 30-минутные опыты.

О степени окислительного дегидрирования метанола судили по выходу формальдегида.

Исследование реакции окисления метилового спирта кислородом воздуха на катализаторе AgNaX мы проводили в температурном интервале $180\text{--}450^\circ\text{C}$. Образование формальдегида начиналось при температуре 180°C , лучшие результаты получены при соотношении $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{O}_2=3,4$, парциальном давлении метанола 308 мм. рт. ст. Ре-

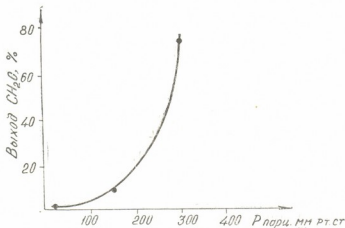


Рис. 1. Зависимость выхода формальдегида от парциального давления метанола

зультаты исследования даны на рис. 1. При меньшем соотношении компонентов происходит почти полное окисление метилового спирта до CO_2 и H_2O , поэтому все дальнейшие исследования на AgNaX мы проводили при указанном соотношении компонентов.

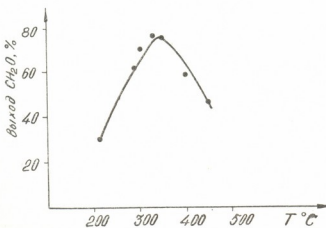


Рис. 2. Зависимость выхода формальдегида от температуры

На рис. 2 показана зависимость выхода формальдегида от температуры, которая описывается экстремальной кривой, где максимум лежит в интервале температур $320\text{--}350^\circ\text{C}$.

На рис. 3 приведена зависимость содержания газов H_2 , CO_2 и O_2 (в объемных процентах) от температуры реакции. Кривые образования H_2 , CO_2 и O_2 имеют одинаковый характер и мало зависят от температуры.

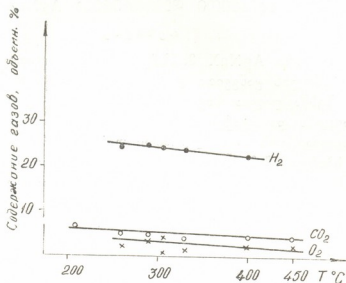


Рис. 3. Зависимость содержания газов от температуры реакции при окислении метанола

Было изучено влияние скорости потока смеси на выход формальдегида (рис. 4). Кривая выхода формальдегида проходит через максимум при скорости реакционной смеси 150 мл/мин. Выход формальдегида на пропущенный метанол составлял 75%, селективность — 87%, степень конверсии — 91%.

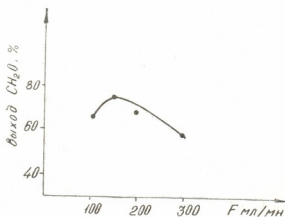


Рис. 4. Зависимость выхода формальдегида от скорости потока смеси метанол-воздух

С увеличением времени контакта конверсия растет, однако значительно уменьшается селективность по формальдегиду.

Весьма существенным является отсутствие или очень малое содержание окиси углерода (до 0,5—1%) в продуктах реакции.

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

(Поступило 8.7.1977)

გ. ჩივაძე, დ. იოსელიანი

მეთანოლის ჟანგბითი დეჰიდრირება AgNaX ცეოლიტზე

რეზიუმე

კატალიზატორი AgNaX მომზადდა იონგაცვლითი მეთოდით ღია გამოცადა მეთანოლის ჟანგბითი დეჰიდრირების რეაქციაში ფორმალდეჰიდის მისაღებად. შესწავლილია სხვადასხვა პარამეტრის გავლენა ფორმალდეჰიდის გამოსავალსა და რეაქციის სელექტიურობაზე.

დადგენილია, რომ ფორმალდეჰიდი უკეთესი 75%-იანი გამოსავლით გატარებული სპირტის მიმართ მიიღება $320\text{--}330^\circ\text{C}$ -ზე, როცა მეთილის სპირტის და ჟანგბადის ფარდობა 3,4. ამ დროს სპირტის კონვერსიაა 91%, ხოლო სელექტიურობა—87%.

ORGANIC CHEMISTRY

G. O. CHIVADZE, D. K. IOSELIANI

OXIDATIVE DEHYDRATION OF METHANOL ON AgNaX ZEOLITE

Summary

Catalyst AgNaX was prepared by the ion exchange method and was tested during oxidative dehydration of methanol with a view to obtaining formaldehyde. Study has been made of the influence of different parameters on the yield of formaldehyde and the reaction selectivity.

It has been established that formaldehyde with the best yield of 75% to the alcohol used is obtained at $320\text{--}330^\circ\text{C}$, the ratio of methyl alcohol to oxygen being 3,4. Under these conditions alcohol conversion equals 91% and selectivity 87%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Ф. Уокер. Формальдегид. М., 1957.
2. И. Н. Влодовец, С. Я. Пшежецкий. ЖФХ, 25, 1951, 612.
3. Р. Н. Флиц, И. В. Трофимова, Авт. св. СССР № 255238, Бюллетень изобретений и тов. знаков. № 33, 1969.
4. В. И. Агрощенко, И. П. Кумаренко. Изв. вузов, «Химия и химическая технология», № 5, 1963, 774.

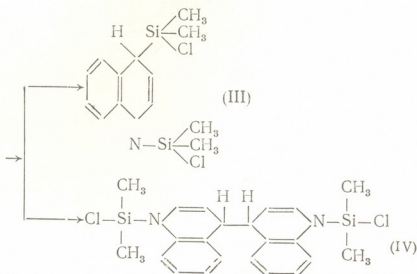
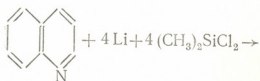
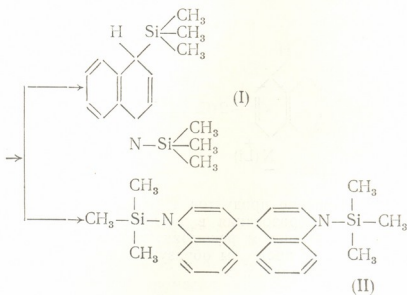
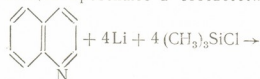
А. И. НОГАЙДЕЛИ, Д. Ш. АХОБАДЗЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДИЛИТИЙГИДРОХИНОЛИНА С ТРИМЕТИЛХЛОРИ- И ДИМЕТИЛДИХЛОРСИЛАНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердители 7.7.1977)

Относительно синтеза кремнийсодержащих хинолинов в литературе имеется мало сведений [1].

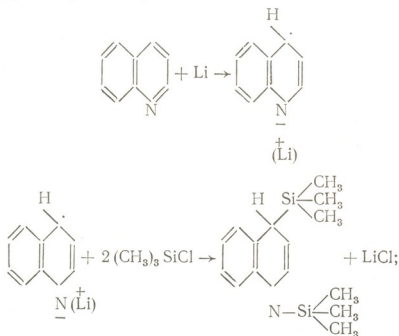
В настоящей работе были исследованы реакции конденсации дилитийгидрохинолина с триметилхлорсиланом и диметилдихлорсиланом. Реакции протекают в соответствии с с нижеприведенными схемами:



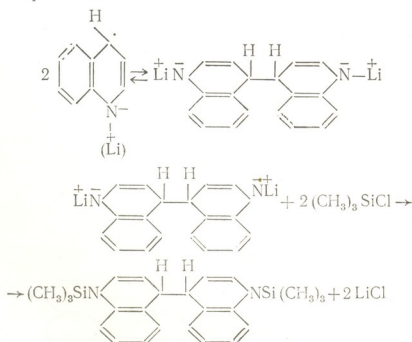
Исследования показали, что реакции экзотермичны. Установлено, что в процессе реакций преимущественно образуются продукты I и III. На выход продуктов значительно влияют размеры измельченного металлического лития и скорость добавления органохлорсиланов.

Синтезированные продукты хорошо растворяются в бензоле, тетрагидрофуране, ацетоне и других растворителях и легко перегоняются в вакууме.

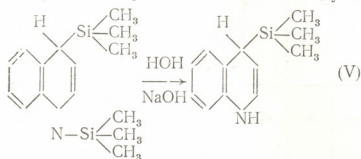
Образование продуктов I и III происходит путем первоначального образования в реакционной смеси ион-радикалов, которые в дальнейшем реагируют с органохлорсиланами:



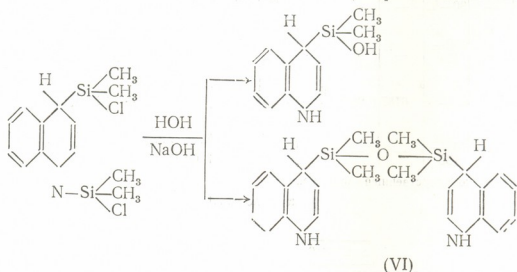
Образование продуктов II и IV также происходит путем первоначального образования в реакционной смеси анион-радикалов, которые в дальнейшем рекомбинируются с образованием дианион-радикалов. Конечные продукты образуются путем взаимодействия последнего с органохлорсиланами:



Нужно отметить, что синтезированные продукты легко гидролизуются на воздухе. Щелочной гидролиз соединения I происходит с образованием 1,4-дигидрохинолинтриметилсилана по следующей схеме:



Гидролиз соединения III приводит к образованию 1,4-дигидрохинолотриметилсилана и бис(1,4-дигидрохиолин)тетраметилдисилоксана:



Строение синтезированных продуктов доказано элементным анализом, определением молекулярных масс и ИК-спектрами.

В ИК-спектрах всех синтезированных соединений проявляются характерные полосы поглощения для ароматического цикла, а также интенсивные полосы поглощения для связи Si—CH₃, Si—C, Si—Cl и NH в областях 1260—1280 см⁻¹, 940 см⁻¹, 550 см⁻¹ и 3200—3400 см⁻¹, соответственно.

Основные физико-химические показатели синтезированных соединений, а также выходы и данные элементного анализа приведены в таблице.

В 500 мл склянке помещали 140 мл абс. эфира, 4 г мелко измельченного металлического лития, 20 г свежеперегнанного хинолина и 60 мл абс. толуола. Реакционную смесь встряхивали в течение 100 часов. Через несколько часов цвет смеси переходил в черный. Склянку с 1,4-дилитий-1-гидрохинолином помещали в баню с холодной водой и через капельную воронку при встряхивании добавляли 17,7 г триметилхлорсилана. После добавления органохлорсилана смесь нагревали при 30—35°C и всгряхивали еще 3 часа при комнатной температуре. Многократным фракционированием в вакууме выделили продукты II и III.

Гидролиз продуктов I и II проводился в условиях, описанных в [2, 3].

Физико-химические свойства и данные элементного анализа

Синтезиро- ванные соединения	Выход, %	Темп. кип. °С (мм рт. ст.)	Темп. плав., °С	n_D^{20}	d_4^{20}	MR найд., вычис.	Элементный состав, %					Брутто формула	Мол. масса, най- дено, вычислено
							най д е н о						
							в ы ч и с л е н о						
							C	Si	H	N	Cl		
I	15	159— 160 (1мм)	—	1,5882	1,0640	81,89	60,78	23,60	9,97	5,65	—	$C_{15}Si_2H_{23}N_1$	207
						82,66	60,14	23,28	10,0	5,94			220
II	20	—	89—90	—	—	—	80,00	13,69	9,27	6,89	—	$C_{24}Si_2H_{38}N_1$	372
						—	79,07	12,97	9,40	7,00			390
III	20	—	80—82	—	—	—	59,61	12,11	15,01	5,32	21,65	$C_{13}Si_2H_{19}N_1Cl_2$	302
						—	59,32	12,58	15,50	5,84	22,47		316
IV	23	—	162— 164	—	—	—	55,02	15,90	20,00	7,1	15,50	$C_{17}Si_2H_{27}N_1Cl_2$	367
						—	54,84	15,09	19,08	7,26	15,01		372
V	80	225— 226	—	1,6187	1,2367	75,00	64,39	13,66	7,32	6,83	—	$C_{11}Si_2H_{15}N_1O_1$	200
						74,40	64,80	12,75	7,11	7,00			205
VI	12	—	149— 150	—	—	—	66,35	14,28	7,14	7,14	—	$C_{22}Si_2H_{28}N_2O_1$	210
						—	67,27	14,19	7,09	7,25			233

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.7.1977)

ორგანული ქიმია

ბ. ნოღაიდელი, დ. ახობაძე

დილითიუმჰიდროკვინოლინის ურთიერთქმედება ტრიმეთილქლორ-
და დიმეთილდიქლორსილანთან

რეზიუმე

პირველად შესწავლილი 1,4-დილითიუმ-1-ჰიდროკვინოლინის კონდენ-
საციის რეაქცია ტრიმეთილქლორსილანთან და დიმეთილდიქლორსილანთან.
ჩატარებულია სინთეზირებული პროდუქტების ტუტე ჰიდროლიზი. მოწო-
დებულია მიმდინარე რეაქციების შესაბამისი მექანიზმი.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, D. Sh. AKHOBADZE

REACTION OF DILITHIUMHYDROQUINOLINE WITH
TRIMETHYLCHLOROSILANE AND DIMETHYLDICHLOROSILANES

Summary

The condensation of some organochlorosilanes (trimethylchloro- and di-
methylchlorosilane) with dilithiumhydroquinoline is described. The synthe-
sized products have been subjected to alkali hydrolysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Чернышев, Н. Е. Комаленкова, Т. А. Ключкова, С. А. Шепи-
нов. ЖОХ, 41, № 5, 1971, 617.
2. Р. Т. Ткешелашвили, К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели. Изв. АН
СССР, сер. хим., № 8, 1965, 1396.
3. К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Р. Ш. Ткешелашвили. Изв. АН
СССР, сер. хим., № 12, 1966, 2228.



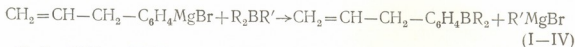
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. В. ШАЛАМБЕРИДZE, Д. Я. БУГИАНИШВИЛИ, Б. Д. ДЖИОШВИЛИ

СИНТЕЗ ДИАЛКИЛ(ПАРА-АЛЛИЛФЕНИЛ)БОРАНОВ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 15.7.1977)

В настоящей работе было установлено, что синтез диалкил (парааллилфенил) боранов $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4\text{BR}_2$ (I, II, III, IV) осуществляется взаимодействием магнийорганического соединения пара- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{MgBr}$ с триалкилборанами R_3B (синтез А), диалкилалкоксидборанами R_2BOCH_3 (синтез Б), диалкилхлорборанами R_2BCl (синтез В), а также взаимодействием эфирата трехфтористого бора $\text{BF}_3 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ и алкилмагнийбромидов RMgBr (синтез Г) в среде тетрагидрофурана (ТГФ) при температуре кипения растворителя:



(I) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, (II) $\text{R}=\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7$, (III) $\text{C}_4\text{H}_9=\text{R}$, (IV) $\text{R}=\text{изо}-\text{C}_4\text{H}_9$.

В синтезе (А) $\text{R}'=\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$; $\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7$; C_4H_9 ; $\text{изо}-\text{C}_4\text{H}_9$.

(Б) $\text{R}'=\text{OCH}_3$; $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$; $\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7$; C_4H_9 ; $\text{изо}-\text{C}_4\text{H}_9$.

(В) $\text{R}'=\text{Cl}$; $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$; $\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7$; C_4H_9 ; $\text{изо}-\text{C}_4\text{H}_9$.

(Г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{MgBr} + 2\text{RMgBr} + \text{BF}_3 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{BR}_2 + 3\text{MgBrF} + (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$
 $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$; $\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7$; C_4H_9 ; $\text{изо}-\text{C}_4\text{H}_9$.

Диалкил(пара-аллилфенил)бораны — бесцветные жидкости с характерным запахом. Растворяются в эфире, ТГФ, бензоле, ацетоне и других органических растворителях.

Состав полученных продуктов установлен данными элементного анализа, а строение — изучением ИК-спектров.

Исследование ИК-спектров показало наличие полос поглощения в области $1642-1645 \text{ см}^{-1}$, характерные для $-\text{CH}=\text{CH}_2$ группировки. В области валентных колебаний $3010-3030 \text{ см}^{-1}$ обнаружение групп $-\text{CH}=\text{CH}_2$ не удалось из-за наличия полосы поглощения ароматического кольца. В спектрах всех соединений наблюдаются полосы поглощения, обусловленные колебаниями боруглеродной (С-В) связи в области $1223-1230, 1465-1470 \text{ см}^{-1}$.

Гидрированием диалкил(пара-аллилфенил)боранов (I-IV) над Pd/CaCO_3 образуются соответствующие насыщенные борорганические соединения:



а метанолизом (при 80°C) — диалкилметоксибораны CH_3OBR_2 (за счет разрыва $\text{C}_{\text{АРОМ.}}-\text{В}$ связи) и аллилбензол:



При нагревании диалкилметоксиборанов с метанолом (110—120°C) образуются алкилдиметоксибораны $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{BR}$ (за счет разрыва одного фрагмента $\text{C}_{\text{АЛК.}}-\text{В}$ связи) и соответствующий углеводород RH :



Все операции с борорганическими соединениями мы проводили в атмосфере сухого азота. ИК-спектры регистрировали на приборе UR-20. Применяемые в синтезе диалкилалкоксибораны и диалкилхлорбораны получали по известной методике [1—4].

Ди-н.пропил(пара-аллилфенил)боран. (Синтезы А, Б, В). К реактиву Гриньяра, приготовленному из 6 г магния и 24,6 г парабромаллилбензола, прибавляли: (А) 14 г свежеперегнанного три-н.пропилборана, (Б) 17 г ди-н.пропилбутоксидборана, или (В) 13,2 г ди-н.пропилхлорборана. Реакционные смеси кипятили 5 часов в ТГФ, оставляли на ночь и отделяли органический слой от загустевшего осадка. Из осадка продукты извлекали ТГФ-ом (или эфиром) и после отгонки растворителя фракционировали в вакууме. При этом получено:

(А) 8 г (33%) ди-н.пропил(пара-аллилфенил)борана (1) с т. кип. 86—87° (2 мм), d_4^{20} 0,8023; n_D^{20} 1,4590. Найдено, %: С 84,11; Н 10,12; В 5,10; 5,12. $\text{C}_{15}\text{H}_{23}\text{В}$. Вычислено, %: С 84,11; Н 10,74; В 5,11.

(Б) 11,1 г (1) (52%), т. кип. 90—91° (2,5 мм), d_4^{20} 0,8027; n_D^{20} 1,4595. Найдено, %: С 83,87; Н 11,01; В 5,04; 5,09. Вычислено, %: С 84,11; Н 10,74; В 5,11.

(В) 13,7 г (1) (64%) т. кип. 85—86° (2 мм), d_4^{20} 0,8024; n_D^{20} 1,4590.

(Г) К реактиву Гриньяра, полученного из 8 г магния, 20,5 г бромистого н.-пропила и 16,4 г пара-бромаллилбензола в ТГФ, прибавляли при охлаждении 12 г эфирата трехфтористого бора. Реакционную смесь нагревали еще 3 часа и оставляли на ночь. После извлечения продуктов ТГФ-ом и отгонки растворителя в вакууме был перегнан 11,2 г (63%) ди-н.пропил(пара-аллилфенил)боран. Т. кип. 86—87° (2 мм), d_4^{20} 0,8024; n_D^{20} 1,4590.

Аналогично были получены диизопропил(пара-аллилфенил)-, ди-н.бутил(пара-аллилфенил)- и диизобутил(пара-аллилфенил)бораны.

Ди-н.пропил(пара-пропилфенил)боран. 5 г ди-н.пропил(пара-аллилфенил)борана, 25 мл гексана и 0,5 г Pd/CaCO_3 помещали в колбу для гидрирования. За 9 часов было поглощено 350 мл водорода. Содержимое колбы отфильтровано и после отгонки растворителя остаток перегнан в вакууме. Получено 4,7 г (92,5%) ди-н.пропил(пара-пропилфенил)борана с т. кип. 87—88° (2 мм), d_4^{20} 0,8016; n_D^{20} 1,4530. Найдено, %: С 83,45; Н 11,28; В 4,86; 5,00. $\text{C}_{15}\text{H}_{25}\text{В}$. Вычислено, %: С 83,33; Н 11,28; В 5,09.

Гидрирование продуктов (II—IV) проводилось аналогично.

Метокси-ди-н. пропилборан и аллилбензол. К 10,7 г ди-н. пропил(пара-аллилфенил)борану прибавляли 5 мл CH_3OH и нагревали в течение часа при 80°C . При фракционировании был получен 5,3 г (82,8%) метокси-ди-н.пропилборана с т. кип. 60° (50 мм), d_4^{20} 0,7731; n_D^{20} 1,4030. По литературным данным [5]: т. кип. 56° (44 мм), d_4^{20} 0,7729; n_D^{20} 1,4023 и 4,5 г аллилбензола с т. кип. $71-72^\circ$ (30 мм), d_4^{20} 0,8921; n_D^{20} 1,5135. По литературным данным [6]: т. кип. $156,3^\circ$ (760 мм), d_4^{20} 0,8930; n_D^{20} 1,5126.

Диметокси-н.пропилборан. К 6,4 г метокси-ди-н.пропилборана прибавляли 5 мл метанола. Смесь нагревали при $110-120^\circ$ 3 часа; при этом выделилось 980 мл пропана. Перегонкой получен 5,1 г (87,9%) диметокси-н.пропилборана с т. кип. $37-39^\circ$ (20 мм), d_4^{20} 0,8344; n_D^{20} 1,3905. Найдено, %: С 51,68; Н 11,36; В 8,96; 8,98. $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{O}_2\text{B}$. Вычислено, %: С 51,72; Н 11,20; В 9,4.

Аналогично проводили метанолиз продуктов (II—IV).

Тбилисский государственный
университет

Тбилисский заочный факультет
Московского кооперативного института

(Поступило 15.7.1977)

ორგანული ქიმია

თ. შალავაძერიძე, ვ. ბუზინიშვილი, ბ. ჯიჯიშვილი

დიალკილ(პარა-ალილფენილ)ბორანების სინთეზი

რეზიუმე

შესწავლილია ტრიალკილბორანების (R_3B), დიალკილალკოქსიბორანების (RBOCH_3), დიალკილქლორბორანების (R_2BCl), აგრეთვე სამფტორიანი ბორის ეთერატისა და ალკილმაგნიუმბრომიდების (RMgBr) ურთიერთქმედების რეაქციები გრინიარის რეაქტივთან პარა- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4\text{MgBr}$ (ყველგან $\text{R} = \text{C}_3\text{H}_7$; იზო- C_3H_7 ; C_4H_9 ; იზო- C_4H_9) ტეტრაჰიდროფურანის არეში, გამსხნელის დუდილის ტემპერატურაზე.

გამოყოფილია დიალკილ(პარა-ალილფენილ)ბორანები



ჩატარებულია მათი ზოგიერთი ქიმიური გარდაქმნა, ჰიდრირება და მეთანოლიზი.

დიალკილ(პარა-ალილფენილ)ბორანების ჰიდრირებით მიღებულია შესაბამისი ნაჯერი ბორორგანული ნერთები, ხოლო მეთანოლიზით — დიალკილმეთოქსიბორანები (CH_3OBR_2).

შესწავლილია უჯერი ბორორგანული ნერთების იწ-სპექტრები.

T. V. SHALAMBERIDZE, J. I. BUGIANISHVILI, B. D. JIOSHVILI
SYNTHESIS OF DIALKYL(PARA-ALLYLPHENYL) BORANES

Summary

The dialkyl(para-allylphenyl) borane synthesis reactions under the action of para-allylmagnesiumbrominebenzol on trialkylboranes, dialkylalcoxiboranes and dialkylhalogenboranes as well as under the action of borane fluoride on mixed magnesium containing organic compounds have been studied. The hydration reactions of dialkylpara-allylphenylboranes as well as its interaction with methylalcohol have been investigated.

The structure of the obtained dialkyl(para-allylphenyl) boranes was established on the basis of their IR spectra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. М. Михайлов, Т. А. Щеголева. ЖОХ, 29, 1959, 31307.
2. Б. М. Михайлов, В. А. Вавер, Ю. Н. Бубнов. ДАН СССР, 126, 1959, 575.
3. Б. М. Михайлов, Т. А. Щеголева. Изв. АН СССР, ОХН, 1957, 1080.
4. W. Gerrard, M. Lappert, R. Shafferman. I. Chem. Soc. 1957, 2828.
5. Б. М. Михайлов, Ю. Н. Бубнов. Изв. АН СССР, ОХН, 1959, 172.
6. Краткая химическая энциклопедия, I, 1961, 132.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ,
 О. Г. ДЕВДАРИАНИ, М. Д. СИЛАГАДЗЕ, З. И. КОРИДЗЕ

**АДСОРБЦИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА НА
 КАТИОНМОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМАХ КЛИНОПТИЛОЛИТА**

В последнее время опубликовано несколько работ, посвященных исследованию природного цеолита—клиноптилолита Дзегвского месторождения (участок Хекордзула) Грузинской ССР [1, 2]. Повышенный интерес исследователей к этому цеолиту определяется крупными запасами минерала и высоким содержанием (до 85—90%) в нем цеолита. Рассмотрение экспериментальных адсорбционных данных в свете теории объемного заполнения микропор клиноптилолита выявило [3, 4] преимущество этого цеолита для адсорбции газов в области низких давлений перед синтетическими цеолитами, которые в настоящее время широко используются в практике. В частности, авторы этих работ показали, что при малых концентрациях клиноптилолит является хорошим поглотителем двуокиси углерода.

Целью настоящей работы являлось исследование характера влияния катионмодифицирования и декатионирования хекордзульского клиноптилолита на его адсорбционные свойства. Изучение химического состава исходного клиноптилолита Хекордзула (окисная формула: $0,52 \text{Na}_2\text{O} \cdot 1,85 \text{K}_2\text{O} \cdot 0,30 \text{MgO} \cdot 0,74 \text{CaO} \cdot 0,16 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8,55 \text{SiO}_2$) и его катионмодифицированных форм показало, что катионы Mg^{+2} практически не участвуют в процессе ионного обмена; содержание катионов магния в клиноптилолите остается почти постоянным ($0,27 \div 0,30 \text{MgO}$). Можно полагать, что в цеолитсодержащей породе магний находится в одном из двух состояний: в виде труднорастворимого соединения $\text{Mg}(\text{OH})_2$ MgCO_3 или в кристаллических позициях, не способствующих проявлению ионного обмена. Известно, что эти соединения хорошо растворяются в растворах кислот и солей аммония. Замечено, что обработка цеолита 0,25 н. раствором соляной кислоты не вызывает заметного изменения количества магния в минерале. Поэтому нахождение катионов магния в неионообменных позициях кажется более вероятным.

Адсорбция двуокиси углерода была исследована нами объемным методом. Выбор этого адсорбата в качестве молекулярного зонда определялся четко выраженным квадруполь-катионным взаимодействием. Параллельно с адсорбционными измерениями на микрокалориметре типа Тиана—Кальве французской фирмы «Cetaram» измерялись дифференциальные адсорбционные теплоты (при $t=25^\circ\text{C}$). Используемая в качестве адсорбата двуокись углерода получалась описанным в [5] методом и затем тщательно осушалась над охлажденным цеолитом.

Согласно адсорбционным измерениям, замещение катионов в исходном цеолите катионами K^+ , Na^+ и NH_4^+ сопровождается

уменьшением поглотительной способности клиноптилолита из Хекордзула по отношению к двуокиси углерода. Особенно резкий спад адсорбционной способности вызывает обработка цеолита 12 н. раствором соляной кислотой.

Приведенные на рис. 1 кривые $Q_a = f(\bar{a})$ показывают, что природа катиона вносит существенный вклад в формирование характера энергетического рельефа для клиноптилолита из Хекордзула. Увеличенное количество катионов калия в клиноптилолите заметно повышает значение дифференциальных теплот адсорбции; кривые $Q_a = f(\bar{a})$, соответствующие калиевым и натриевым формам, лежат значительно выше, чем кривая, соответствующая природному цеолиту. При малых значениях величин адсорбции кривые $Q_a = f(\bar{a})$, соответствующие этим формам цеолита, почти совпадают, а расхождение кривых начинается примерно с заполнения $\bar{a} \approx 0,1$ ммоль/г. Можно предполагать, что этот начальный участок кривой отражает адсорбцию на поливалентных катионах и их доступное количество примерно одинаково для

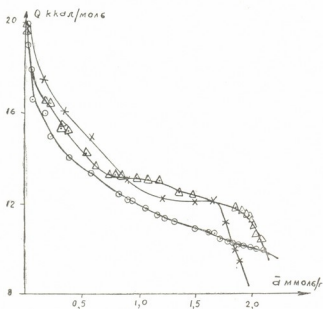


Рис. 1. Зависимость значения $Q_a = f(\bar{a})$ для систем CO_2 — NaCl (Δ), CO_2 — KCl (\times), CO_2 —природный клиноптилолит (\circ)

вышеуказанных образцов. Превышение значений Q_a , соответствующих калиевым и натриевым клиноптилолитам, над дифференциальными теплотами для природного клиноптилолита можно объяснить повышением плотности катионов; замещение поливалентных катионов (железа, кальция) одновалентными приводит к увеличению содержания общего количества катионов в цеолите. Исследование ИК-спектров [6] показало, что в случае некоторых цеолитов (А, Х, У) взаимодействие молекул CO_2 с одновалентными катионами и с Н-формами выражено слабее, чем взаимодействие с двухвалентными катионами. Полученные нами экспериментальные результаты заставляют полагать, что повышение электростатического поля цеолита, обусловленное многозарядностью поливалентных катионов не в сила конкурировать с той долей общей энергии взаимодействий адсорбат-адсорбент, которая определяется увеличением (удвоением и более) плотности катионов в каркасе цеолита. Резкое непрерывное уменьшение значений Q_a , отсутствие значительно протяженного плато на кривой $Q_a = f(\bar{a})$, в отличие от синтетических цеолитов, несомненно, обусловлено неоднородностью, многообразием катионов—последнее заметно

увеличивает степень неоднородности энергетического рельефа клиноптилолита Хекордзула.

Резкий спад кривой $Q_a=f(\bar{a})$, соответствующей К-клиноптилолиту при сравнительно небольших (по отношению к природному и Na-клиноптилолиту) значениях заполнения ($\bar{a} \approx 1,7$ ммоль/г), в неко-

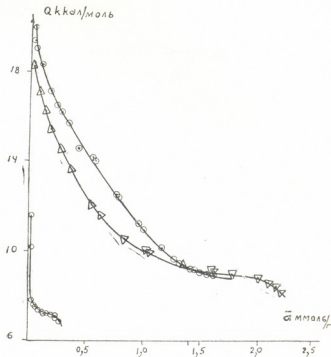


Рис. 2. Зависимость значений $Q_a=f(\bar{a})$ для систем CO_2 — NH_4HCl (○), CO_2 —Кл обр. 0,25 н. HCl (Δ), CO_2 —Кл обр. 12 н. HCl (○)

торой степени, по-видимому, связан с уменьшением адсорбционного объема клиноптилолита вследствие введения в него катиона большого размера ($2r_{\text{K}} + > 2r_{\text{Na}} +$, $r_{\text{Ca}} + 2$; $3r_{\text{K}} + > r_{\text{Fe}} + 3$). Вслед за заполнением адсорбционного объема цеолита осуществляется полимолекулярная адсорбция адсорбата на поверхности.

Исследование адсорбции двуокиси углерода на водородных формах цеолита указывает на значительное уменьшение поглощательной способности, по сравнению с природным клиноптилолитом. Адсорбционная способность этих форм цеолитов сильно зависит от метода получения. Так, например, водородная форма клиноптилолита, полученная прокаливанием аммонийного клиноптилолита, адсорбционно более активна, чем образец, обработанный 0,25 н. раствором соляной кислоты. Адсорбция молекул CO_2 на последнем образце приблизительно в 15 раз превышает адсорбцию на клиноптилолите, подвергнутому обработке 12 н. раствором соляной кислоты. Уменьшение содержания катионов, способных участвовать в катион-квадрупольном взаимодействии с молекулами CO_2 и аморфизация решетки являются определяющими причинами падения поглощающей способности клиноптилолита.

Рассмотрение кривых $Q_a=f(\bar{a})$, соответствующих водородным формам клиноптилолита, показывает, что остаточное количество поливалентных катионов в образцах, обработанных растворами 0,25 н. HCl и H_4CCl , при очень малых заполнениях все еще обуславливает значения Q_a , сравнимые с исходным клиноптилолитом. Кривая $Q_a=f(\bar{a})$, соответствующая образцу, обработанному 12 н. HCl, при незначитель-

ном увеличении заполнения характеризуется резким спадом. Последний можно объяснить глубокой степенью декатонирования и деалюминирования цеолита. При этом обработка 12 н. соляной кислотой приводит к аморфизации структуры цеолита.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.7.1977)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), შ. სიდამონიძე,
 ო. დავდარიანი, მ. სილაგაძე, ზ. კორიძე

ნახშირის ორჰანგის ადსორბცია კლინოფტილოლიტის
 კათიონგოლივიციტირებაზე ფორმებზე

რეზიუმე

თან — კალვეს მიკროკალორიმეტრის გამოყენებით გაზომილია ბუნებრივი კლინოფტილოლიტის კათიონგოლივიციტირებულ ფორმებზე ნახშირის ორჰანგის ადსორბციის და ადსორბციის დიფერენციალური სითბოები. დადგენილია, რომ ბუნებრივი კლინოფტილოლიტის შედგენილობაში შემავალი პოლივალენტური კათიონების ერთვალენტური კათიონებით ჩანაცვლება შესამჩნევად ზემოქმედებს ადსორბციის დიფერენციალურ სითბოებზე, ხოლო კლინოფტილოლიტის დეკათიონირება ამცირებს ადსორბციის და ადსორბციის დიფერენციალური სითბოს სიდიდეებს.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, Sh. I. SIDAMONIDZE, O. G. DEVDARIANI,
 M. D. SILAGADZE, Z. I. KORIDZE

ADSORPTION OF CARBON DIOXIDE ON CATION-EXCHANGED
 FORMS OF CLINOPTILOLITE

Summary

The differential heats of adsorption (Q_a) of carbon dioxide on clinoptilolite (from Khekordzula) have been measured over the Tian-Calve type microcalorimeter. Substitution of univalent (K^+ , Na^+) cations for polyvalent ones was found to have a considerable influence on the values of Q_a . Decationation of clinoptilolite causes a sharp decrease of the adsorption values and Q_a . The degree of change of the latter values depends largely on the method of obtaining decationated forms of clinoptilolite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. К. Кванталиани, Г. В. Цицишвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 89—92.
2. Г. В. Цицишвили, Ш. Д. Сабелашвили, З. И. Коридзе, Е. К. Кванталиани, Т. Г. Андроникашвили. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, т. IX, № 8, 1973, 1394—1398.
3. М. М. Дубинин, Н. С. Ложкова, Б. А. Онусайтис. Изв. АН ССР, сер. хим., № 4, 1976, 731—735.
4. С. Л. Уротадзе, В. Д. Лукин, В. А. Астахов. ЖПХ, т. 48, № 12, 1975, 2680—2683.
5. А. А. Бурчуладзе, Д. И. Баазов, Г. И. Тоганидзе, З. Д. Джинджян. Еюлл. Комиссии по определению абсолютного возраста, вып. VIII, М., 1967.
6. А. Набиев, Л. И. Лафер, В. И. Якерсон, А. М. Рубинштейн. Изв. АН СССР, сер. хим., № 7, 1976, 1461—1466.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

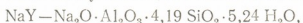
Т. А. ХЕЛАДЗЕ, Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ, Л. М. ШАРАБИДЗЕ

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ «ВОССТАНОВЛЕННЫХ»
СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ТИПА Y, L И МОРДЕНИТА

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 6.7.1977)

Каталитическая активность синтетических цеолитов типа фожазита, содержащих катионы d-элементов, исследовалась рядом авторов [1, 2]. Вопрос о степени восстановления катионов и частичного «обескислороживания» цеолита типа фожазита нашел отражение в литературе [1—4]. Нам не удалось найти исследования, описывающего характер зависимости степени восстановления цеолитов от их структуры, влияние «обескислороживания» на каталитическую активность цеолитов разных типов. Настоящее исследование посвящено изучению некоторых из указанных вопросов.

В работе изучались каталитические свойства никель-, кобальт- и медьсодержащих цеолитов типа фожазита, L и морденита. Исходные цеолиты имели следующий химический состав:



В качестве модельной реакции было избрано разложение закиси азота. Исследование проводилось на проточно-циркуляционной установке. Цеолиты предварительно подвергались ступенчатой термообработке при 200 и 420° в струе воздуха. Восстановление цеолитов осуществлялось пропуском 1 л (скорость потока — 60 см³/мин) тщательно очищенной окиси углерода при температуре 500°. Серией предварительных опытов было показано, что такая обработка цеолитов не вызывает разрушения кристаллической решетки.

При обработке цеолитов окисью углерода может протекать два процесса — восстановление катионов и «обескислороживание» цеолита. Исследованию первого процесса посвящено несколько работ [3, 4]. В подавляющем большинстве авторы отмечают повышение каталитической активности цеолитов за счет изменения валентности катиона — перехода в атомарное состояние ($\text{Me}^{+2} \rightarrow \text{Me}^0$). Образованная вследствие этого процесса новая фаза — находящегося в цеолите высокодиспергированного (вплоть до атомарного состояния) металла обуславливает повышение активности катализатора. Протекание второго процесса — «обескислороживания» цеолита подтверждается образованием двуокиси углерода. С целью выявления роли процесса «обескислороживания» в формировании каталитических свойств цеолитов нами была исследована каталитическая активность и водородных форм цеолитов. Исследование каталитических свойств «обескислороженных» водородных форм цеолитов оправдывается тем, что эти формы почти не содержат поливалентных катионов, способных восстанавливаться, и тем самым появляется возможность отдельного изучения влияния двух вышеуказанных процессов на каталитическую активность.

цеолитов. Представленные на рис. 1 данные показывают, что «обескислороживание» цеолитов 0,30 HNaY, 0,47 HNaY, 0,68 HNaY и 0,39 HKL не изменяет их каталитической активности.

Обработка цеолитов NaY и NaM окисью углерода практически не влияет на их каталитическую активность (рис. 2). Некоторая тенденция изменения активности замечается у цеолитов KL, что вполне может быть объяснено присутствием примесей поливалентных катионов.

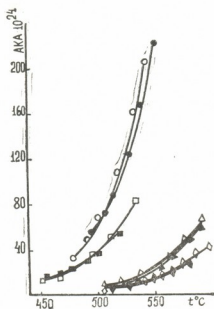


Рис. 1. Зависимость АКА от температуры для водородных форм цеолитов до (а) и после (б) восстановления: а) ○—0,30 HNaY, □—0,47H NaY, △—0,68HNaY, ◇—0,39HKL; б) ●—0,30 HNaY, ■—0,47HNaY, ▲—0,68HNaY, ◆—0,39HKL

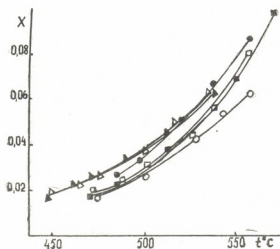


Рис. 2. Влияние обработки окисью углерода на каталитическую активность исходных цеолитов: □, ■—NaY; △, ▲—NaM; ○, ●—KL до и после обработки соответственно

Никельсодержащие цеолиты типа фожазита характеризуются низкой активностью, и изменения активности в результате обработки окисью углерода количественно ненадежно обнаруживаются. По общей картине прослеживается тенденция некоторого увеличения каталитической активности.

Представленные на рис. 3 данные указывают на заметный спад активности цеолита 0,14 NiKL и особенно 0,19 NiNaM после обработки окисью углерода, что, вероятно, является следствием превалирующей роли изменений структурных элементов цеолита над изменением валентности катионов в процессе «восстановления». Эти результаты подтверждают, что атомы кислорода структурных элементов цеолита играют немаловажную роль в протекании распада закиси азота и в ходе реакции участвуют в процессе переноса электронов.

Под влиянием протекания реакции разложения закиси азота каталитическая активность обработанных цеолитов постепенно изменяется и через некоторое время возвращается к исходному уровню. Стимулирующими агентами процесса возвращения к исходной активности, по-видимому, являются атомы кислорода, образующиеся в результате разложения закиси азота.

Каталитическая активность никельзамещенной формы цеолита типа L более чувствительна к влиянию обработки окисью углерода и реакции разложения закиси азота.

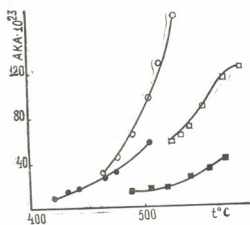


Рис. 3. Изменение каталитической активности никельсодержащих цеолитов типа L и морденита в результате обработки окисью углерода: ○, ●—0,19 NiN аМ, □, ■—0,14NiKL до и после обработки соответственно

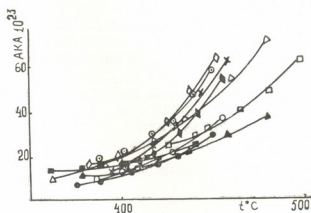


Рис. 4. Зависимость АКА от температуры для кобальтсодержащих цеолитов до (а) и после (б) восстановления: а) ◇—0,22CoNaY, ⊙—0,40CoNaY, ○—0,58 CoNaY, △—0,24 CoKL, □—0,08CoKL. б) ◆—0,22CoNaY, ×—0,40CoNaY, ●—0,58CoNaY, ▲—0,24 CoKL, ■—0,08 CoKL

Некоторое уменьшение каталитической активности после «обескислороживания» наблюдается для кобальтсодержащих форм цеолитов Y и L (рис. 4).

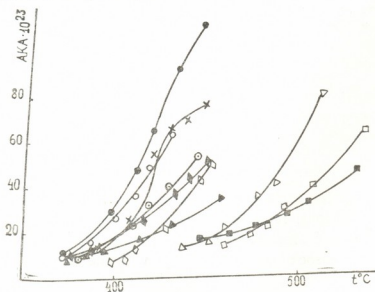


Рис. 5. Зависимость АКА от температуры для медьсодержащих цеолитов до (а) и после (б) восстановления: а) ◇—0,12CuNaY, ⊙—0,31 CuNaY, ○—0,50 CuNaY, △—0,12 CuKL, □—0,07CuKL. б) ◆—0,12 CuNaY, ×—0,31 CuNaY, ●—0,50 CuNaY, ▲—0,12 CuKL, ■—0,07 CuKL

Сравнение каталитической активности обработанных окисью углерода медьсодержащих цеолитов типа L и фожазита с их исходными формами показывает противоположную картину (рис. 5). В работах [3, 4] установлено, что катионы вышеназванных металлов по восстановительной способности располагаются в следующем ряду: $Cu^{+2} > Ni^{+2} > Co^{+2}$. Увеличение каталитической активности обработанных окисью углерода медьсодержащих цеолитов можно связать с

сравнительной легкостью восстановления катионов меди ($\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^0$). По литературным данным известно, что атомы меди, а также окись меди, образованию которой способствуют атомы кислорода (их источником является сама реакция распада закиси азота), проявляют более высокую каталитическую активность, чем катионы меди.

Полученный экспериментальный материал позволяет высказать мнение, что степень удаления атомов кислорода из цеолита в значительной мере зависит от структуры решетки. Цеолиты типа фожазита трудно отдают атомы кислорода, и в этих катализаторах преобладающим является процесс восстановления катиона. В морденитах и особенно в цеолитах типа L восстановление катионов затруднено и доминирующим является процесс обеднения атомами кислорода.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.7.1977)

ფიზიკური ქიმია

თ. ხელადე, შ. სიდამონიძე, ლ. შარაბიძე

„აღდგენილი“ Y, L და მორდენიტის ტიპის სინთეზური ცეოლითების კატალიზური აქტივობა

რეზიუმე

შესწავლილია ნახშირის ჟანგით აღდგენილი გარდამავალი ჯგუფის ელემენტების კატიონებით მოდიფიცირებული Y, L და მორდენიტის ტიპის სინთეზური ცეოლითების კატალიზური აქტივობა აზოტის ქვეჟანგის დაშლის რეაქციაში. ცდის მონაცემების მიხედვით, ცეოლითების კატალიზურ თვისებებზე შესამჩნევ გავლენას ახდენს ცეოლითის სტრუქტურა და ჩანაცვლებული კატიონის ქიმიური ბუნება.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. A. KHELADZE, Sh. I. SIDAMONIDZE, L. M. SHARABIDZE

THE CATALYTIC ACTIVITY OF "REDOXED" SYNTHETIC ZEOLITES Y, L AND MORDENITE

Summary

The catalytic activity of ion-exchanged synthetic zeolites Y, L and mordenite with transition metal ions, redoxed with carbon oxide in the decomposition of nitrous oxide, has been studied. The results show that the catalytic activity of the zeolites is associated significantly with the nature and structure of the cations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Боресков. Кинетика и катализ, т. XIV, вып. I, 1973.
2. К. Г. Ионе, В. Г. Шинкаренко, Н. В. Ключева, Л. Б. Орлова, Г. Н. Носырева, Л. Г. Каракчиев. Изв. АН СССР, сер. хим., № 8, 1975, 1729.
3. Х. М. Миначев, Г. В. Антошин, Е. С. Шпиро. Изв. АН СССР, № 5, 1974.
4. Х. М. Миначев, Г. В. Антошин, Е. С. Шпиро. Сб. «Поверхностные явления в цеолитах». Новосибирск, 1976, 87.



И. Л. ЭДИЛАШВИЛИ, Г. Ш. БАХТУРИДЗЕ, Ш. Ш. БАРАБАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ПРОДУКТОВ ФОТОХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ N, N, N', N'-ТЕТРАМЕТИЛ-4,4'- ДИАМИНОДИФЕНИЛМЕТАНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 17.6.1977)

Ранее [1, 2] были выявлены эффективные ингибиторы фотохимического окисления нефтяных углеводородов. Наиболее активным среди них оказался N, N, N', N'-тетраметил-4,4'-диаминодифенилметан (ТМДДМ), применение которого позволило значительно повысить фотохимическую стабильность нефтяных масел и на их основе создать нефитотоксический инсектицидный препарат КЭИМ для борьбы с вредителями citrusовых культур [3].

Исследованием влияния ТМДДМ на фотохимическое превращение полициклических ароматических углеводородов установлено, что антиокислительное действие его обусловлено тушением синглетного кислорода и не сопровождается расходом указанного амина [4]. На поверхности же листьев, в условиях применения нефтемасляных препаратов, ТМДДМ наряду с участием в процессах фотостабилизации, подвергается фотоокислению под воздействием коротковолнового излучения солнца. Указанный процесс, а также образующиеся при этом продукты превращения могут влиять на общий эффект фотостабилизации нефтяных масел.

В настоящей работе приведены результаты исследования продуктов превращения ТМДДМ, образующихся на относительно неглубоких стадиях фотохимического окисления.

Фотохимическое окисление ТМДДМ проводилось в растворе бензола ($C=5 \cdot 10^{-2}$ моль/л) в плоскостенном реакторе из пирексового стекла при освещении суммарным светом лампы ДРШ-250. В указанных условиях фотопревращение ТМДДМ происходило под действием практически монохроматического света $\lambda \approx 313$ нм (длинноволновая граница поглощения ТМДДМ достигает 330 нм).

Исследовались также продукты сенсibilизованного бензофеноном (10^{-2} моль/л) фотохимического окисления ТМДДМ. В данном случае эксперименты проводились в реакторе, в котором была погружена лампа ПРК-4 с охлаждающим кожухом из пирексового стекла. В этих условиях $\sim 85\%$ падающего света поглощались сенсibilизатором. Перемешивание облучаемых растворов достигалось барботированием через них сухого кислорода.

В результате химического функционального анализа продуктов окисления было установлено, что как при прямом, так и фотосенсibilизованном окислении, первичными продуктами окисления ТМДДМ являются перекисные соединения. Максимальная концентрация последних ($[C]=5-6 \cdot 10^{-3}$ моль/л) в условиях фотосенсibilизованного окисления достигалась после 1,5 часов, а при прямом окислении при-

мерно — через 3—3,5 часов и постепенно уменьшалась с увеличением времени экспозиции.

Продукты фотохимического превращения ТМДДМ исследовались также по ИК-спектрам поглощения, которые снимались на спектрофотометре UR-20 в кюветках NaCl ($d=1,05$ мм). Растворителем служил CCl_4 . Для приготовления проб из реакционного сосуда через определенные промежутки времени облучения отбирался по 2 мл раствора, в вакууме удалялся бензол и оставшийся продукт растворялся в том же объеме CCl_4 . По мере накопления продуктов превращения ТМДДМ в ИК-спектре появляется полоса поглощения на частоте 1690 см^{-1} , интенсивность которой возрастает с увеличением продолжительности облучения раствора (рис. 1, в). Данная полоса поглощения вызывается валентными колебаниями карбонильной группы $C=O$ [5]. Образование карбонилсодержащих соединений при фотохимическом окислении ТМДДМ, учитывая его строение, может происходить через соответствующие гидроперекиси по двум различным путям.

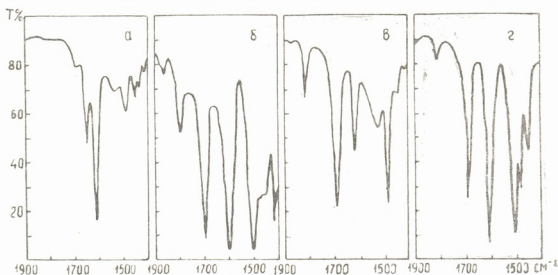


Рис. 1. Спектр поглощения в ИК-области: а) N, N, N', N'-тетраметил-4,4'-диаминобензофенон, б) N-метилформанилид, в) продукты фотопревращения ТМДДМ, г) продукты фотопревращения ДМА

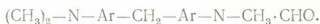
1. Окислением центральной алифатической CH_2 -группы, с образованием соответствующего кетона — N, N, N', N'-тетраметил-4,4'-диаминобензофенон [7];

2. Окислением метильных групп у третичного атома азота в альдегид [8].

Исследование ИК-спектров поглощения модельного кетона — N, N, N', N'-тетраметил-4,4'-диаминобензофенона показало, что частота колебаний карбонильной группы находится на 1644 см^{-1} (рис. 1, а) и не совпадает с полосой поглощения, наблюдающейся в продуктах фотоокисления ТМДДМ. Следовательно, фотохимическое превращение ТМДДМ не идет по первому пути, т. е. не происходит присоединение молекулярного кислорода к алифатической CH_2 -группе.

С целью подтверждения возможности фотохимического превращения ТМДДМ по второму пути, при тех же условиях было проведено фотохимическое окисление N,N'-диметиланилина (ДМА) — аналога фрагмента ТМДДМ. Согласно литературным данным [8, 9] на относительно неглубоких стадиях процесса фотосенсибилизированного бензофеноном окисления ДМА, последний превращается на 55—60% в

N-метилформанилид. В ИК-спектре облученного ДМА и синтезированного N-метилформанилида [10] полосы поглощения, вызванные валентными колебаниями карбонильной группы, находятся на одной частоте 1690 см^{-1} (рис. 1, б и г). Совпадение частот полос поглощения карбонильных групп в ИК-спектрах продуктов фотопревращения ТМДДМ, ДМА и N-метилформанилида дает основание считать, что на относительно неглубоких стадиях фотохимического окисления ТМДДМ основным продуктом является соединение с фрагментом N-метилформанилида, имеющий строение



При исследовании ИК-спектров поглощения продуктов более глубокого фотопревращения ТМДДМ были обнаружены три слабые полосы поглощения на частотах 3365 , 3442 и 3415 см^{-1} , которые могут быть вызваны валентными колебаниями связи N—H первичных и вторичных группировок [5]. Появление этих полос поглощения, по-видимому, связано с образованием в процессе фотопревращения ТМДДМ соединений, содержащих первичные и вторичные аминные группы. Указанное предположение вполне согласуется с данными по фотохимическому окислению ДМА, в результате которого наряду с N-метилформанилидом образуются N-метиланилин и анилин [9]. Механизм образования первичных и вторичных аминов из ДМА однозначно не доказан. В фотосенсибилизированных процессах окисления ДМА образование связывается с деалкилирующими свойствами бензофенона и отводится роль молекулярного кислорода в этом процессе (реакция осуществляется и в бескислородной среде) [9]. В [8] образование вторичного амина при термо- и низкотемпературном инициированном окислении ДМА объяснено гидролизом гидроперекиси, образующийся на начальной стадии окисления.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что фотохимическое окисление ТМДДМ осуществляется путем присоединения молекулярного кислорода к метильной группе у третичного атома азота с образованием гидроперекиси, превращающейся на последующих стадиях в соединение с N-метилформанилидным фрагментом. Образование соединений с первичными и вторичными аминогруппами вероятно происходит при превращении гидроперекисей, образующихся на начальных стадиях фотоокисления.

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

(Поступило 17.6.1977)

ფიზიკური ქიმია

ი. ილიაშვილი, ზ. ბახტურიძე, შ. ბარაბაძე

N, N, N', N'-ტეტრაამეთილ-4,4'-დიამინოდიფენილმეთანის
ფოტოქიმიური ბარდაქმნის პროდუქტების შესწავლა

რეზიუმე

ქიმიური ფუნქციონალური ანალიზის და ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის გამოყენებით დადგენილია, რომ N, N, N', N'-ტეტრაამეთილ-4,4'-დიამინოდი-

ფენილმეთანის ფოტოქიმიური ჟანგვა ხორციელდება მესამეულ აზოტთან მდებარე მეთილის ჯგუფთან ჟანგბადის მიერთების გზით.

ჟანგვის საწყის სტადიაზე წარმოიქმნება შედარებით უმდგრადი ზეჟანგური ნაერთი, რომელიც შემდგომ სტადიაზე გარდაიქმნება N-მეთილფორმაილიდის ფრაგმენტის შემცველ ნაერთში.

PHYSICAL CHEMISTRY

I. L. EDILASHVILI, G. Sh. BAKHTURIDZE, Sh. Sh. BARABADZE,

STUDY OF THE PRODUCTS OF PHOTOCHEMICAL TRANSFORMATION OF N, N, N', N'—TETRAMETHYL—4,4'—DIAMINODIPHENYLMETHANE

Summary

By chemical functional analysis and IR spectroscopy it has been established that photochemical oxidation of N, N, N', N'-tetramethyl-4,4'-diaminodiphenylmethane follows via the addition of oxygen to the methyl group situated at the tertiary nitrogen.

At the initial stage a relatively unstable peroxide product is formed, which in the following stage transforms to a compound involving an N-methylformanilide fragment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. დ. მელიკაძე, ი. ლ. ედილაშვილი, ზ. ი. გურგენიძე, რ. ჯ. კიპიანი. Сообщения АН ГССР, 50, № 2, 1968, 351.
2. ლ. დ. მელიკაძე, ი. ლ. ედილაშვილი, რ. ჯ. კიპიანი, ზ. ი. გურგენიძე, დ. ი. შონია. Авторское свидетельство № 237315, 1968. Бюлл. откр. и изобр. пром., обр., товарные знаки, № 8, 1969.
3. რ. ჯ. კიპიანი, ე. ი. სიხარულიძე, ზ. ი. გურგენიძე. Труды Ин-та защиты растений ГССР, 25, 1973, 4649.
4. ი. ლ. ედილაშვილი, კ. ბ. იოსელიანი, გ. შ. ბახტურიძე. Изв. АН ГССР, сер. хим., 2, 1976, 247.
5. ლ. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
6. Н. Носк, S. Lang. Ber., 77, 1944, 257.
7. S. Iwamoto. Bull. Chem. Soc. Japan, 10, 1935, 420.
8. L. Horner, K. H. Knapp. Ann. Chem., 622, 1959, 79.
9. R. F. Bartholomew, R. S. Davidson. J. Chem. Soc., 12, 1971, 2342.
10. Сб. «Синтезы органических препаратов», № 3, 1952, 320.



УДК 541.12.012

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. И. ТОПУРИДЗЕ, Д. В. ХАНТАДЗЕ

УЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕРАВНОЦЕННОСТИ
 КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ИЗБЫТОЧНОГО ОБЪЕМА И
 ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСПЛАВОВ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 22.7.1977)

Объем реальных металлических расплавов, как правило, не складывается аддитивно из объемов смешиваемых пар. Наличие не нулевого избыточного объема объясняют химической природой смешения. Указывают даже на определенную связь между избыточным объемом (ΔV) и энергией смешения (ΔH) [1]. Однако имеется много примеров, когда корреляция между объемными и энергетическими параметрами смешения отсутствует [2]. Более того, в рамках существующих теорий невозможно одним химическим взаимодействием объяснить наличие отрицательного избыточного объема для расплавов, характеризующихся эвтектической кристаллизацией или областью расслоения на диаграмме состояния [3, 4].

Для подобных систем констатировано уменьшение величины максимальной компрессии объема по мере уменьшения отношения атомных объемов смешиваемых пар [4]. Одновременно при моделировании идеального раствора сыпучей средой было установлено, что смешение геометрически неравных сфер ($V_1 \neq V_2$) всегда сопровождается усадкой объема смеси [5, 6] (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость относительной усадки объема механической смеси от отношения объемов смешиваемых пар

V_2/V_1	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$(-\frac{\Delta V}{V_0})_{\text{геом}} \%$	0	0,6	1,2	1,7	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,0

Следовательно, можно предположить, что в расплавах, образующихся без тепловых эффектов смешения ($\Delta H=0$), компоненты которых различаются в размерах ($V_1 \neq V_2$), может наблюдаться значительный рост плотности только за счет геометрического фактора [6].

В данной работе для уточнения роли геометрического фактора при образовании бинарных растворов исследовались металлические расплавы (Cu—Pb, Cu—Bi, Ag—Tl, Ag—Bi, Cu—Ag, Cu—Co), характеризующиеся разными отношениями атомных объемов компонентов. Все они отличаются эндотермическими эффектами смешения, которые, как и диаграммы плавкости, указывают на положительные отклонения этих систем от закона Рауля.

Наряду с объемными изменениями, исследовалось поверхностное натяжение, корреляция которого с теплотой смешения была замечена раньше [7]. Здесь основное внимание было уделено влиянию геометрических особенностей смешиваемых пар на отклонение изотерм σ от идеальных.

Измерения проводились по методу лежащей капли. Результаты измерения удельного объема $\frac{1}{\gamma}$ (точность не ниже 0,5%) и поверхностного натяжения σ (точность $\approx 1\%$) приведены на рис. 1.

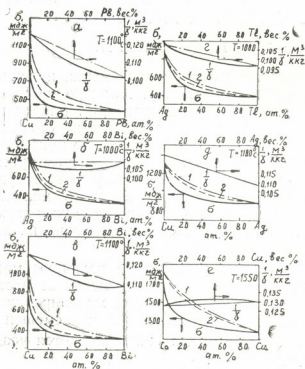


Рис. 1. Изотермы удельных объемов ($\frac{1}{\gamma}$) и поверхностного натяжения (σ) двойных расплавов: медь—свинец (а), серебро—висмут (б), медь—висмут (в), серебро — таллий (г), медь—серебро (д) и кобальт—медь (е), 1 — расчетная изотерма по Жуховицкому, 2 — по Павлову—Попелю

В табл. 2 сведены некоторые литературные данные и результаты наших измерений.

Как следует из данных табл. 2, расплавы с особо большими отношениями атомных объемов (Cu—Pb, Cu—Bi, Ag—Tl, Ag—Bi) характеризуются наибольшим сжатием, тогда как для расплавов Cu—Co и Cu—Fe с отношением $\frac{V_2}{V_1}$, близким к единице, обнаруживается декомпрессия объема.

По-видимому, для первой группы расплавов «геометрическая» доля в компрессии объема является доминирующей, для Ag—Cu энергетический эффект компенсирует геометрический, а для Cu—Co и Fe—Cu является преобладающим.

Для описания изменений поверхностного натяжения в упомянутых системах наиболее приемлема изотерма Павлова—Попеля [13], которая для предлагаемой модели ($V_1 \neq V_2$, $\Delta H = 0$, $\gamma_i = 1$, $\Delta_i = \sigma_i^0 \omega_i^0 - \alpha RT \ln \gamma_i = \sigma_i^0 \omega_i^0$) принимает вид

$$\sigma = \sigma_1 + \frac{1}{\omega_1} RT \left(\ln \frac{N_1^0}{N_1} + \ln \frac{V}{V^0} \right). \quad (1)$$

Таблица 2

Энергетические и объемные характеристики бинарных металлических расплавов

Система	ΔH , $\frac{\text{ккал}}{\text{г-моль}}$	$\left(\frac{\Delta V}{V_0}\right)_{\text{эксп}}$ %	$\frac{V_2}{V_1}$	$\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{\text{геом}}$ %
Cu—Pb	1,87 [8]	-4,4 [3]	2,70	-3,4
Ag—Bi	1,00 [8]	-3,8 [4]	2,00	-2,5
Ag—Pb	1,55 [8]	-3,0 [4]	1,80	-2,2
Hg—Sn	0,22 [9]	-0,9 [11]	1,15	-0,6
Hg—Zn	0,10 [9]	-1,3 [11]	1,49	-1,5
Hg—Pb	0,10 [10]	-0,9 [11]	1,30	-1,0
Zn—Al	0,40 [9]	-0,5 [8]	1,15	-0,6
Fe—Sn	—	-6,5 [12]	2,43	-3,2
Fe—Cu	1,97 [9]	+4,0 [4]	1,06	-0,1

Наши данные по объемным изменениям

Ag—Bi	1,00 [8]	-3,5	1,95	-2,5
Cu—Pb	1,87 [8]	-4,7	2,64	-3,4
Cu—Bi	1,50 [8]	-4,7	2,86	-3,6
Ag—Tl	0,92 [9]	-3,6	1,69	-2,0
Ag—Cu	0,91 [9]	0	1,48	-1,4
Cu—Co	1,80 [10]	+2,0	1,10	-0,2

При расчетах поверхностная концентрация N_1^0 вычислялась по Жуховицкому с применением ранее разработанных графиков [14].

Молярный объем поверхностного раствора определялся по экспериментальной зависимости $V=f(N)$ при условии $N=N_1^0$.

Как следует из данных рис. 1, экспериментальные изотермы для всех исследованных расплавов располагаются ниже идеальной изотермы Жуховицкого, что указывает на положительные отклонения этих расплавов от закона Рауля. Однако при сопоставлении экспериментальных σ с расчетными по Жуховицкому и по формуле (1) обнаруживается, что «геометрический» вклад в эти отклонения значителен и существенно зависит от отношений объемов смешиваемых пар (рис. 1). Например, для сплавов Cu—Bi и Cu—Pb расчет по (1) значительно приближает σ к экспериментальным. Одновременно для

Cu—Co $\left(\frac{V_2}{V_1} \approx 1\right)$ учет геометрического вклада несуществен.

Более высокая, сравнительно с изотермой Павлова—Попеля, поверхностная активность легкоплавкого компонента связана с химизмом процесса смешения и может быть объяснена термодинамическим поведением системы.

Таким образом, учет геометрического фактора вносит определенную ясность при сопоставлении избыточного объема и поверхностного натяжения металлических растворов с энергетическими параметрами смешения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 22.7.1977)

ბ. თოფურიძე, ჯ. ხანთაძე

კომპონენტების გეომეტრიული არატოლფასოვნების
 გათვალისწინება ნალღობთა ჭარბი მოცულობისა
 და ზედაპირული დაჭიმულობის ანგარიშის დროს

რეზიუმე

სსსრის „მექანიკურ“ მოდელზე დაყრდნობით და მისი კომპონენტების მოლეკულურ მოცულობათა განსხვავების გათვალისწინებით ახსნილია ფაქტები, როცა რაეულის კანონიდან დადებითი გადახრის შემთხვევაში ნალღობთა ჭარბი მოცულობა უარყოფითია. ზომით ფაქტორთანაა დაკავშირებული აგრეთვე კომპონენტის განსაკუთრებით მაღალი ზედაპირული აქტივობა იდეალურ შემთხვევასთან შედარებით.

PHYSICAL CHEMISTRY

N. I. TOPURIDZE, D. V. KHANTADZE

THE INFLUENCE OF GEOMETRICAL INEQUALITY OF COMPONENTS
 ON EXTRA VOLUME CHANGE AND SURFACE TENSION OF MELTS

Summary

The negative extra volume phenomena at positive deviation from Raoult's law are explained by geometrical factors. The increase of surface activity in comparison with ideal case is also explained by the size factor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Арсентьев, Л. А. Коледов. Металлические расплавы и их свойства. М., 1976.
2. Т. Г. Крыштаб, В. А. Лениченко, Е. И. Харьков, С. В. Швец. Укр. физ. ж., 18, № 4, 1973.
3. T. Malberg. I. Inst. Metals, 89, 1960/61, 137.
4. F. Sauerwald. The Properties of Liquid Metals. Taylor, Francis Ltd, London E. C. 4, 1968.
5. Д. В. Хантадзе, Н. И. Топуридзе. Инж.-физ. ж., 33, № 1, 1977.
6. Д. В. Хантадзе, Н. И. Топуридзе. Сб. «Вопросы металловедения и коррозии металлов», вып. V. Тбилиси, 1977.
7. Д. В. Хантадзе, Э. Г. Оникашвили, Т. Г. Церцвадзе. Сб. «Физическая химия поверхности расплавов». Тбилиси, 1977.
8. O. Kubaschewski, I. A. Catterall. Thermochemical Data of Alloys, Pergamon Press, Ltd, London, New York, 1956.
9. Д. Р. Вилсон. Структура жидких металлов и сплавов. М., 1972.
10. И. Т. Срывагин, О. А. Есин и др. Труды Ин-та металлургии УФ АН СССР, вып. 18. Свердловск, 1969.
11. O. I. Kleppa, M. Kaplan, C. E. Thalmager. J. Phys. Chem. 65, 1961, 843
12. В. И. Ниженко, Л. И. Флока. Металлы, 4, 1973, 73.
13. В. В. Павлов, С. И. Попель. ЖФХ, 39, № 1, 1965.
14. Д. В. Хантадзе, Т. Г. Церцвадзе, ЖФХ, 47, № 11, 1973.

М. М. АЛЕКСИШВИЛИ

О ГЕТЕРОГЕННОМ ХАРАКТЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОПИЛЕНА
В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛЕНИЯ, ОКИСЛИТЕЛЬНОГО КРЕКИНГА
И КРЕКИНГА ПРОПАНА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 4.7.1977)

В начале 60-х гг. Дж. Нокс с сотрудниками, исследуя окисление этана [1], пропана [2, 3] и изобутана [4], обнаружили интересный факт: образование на начальных стадиях реакции до 80% сопряженных олефинов в расчете на израсходованный алкан. Это открытие вызвало постановку ряда исследований с целью выяснения истинного механизма окисления алканов и, в частности, путей образования сопряженных олефинов. Однако, несмотря на наблюдаемое сильное влияние поверхности на окисление алканов, вопрос о его роли в образовании олефинов остается открытым. Единственным исключением является работа Аттертона с сотрудниками [5], в которой делается вывод о гетерогенном образовании изобутена при окислении изобутана ($T \leq 360^\circ\text{C}$).

Настоящая работа была поставлена с целью изучения влияния изменения гетерогенного фактора (S/V) на общую скорость и выходы продуктов реакции окисления, а также окислительного крекинга и крекинга пропана главным образом на начальных стадиях процесса.

Эксперимент проводился в интервале температур $340\text{--}440^\circ\text{C}$ со смесями следующего состава: 125 тор $\text{C}_3\text{H}_8 + 125$ тор O_2 (окисление); 125 тор $\text{C}_3\text{H}_8 + 5$ тор $\text{O}_2 + 120$ тор N_2 (окислительный крекинг); 125 тор C_3H_8 (крекинг). Опыты ставились в статической вакуумной установке, применялись при кварцевых цилиндрических реакционных сосудах с S/V 0,68; 6,87 и 20,2 см^{-1} . Хроматографический анализ продуктов проводился при 0,2—1% превращения исходного алкана.

Из рассмотрения результатов исследований видно, что при термическом распаде пропана увеличение S/V от 0,68 до 20,2 см^{-1} приводит к росту $W_{\text{C}_3\text{H}_6}^{(1)} \sim$ в 3—4 раза (рис. 1, кривая 1), т. е. указывает на гетерогенный характер образования пропилена.

В окислительном крекинге с увеличением S/V от 0,68 до 20,2 см^{-1} наблюдается возрастание $W_{\text{C}_3\text{H}_6} \sim$ в 10 раз (рис. 1, кривая 2). Следовательно, в окислительном крекинге образование C_3H_6 в еще большей мере связано с поверхностью, чем при термическом распаде пропана.

Ранее нами было показано, что окислительный крекинг и окисление имеют одинаковый механизм [6]. Поэтому следует ожидать, что и

(¹ $W_{\text{C}_3\text{H}_6}$ — скорость образования C_3H_6 (моль/ $\text{см}^3 \cdot \text{сек}$), рассчитанная из начальных линейных участков концентрационных кривых.

в окислении пропана $W_{C_3H_6}$ будет увеличиваться с ростом S/V . Действительно, в случае эквимолекулярной пропано-кислородной смеси (440°C) результатом изменения S/V от 0,68 до $20,3 \text{ см}^{-1}$ явился заметный рост скорости образования пропилена (рис. 1, кривая 3); при этом $(dP/dt)_{\text{max}}$ уменьшается в 4 раза (рис. 1, кривая 3'). При 340°C увеличение S/V приводит к несравненно более сильному падению максимальной скорости реакции (~ 360 раз) (рис. 1, кривая 4'). Несмотря, однако, на такое резкое уменьшение W_{max} , скорость образования C_3H_6 несколько растет (рис. 1, кривая 4).

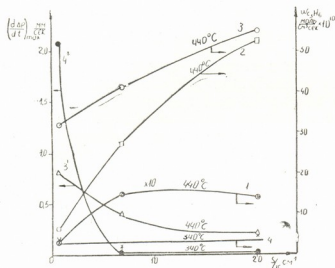


Рис. 1. Зависимость $(dP/dt)_{\text{max}}$ и $W_{C_3H_6}$ от изменения S/V . $T=340, 440^\circ\text{C}$. Кривая 1— $W_{C_3H_6}$ — S/V ; 125 тор C_3H_8 ; кривая 2— $W_{C_3H_6}$ — S/V ; 125 тор C_3H_8 +5 тор O_2 +120 тор N_2 ; кривые 3,4— $W_{C_3H_6}$ — S/V ; 125 тор C_3H_8 +125 тор O_2 ; кривые 3',4'— W_{max} — S/V ; 125 тор C_3H_8 +125 тор O_2

Вышеприведенные экспериментальные результаты являются подтверждением того, что как в окислении, так и в окислительном крекинге и крекинге пропана поверхность играет значительную роль в образовании пропилена.

К выводу о гетерогенном характере образования олефинов на начальных стадиях окисления алканов можно прийти и при анализе некоторых других данных. В частности, результаты опытов А. Б. Налбандяна и С. С. Поляк с сотрудниками по изучению окисления этана кинетическим изотопным методом [7], Кэллеса и Берри по исследованию окисления нормального бутана с применением той же методики [8] и наши опытные данные по окислению пропана [9, 10] указывают на то, что основная масса продуктов реакции образуется, минуя стадию окисления олефина. Рассчитав свои данные по окислению пропана [9, 10] и данные других авторов по окислению этана [11], мы убедились в том, что концентрация олефинов на промежуточных стадиях процесса (при условии, что в начале реакции олефин образуется только гомогенным путем и в дальнейшем не участвует в образовании значительной части продуктов) должна быть намного больше, чем наблюдается на опыте. Несоответствие расчетной и опытной концентраций олефина указывает на уменьшение скорости образования олефина по ходу процесса. Уменьшение $W_{\text{олеф}}$ можно объяснить, если принять, что в начале реакции, наряду с гомогенным, происходит и гетерогенное образование этого продукта; в дальнейшем с ходом реакции скорость гетерогенного образования олефина падает, в связи с чем уменьшается и суммарная $W_{\text{олеф}}$. Возможно, что паде-

ние скорости образования олефина на стенке связано с «закрытием» или дезактивацией поверхности в ходе окисления.

Доказательством последнего предположения может служить констатируемый Олбрайтом и Винтером любопытный экспериментальный факт — увеличение выхода C_3H_6 на 50% и некоторое увеличение выходов всех продуктов после стояния на воздухе реактора из боросиликатного стекла (окисление пропана при $335^\circ C$) [12]. Анализируя этот факт, авторы приходят к выводу о том, что по ходу реакции происходит отравление поверхности, а стояние реактора на воздухе каким-то образом способствует ее активации. Аналогичное явление наблюдалось и нами: после длительного (больше недели) перерыва в работе кварцевого реактора заметно возрастала общая скорость реакций окисления, окислительного крекинга и крекинга пропана; выход C_3H_6 увеличивался на 100%, а выходы остальных продуктов оставались прежними.

Возможно, что констатируемый нами и в работе [12] факт активации поверхности, в результате которой происходит увеличение выхода пропилена, связан с адсорбцией на стенках реактора молекул кислорода из воздуха. Некоторым подтверждением этого предположения являются результаты наших опытов, заключающиеся в увеличении выхода C_3H_6 после обработки поверхности кислородом при термическом распаде пропана [9]. Более серьезным доказательством участия адсорбированного кислорода в образовании пропилена служит одновременное влияние малых добавок O_2 и увеличения гетерогенного фактора на термический распад пропана при $440^\circ C$. Из рис. 1 видно, что при переходе от термического распада пропана в полном сосуде к окислительному крекингу в сосуде с $S/V=20,2$ см $^{-1}$ скорость образования пропилена возрастает в 200 раз. Это обстоятельство указывает не только на то, что C_3H_6 в окислительном крекинге (и окислении) образуется при помощи O_2 и его образование связано с поверхностью, но и является значительным доводом в пользу того, что гетерогенное образование пропилена происходит при участии адсорбированного стенками реактора кислорода.

В схеме окисления алканов, предложенном нами [13], C_3H_6 получается в двух реакциях: $C_3H_7 + O_2 \rightarrow C_3H_6 + HO_2$ (1) и $C_3H_7O_2 \rightarrow C_3H_6 + HO_2$ (2). Примем, что реакция (1) идет на поверхности с участием адсорбированного кислорода: $C_3H_7 + (O_2)_{адс} \rightarrow C_3H_6 + HO_2$ (1 а). Можно представить себе такую картину: радикал C_3H_7 из объема вступает в реакцию с адсорбированным на стенке реактора кислородом, образовавшийся C_3H_6 переходит в объем, на освобожденное место поверхности снова адсорбируется O_2 и т. д. С ходом реакции поверхность отравляется, степень адсорбции кислорода уменьшается, падает скорость гетерогенного образования пропилена и отсюда общая $W_{олеф}$.

Необходимо отметить, что мы настаиваем именно на таком механизме гетерогенного образования C_3H_6 . Предлагаемый вариант является лишь рабочей гипотезой. Возможно, что пропилен на стенке реакционного сосуда получается иным путем. Здесь важно другое: полученные нами данные в совокупности с результатами других авторов [5, 7, 8, 11] являются серьезным доказательством того, что высокий выход олефинов на начальных стадиях окисления C_2-C_4 алканов в значительной мере обусловлен гетерогенными процессами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.7.1977)

8. ალუმინოზვილი

პროპილენის წარმოქმნის ჰეტეროგენული ხასიათის შესახებ პროპანის ჟანგვის, ჟანგვითი კრეკინგისა და კრეკინგის რეაქციების საერთო რეჟიმზე

შესწავლილია ჰეტეროგენული ფაქტორის (S/V) ცვლილების გავლენა პროპანის ჟანგვის, ჟანგვითი კრეკინგისა და კრეკინგის რეაქციების საერთო სიჩქარესა და პროდუქტთა გამოსავალზე.

ნაჩვენებია, რომ ზედაპირი დიდ როლს თამაშობს ამ რეაქციათა საწყის სტადიებზე პროპილენის წარმოქმნაში.

მიღებული შედეგების ზოგიერთ სხვა შრომასთან შედარების საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა: C_2-C_4 ნაჯერი ნახშირწყალბადების ჟანგვის საწყის ეტაპებზე შესაბამისი უჯერი ნახშირწყალბადების მაღალი გამოსავალი მნიშვნელოვანწილად გაპირობებულია ჰეტეროგენული პროცესებით.

CHEMICAL TECHNOLOGY

M. M. ALEKSISHVILI

 HETEROGENEOUS CHARACTER OF PROPYLENE PRODUCTION
 IN THE REACTIONS OF OXIDATION, OXIDIZING CRACKING
 AND CRACKING OF PROPANE

Summary

The effect of heterogeneous factor variation (S/V) on total rate and product yield in propane oxidation, oxidizing cracking and cracking reactions has been studied.

It is shown that at initial stages the surface plays a major role in propylene production.

On the basis of a comparison of the results obtained with those of some other studies it is concluded that at the initial stages of oxidation of C_2-C_4 saturated hydrocarbons the high yield of corresponding unsaturated hydrocarbons is mostly due to heterogeneous processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. H. Knox, G. H. G. Wells. *Trans. Far. Soc.*, 59, 1963, 2786.
2. J. W. Falconer, J. H. Knox. *Proc. Roy. Soc.*, A250, 1959, 493.
3. J. H. Knox. *Trans. Far. Soc.*, 56, 1960, 1225.
4. J. Hay, J. H. Knox, J. M. C. Turner. 10th Symp. (International) on Combustion, 1965, 331.
5. J. G. Atherton, A. J. Brown, G. A. Lockett, R. T. Pollard. 14th Symp. (International) of Combustion, 1972, 88.
6. М. М. Алексишвили, И. А. Эйгенсон, С. С. Поляк, В. Я. Штерн. *Кинетика и катализ*, 17, 1976, 1100.
7. Р. И. Мошкина, С. С. Поляк, Н. А. Соколова, И. Ф. Мастеровой, А. Б. Налбандян. *ДАН СССР*, 218, 1974, 1147.
8. T. Berry, C. F. Cullis. *Australian J. Chem.*, 23, 1970, 2309.
9. М. М. Алексишвили, С. И. Молчанова, С. С. Поляк, В. Я. Штерн. *ДАН СССР*, 203, 1972, 1328.
10. М. М. Алексишвили, С. С. Поляк, В. Я. Штерн. *Кинетика и катализ*, 15, 1974, 290.
11. Р. И. Мошкина, С. С. Поляк, И. Ф. Мастеровой, А. Б. Налбандян. *Кинетика и катализ*, 14, 1973, 1105.
12. L. F. Albright, E. M. Winter. *Industr. Eng. Chem.*, 5, 1966, 244.
13. М. М. Алексишвили. *Сб. «Исследования в области нефтехимии»*, М., 1976, 168.

И. А. ГУСЕЙНОВА, В. Ф. ГРИБКО, О. П. МЧЕДЛИШВИЛИ-
ПЕТРОСЯН (член-корреспондент АН ГССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИПСОВОГО КАМНЯ, ПОЛУЧЕННОГО ТЕРМОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Известные кристаллические модификации (α и β) полуводного гипса [1, 2], образующиеся соответствующей тепловой обработкой двугидрата, при затворении водой (35—45% для α -формы, 60—70% для β -формы), дают гипсовые изделия высокой пористости [3].

Изделия из гипса, полученные обоими способами, являются не водоустойчивым и не морозоустойчивым материалом [4], что ограничивает область их применения.

Возможность получения гипсового камня менее пористой структуры могла бы способствовать улучшению указанных свойств.

В качестве исходного сырья был использован двугидрат Шедокского месторождения следующего химического состава (%):

SiO_2 —0,52,	CaO —32,80,	Na_2O —0,1,
Al_2O_3 —0,21,	MgO —0,32,	K_2O —0,08,
Fe_2O_3 —0,09,	SO_3 —46,24,	гидратной воды—19,64.

Исходный двугидрат измельчался до величины площади удельной поверхности $2800 \text{ см}^2/\text{г}$, при фракционном составе (%):

200 мк—19,74,	60 мк—3,82,	меньше 50 мк—54,46.
80 мк—15,44,	50 мк—6,12,	

При водо/твердом отношении, равном 0,16, способом вибрации формовались образцы—балочки размером $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$. Такое изготовление способствовало большему уплотнению частиц двугидрата. Через 24 часа после формовки образцы освобождались из форм и подвергались термовлажностной обработке при избыточном давлении пара 7 кгс/см^2 .

Образцы, не подвергавшиеся термовлажностной обработке, имели объемный вес 1693 кг/см^3 , механическую прочность при сжатии в возрасте 30 суток — $8,0 \text{ кгс/см}^2$, а в возрасте 2,5 года — $80,0 \text{ кгс/см}^2$. Через сутки хранения в воде их близнецы 30-суточного возраста полностью разрушались, а образцы в возрасте 2,5 лет шелушились.

Исследование показало, что в процессе термовлажностной обработки протекают дегидратация и регидратация двугидрата.

На образцах, подвергшихся термовлажностной обработке, была исследована взаимосвязь механической прочности объемного веса водопоглощения и структуры гипсового камня.

Механическая прочность образцов на изгиб и сжатие определялась после термовлажностной обработки, а их близнецов — после

разного времени хранения в воде; затем—30 циклов попеременного насыщения водой и сушки до постоянной массы; после 25 циклов попеременного замораживания с последующим оттаиванием по стандартной методике.

Показатели механической прочности определялись на образцах, высушенных до постоянной массы. Результаты испытаний приводятся в таблице.

Физико-механические показатели образцов при разных условиях хранения

Условия хранения после термовлажностной обработки	Объемный вес, кг/м ³	Водопоглощение, %	Мех. прочность, кгс/см ²	
			сжатие	изгиб
Высушенные до постоянной массы	1599	—	202	24
1 сутки в воде	1618	—	294	50
7 суток в воде	1635	10,8	316	67
28 суток в воде	1641	10,9	335	110
30 циклов попеременного насыщения водой и сушки до постоянной массы	1674	10,9	315	43
25 циклов попеременного замораживания с последующим оттаиванием	1688	11,3	238	86

Из таблицы видно, что механическая прочность образцов, сохранившихся после термовлажностной обработки в воде, со временем возрастает, одновременно увеличивается и объемный вес.

Образцы после 30 циклов попеременного насыщения водой и сушки до постоянной массы показали увеличение объемного веса и рост прочности. Рост прочности при изгибе несколько отстает от роста прочности при сжатии. На прочность при изгибе, возможно, влияет процесс кристаллизации, который, как правило, должен протекать во влажной среде, в период же сушки процесс кристаллизации может тормозиться. Прочность при сжатии возрастает в результате дополнительного процесса гидратации.

Образцы после 25-кратного попеременного замораживания с последующим оттаиванием также показывают рост объемного веса и увеличение механической прочности при сжатии и изгибе.

Особо следует отметить небольшое водопоглощение полученного гипсового камня, которое при всех опытах находится в пределах 11%.

Наблюдающееся увеличение объемного веса является результатом дополнительного процесса гидратации образованного при термовлажностной обработке полуводного гипса: система стремится к своему исходному объемному весу.

Изменение структуры камня исследовалось электронномикроскопическим методом ($\times 8000$).

Микроструктура исходного гипсового камня (рис. 1, а, б) представлена кристаллами моноклинно-призматического, а также пластинчатого характера.

В возрасте 30 суток после формовки проба отличается пористой структурой (рис. 1, в, г); среди мелких (2—3 мк) кристаллов наблюдается большое количество крупных (20—40 мк). Такая структура не может препятствовать проникновению воды вглубь образца и, следовательно, растворятся грани сросшихся кристаллов, что подтверждает низкую водостойкость образца.

В возрасте 2,5 лет (рис. 1, д, е) преобладают мелкие (2—3 мк) и более крупные (5—10 мк) кристаллы. Особенно крупных (40 мк) кристаллов очень мало. Плотность за счет большого количества контактов срастания несколько увеличивается, однако не настолько, чтобы заметно повлиять на увеличение водоустойчивости.

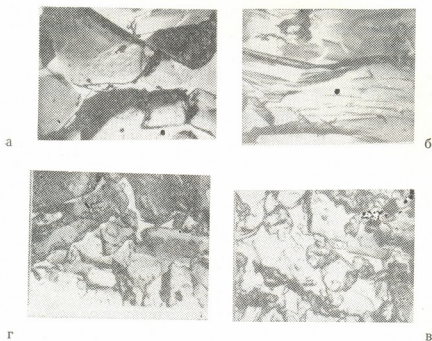


Рис. 1. Структура двуводного гипса: а, б — исходного гипсового камня, в, г — через 30 суток после формовки

После термовлажностной обработки микроструктура камня резко изменяется. Она представлена (рис. 2, а, б) довольно плотным сростком длинных кристаллов с ориентировочным соотношением размеров 1—2×30—40 мк. Такая структура способствует значительно большему уплотнению камня, следовательно, и повышенной водостойкости.



Рис. 2. Структура гипса после термовлажностной обработки: а, б — после завершения термовлажностной обработки, в — через 28 суток хранения в воде

В структуре камня, который после термовлажностной обработки в течение 28 суток сохранялся в воде (рис. 2, в, г) чаще наблюдаются более крупные кристаллы с соотношением размеров 3—4×15—30 мк.

Структура аналогична структуре камня после термовлажностной обработки. Это свидетельствует и о близости их водоустойчивости.

В микроструктуре образца после 25 циклов попеременного замораживания с последующим оттаиванием (рис. 2,д) наблюдается несколько более повышенная пористость (около 15%), что может быть результатом растворимости и вымывания гипса.

Термовлажностная обработка образцов из двухводного гипса сопровождается образованием кристаллической структуры, которая способствует высокой механической прочности, повышению водостойкости, морозостойчивости.

Научно-техническое объединение
 «ГрузНИИСтром»

(Поступило 22.7.1977)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. გუსეინოვა, ვ. გრიბკო, ო. მხედლიშვილი-პეტროსიანი (საქ. სსრ
 მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

თერმოსინესტული დამუშავებით მიღებული თაბაშირის ქვის
 თვისებების გამოკვლევა

რ ე ზ ი მ ე

თერმოსინესტული დამუშავებისას დაყალიბებული ორწყლიანი თაბაშირის ნიმუშებში იქმნება კრისტალური სტრუქტურა, რომელიც მკვეთრად განსხვავდება პირველადი თაბაშირის ქვის სტრუქტურისაგან და ხასიათდება მაღალი სიმკვეთრით.

ასეთი სტრუქტურა უზრუნველყოფს თაბაშირის მასალის მექანიკურ სიმტკიცეს, მზარდს წყლიან არეში, გააღებულ წყალმდგრადობას და ყინვაგამძლეობას.

CHEMICAL TECHNOLOGY

I. A. GUSEYNOVA, V. F. GRIBKO, O. P. MCHEDLISHVILI-PETROSYAN

STUDY OF THE PROPERTIES OF GYPSUM STONE OBTAINED
 BY HYDROTHERMAL TREATMENT

Summary

During hydrothermal treatment of samples made from gypsum dihydrate a crystalline structure is formed which differs materially from the initial structure of the gypsum rock and is characterized by higher density.

Such structure provides gypsum material with high mechanical strength and improved water and frost resistance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников Минеральные вяжущие вещества. М., 1973.
2. Г. Г. Булычев. Смешанные гипсы. М., 1952.
3. М. А. Матвеев, Қ. М. Ткаченко. Водоустойчивость гипсовых строительных изделий и ее повышение. М., 1951.
4. А. В. Волженский, М. И. Роговой, В. И. Стамбулко. Гипсцементные и гипсошлаковые вяжущие изделия. М., 1960.



А. М. ГАВАШЕЛИ

О ДВУХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПАХ СТРАТИФОРМНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Гвалчрелидзе 1.7.1977)

В процессе проведения геологических работ в Высокогорной Абхазии автором [1] обнаружено 26 стратиформных серноколчеданных рудопроявлений, приуроченных к ацгарской (20, домер), ахейской (1, тоар) и анчхойской (5, аален) свитам. Район рудопроявлений входит в состав тектонической зоны Южного склона Большого Кавказа и расположен между р. Белая на западе и хребтом Гваштхва на востоке (бассейн р. Бзыби).

В геологическом строении исследованного района принимают участие глинистые сланцы, редко на различных уровнях вмещающие горизонты песчаников и продукты спилитового вулканизма, подстилающие или латерально замещающие рудоносные горизонты.

Стратиформные рудные образования представлены прослоями и линзами серного колчедана, чередующимися с маломощными (0,01—10 м) пачками глинистых сланцев; лишь на одном рудопроявлении развиты пиритовые сланцы, содержащие 30—40% пирита. Количество серноколчеданных прослоев в рудопроявлениях колеблется от 1 до 68. Мощность серноколчеданных прослоев достигает 0,3 м, а пиритовых сланцев — 8 м. Прослеживаются они на расстоянии 20—800 м. Мощность горизонтов, содержащих слои серного колчедана, колеблется от 0,5 до 250 м.

Породы, вмещающие стратиформные рудопроявления, делятся по составу на два типа: сланцевый и сланцево-карбонатный. Первый из них состоит из собственно сланцевых пород и сланцево-кремнистых, а второй — из собственно сланцево-карбонатных и кремнисто-карбонатных. Первый тип вмещает рудопроявления ацгарской и ахейской свит, а второй — анчхойской свиты. Сланцево-кремнистые и кремнисто-карбонатные породы встречаются весьма редко. В сланцевых и сланцево-карбонатных породах залегают наиболее перспективные рудопроявления. Во второй группе пиритотложение контролируется карбонатным веществом.

Микроскопическое изучение показало, что в большинстве случаев карбонатные и некарбонатные глинистые сланцы подрудных, рудных и надрудных горизонтов состоят из гидрослюдисто-хлоритовой массы, лишенной зернышек кварца, представляющих характерные компоненты глинистых сланцев. В карбонатных глинистых сланцах наблюдаются изометричные зернышки загрязненных кальцитов, иногда образующих гломерокристаллические скопления. В кремнисто-карбонатных породах присутствуют равномернозернистый агрегат кальцита, включающий мелкие зернышки кварца (лишенного аксессуаров, обычных для доюрских гранитоидов Главного Кавказского хребта), и гидрослюдисто-хлоритовая масса, приуроченная к межзерновым простран-

ствам. В составе сланцево-кремнистых образований, помимо сланцев, изредка наблюдаются и силициты. Последние обнаружены в подрудном горизонте по р. Верхняя Грибза. Это по внешнему виду светлые, светловато-серые, зеленовато-серые, в ряде случаев полосчатые породы, состоящие из крипто- и тонкозернистого кварца (лишенного акцессориев) и 10—20% гидрослюдисто-хлоритовой массы.

По петрохимическому составу силициты близко стоят к кремнистым образованиям, а кремнисто-карбонатные образования — к идентичным им породам, ассоциирующим со спилитсодержащими вулканогенно-осадочными толщами [2, 3].

Глинистые сланцы подрудных, рудных и надрудных горизонтов имеют петрохимическую характеристику, сходную с пелитовой фракцией терригенных образований Южного склона Большого Кавказа. Все это свидетельствует о том, что пиритоотложение и накопление продуктов спилитового вулканизма происходило при отсутствии придонных волнений и течений.

Статистическая обработка геохимического материала на ЭВМ показала, что преобладающее количество прослоев пирита, пиритоносных сланцев и пиритоносных конкреций пелитолитов, ассоциирующих со стратиформными образованиями, содержит повышенное количество меди, свинца, цинка, редко мышьяка и бария. ореолы повышенного содержания меди, свинца и цинка контролируются распространением стратиформных образований серного колчедана в пределах ацгарской и ахейской свит, тогда как в анчхойской свите устанавливается лишь повышенное количество цинка. При этом в рудопроявлениях обоих генетических типов наблюдаются частные закономерности распределения ряда малых элементов. Так, по р. Гваштхва подрудные горизонты обогащены цветными металлами, а по р. Аллоштрахс — обеднены, по р. Грибза цветными металлами (медь, свинец и цинк) обогащены как подрудные, так рудные и надрудные горизонты, а по ее левым притокам — только два последних и т. д. Иногда подрудные, рудные и надрудные горизонты почти не содержат цветных металлов. В других случаях рудовмещающие сланцы обогащены медью, свинцом, цинком, барием и мышьяком (до 0,1% каждый), тогда как стратиформные тела лишены этих элементов. Постоянно, но не повсеместно стратиформные рудообразования сопровождаются повышенным содержанием меди (до 0,4%), цинка (до 0,3%), свинца (до 0,1%), мышьяка (до 0,1%) и бария (до 0,1%), тогда как терригенные породы исследованного района содержат кларковое количество меди, свинца, цинка, никеля, кобальта, ванадия, хрома, олова, молибдена, мышьяка, сурьмы и ртути. Лишь цинк присутствует в повышенном количестве.

Присутствие слова, молибдена, мышьяка, сурьмы, ванадия, хрома, никеля и кобальта в стратиформных образованиях серного колчедана показывает, что эти элементы накапливаются одновременно с рудами.

Детальное изучение конкреций, ассоциирующих с продуктивными свитами и стратиформными образованиями, показало, что благоприятные условия для осаждения меди возникают при становлении конкреций пиритоносных пелитолитов и прослоев стратиформного серного колчедана. В отличие от нее, свинец накапливается в конкрециях и прослоях пирита. Геохимические особенности цинка в рассматриваемых образованиях зеркально отражают поведение меди.

Грузинское производственное
геологическое управление

(Поступило 1.7.1977)

ა. გავაშელი

პირიტის სტრატეფორმული მადანგამოვლინებების ორი გენეტიკური ტიპის უმისახეობა

რეზიუმე

გამოყოფილია პირიტის სტრატეფორმული მადანგამოვლინებების ორი გენეტიკური ტიპი, რომლებიც ლიასური ნალექების სტრატეგრაფიულ სვეტში ორ სხვადასხვა დონეს იკავებენ.

GEOLOGY

A. M. GAVASHELI

ON TWO GENETIC TYPES OF STRATIFORM EXPOSURE OF PYRITES

Summary

Two genetic types of the stratiform exposure of pyrites have been identified, occupying differing stratigraphic levels of the Domer-Aalenian deposits of the folded system of the southern slope of the Main Caucasus Range.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Гавашели и др. Сообщения АН ГССР, 85, № 1, 1977.
2. Г. С. Дзоценидзе. Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. М., 1969.
3. И. В. Хворова. Кремнакопление в геосинклинальных областях прошлого. М., 1968.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. Д. ГИОРГАДЗЕ

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОГОЙ КОНИЧЕСКОЙ
 ОБОЛОЧКИ С КРУГОВЫМИ ШАРНИРАМИ ПРИ ПОМОЩИ
 РАДИОАКТИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 16.6.1977)

Рассмотрим равномерно нагруженную пологую металлическую коническую оболочку вращения с круговыми шарнирами вдоль окружностей $r=r_k$ ($k=1, 2, \dots, n$).

Через h , f , a и b обозначим толщину, стрелу подъема и радиусы внутреннего и внешнего контуров оболочки, соответственно.

Следуя М. Ш. Микеладзе [1, 2] попытаемся путем подбора закона нейтронного облучения наделить материал оболочки такой оптимальной неоднородностью, которая обеспечит ее равнопрочность.

Желая упростить технологический процесс будем равномерно облучать отдельные кольца рассматриваемой оболочки ($a \leq r \leq r_1$, $r_1 \leq r \leq r_2, \dots, r_n \leq r \leq b$) в соответствии с наиболее напряженными круговыми сечениями конструкции. В конечном итоге мы приходим к «равнопрочной» оболочке, которая тем ближе стоит к расчетной теоретической модели, чем больше число отдельно облучаемых колец.

Для решения нелинейной разрешающей системы уравнений обратимся к технике последовательных приближений, полагая в первом приближении модуль упругости постоянным, что приводит к решению линейной задачи [1, 2].

Согласно [3] исследование упругого равновесия рассматриваемой оболочки сводится к интегрированию следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{dr} - \frac{1}{r^2} \varphi &= - \frac{12(1-\nu^2)}{Eh^3} \frac{a}{r} Q_a - \\ - \frac{12(1-\nu^2)}{Eh^3} \frac{1}{r} \int_a^r q(r) r dr + \frac{12(1-\nu^2)}{Eh^3} \frac{1}{r} \frac{d\xi}{dr} (rT_r), & \quad (1) \\ \frac{d^2}{dr^2} (rT_r) + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} (rT_r) - \frac{1}{r^2} (rT_r) &= - \frac{Eh}{r} \frac{d\xi}{dr} \varphi, \end{aligned}$$

где φ — угол поворота цилиндрического сечения оболочки, который терпит разрыв первого рода вдоль круговых шарниров, E — завися-

щий от дозы облучения кусочно-постоянный модуль упругости, ν — коэффициент Пуассона, T_r — радиальное усилие, Q_a — поперечная сила, приложенная к внутреннему контуру оболочки, ξ — аппликата ее срединной поверхности, а $q(r)$ — интенсивность равномерно распределенной внешней нагрузки.

Заменой

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{x}} V \text{ и } \frac{rT_r}{Eha} = \frac{1}{\sqrt{x}} U$$

(1) приводится к такой системе дифференциальных уравнений, которая не содержит членов с первыми производными. Последняя с помощью обобщенной Ш. Е. Микеладзе формулы Тейлора заменяется эквивалентной системой линейных интегральных уравнений типа Вольterra второго рода [4].

Наличие шарниров обуславливает скачкообразное изменение функций V и V' , зависимость между скачками которых устанавливается из условия непрерывности радиального изгибающего момента в шарнирах. Что касается функции U , то она в первом приближении непрерывна вместе со своей производной U' , а во втором и последующих приближениях терпит разрыв первого рода. Соответствующие скачки определяются из условия непрерывности радиального усилия и радиального перемещения.

Система интегральных уравнений решается численно, с помощью рекуррентных соотношений, предложенных М. Ш. Микеладзе [5].

В качестве примера была рассмотрена медная оболочка с шарнирами вдоль окружностей: $r_1=40$ см и $r_2=60$ см, при $a=20$ см, $b=80$ см, $f=30$ см и $h=1,5$ см. Внутренний контур предполагался свободным, а внешний — опертым. По найденным в первом приближении нормальным напряжениям σ_r и σ_θ величина q подбиралась таким образом, чтобы

$$\sigma_N = \sqrt{\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_\theta + \sigma_\theta^2} \quad (2)$$

оказалось в наименее напряженном сечении больше предела текучести необлученной меди, т. е. $4,9$ кг/мм². Соответственно, q принималась равной $0,052$ кг/мм² и на основании (2) устанавливались те значения σ_N , которые обеспечивали «равнопрочность» оболочки в результате облучения.

Зависимость предела текучести σ_N от дозы облучения N в виде таблицы приводится в [6]. Сообразно этой таблице предполагалось, что облучение оболочки производится максимальными для каждого из кольцевых участков дозами (N_1 , N_2 и N_3), что с «избытком» обеспечивает равнопрочность конструкции и приводит к кусочно-постоянным значениям модуля упругости E .

Зависимость E от N предполагалась линейной, допуская возможность возрастания модуля упругости в процессе облучения не более чем на 10%.

Располагая значениями E , во втором и последующих приближениях решалась по прежнему линейная задача для оболочки с переменным уже модулем Юнга.

№ приближений		№ кольца		
		I	II	III
I	σ_N	23,6173	12,1292	40,25665
	N	$117,96 \cdot 10^{18}$	$10,014 \cdot 10^{18}$	$274,32 \cdot 10^{18}$
	E	$1,147301 \cdot 10^6$	$1,104016 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^6$
II	σ_N	22,02614	11,37248	41,9181
	N	$103,0129 \cdot 10^{18}$	$8,02221 \cdot 10^{18}$	$289,932 \cdot 10^{18}$
	E	$1,141307 \cdot 10^6$	$1,103217 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^6$
III	σ_N	22,03943	11,631859	39,78106
	N	$103,137756 \cdot 10^{18}$	$8,34369 \cdot 10^{18}$	$269,85106 \cdot 10^{18}$
	E	$1,141357 \cdot 10^6$	$1,103346 \cdot 10^6$	$1,208208 \cdot 10^6$
IV	σ_N	22,03719	11,629813	39,79204
	N	$103,135504 \cdot 10^{18}$	$8,343582 \cdot 10^{18}$	$269,9902 \cdot 10^{18}$
	E	$1,141351 \cdot 10^6$	$1,103324 \cdot 10^6$	$1,208903 \cdot 10^6$

Результаты вычислений представлены в виде таблицы.

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

(Поступило 16.6.1977)

საშენობლო მეცნიერება

რ. გიორგაძე

წრიულსახსრიანი დაგრძელებული კონუსური გარსის ოპტიმალური
დაგეგმარება რადიოაქტიური დასხივების გზით

რეზიუმე

შესწავლილია რადიოაქტიური დასხივების გზით წრიულსახსრიანი დაგრძელებული კონუსური გარსის ოპტიმალური დაგეგმარების დერძსიმეტრიული ამოცანა, როდესაც გარსის ცალკეულ რგოლურ უბნებზე დასხივების დოზა თანაბარია.

STRUCTURAL MECHANICS

R. D. GIORGADZE

ON THE OPTIMUM DESIGN OF SHALLOW CONICAL SHELLS
WITH CIRCULAR HINGES BY MEANS OF RADIOACTIVE
IRRADIATION

Summary

The paper deals with the axially symmetrical problem of the optimum design of a shallow conical shell with circular hinges by means of radioactive irradiation of its separate annular sections with constant doses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.
2. M. Sh. Mikeladze. The Purposes and Problems of the Technical Theory of Thin Plastic Shells. Proceedings of the I. U. T. A. M. Second Symposium of the Theory of Thin Shells. Springer-verlag, Berlin, 1969.
3. М. Ш. Микеладзе. Изв. АН СССР, ОТН, № 11, 1956.
4. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.-Л., 1948.
5. М. Ш. Микеладзе. Прикл. матем. и мех., XVII, вып. 3, 1953.
6. Сб. «Влияние облучения на материалы и элементы электронных схем». М., 1967.

Г. Ш. БАЗГАДЗЕ

О ПРОЕКТИРОВАНИИ РАВНОПРОЧНЫХ ОТКРЫТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ПУТЕМ РАДИОАКТИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.6.1977)

Рассмотрим открытую цилиндрическую оболочку, криволинейные края которой оперты на идеальные диафрагмы. Оболочка представляет собою симметричную металлическую конструкцию, нагруженную симметрично относительно среднего продольного сечения.

Один из возможных путей достижения равнопрочности такой конструкции заключается в радиоактивном облучении оболочки различными дозами вдоль ее срединной поверхности [1, 2].

Желая упростить технологический процесс, радиоактивному облучению будем подвергать не всю конструкцию в целом, а ее отдельные элементы в виде прямоугольных полос. Таким образом, задача сводится к определению дозы облучения каждой такой полосы в отдельности, совокупность которых приводит к «равнопрочной» конструкции, наделенной кусочно-постоянной неоднородностью. Чем больше таких полос в данной оболочке, тем ближе проектируемая конструкция к действительно равнопрочной.

Согласно полубезмоментной расчетной схеме, разрешающее уравнение задачи (в варианте [3]) после разделения переменных принимает вид

$$\frac{d^8 W}{d\theta^8} + \frac{12\pi^4 a^6}{h^3 l^4} W = - \frac{24a^4}{Eh^3} p \cos \theta, \quad (1)$$

где W — прогиб оболочки, a — радиус, θ — центральный угол, отсчет которого условимся производить от среднего продольного сечения оболочки, h — ее толщина, l — длина, E — модуль упругости, а p — величина интенсивности распределенной нагрузки в центре конструкции.

Далее заметим, что облучение отдельных полос оболочки различными по величине дозами обуславливает кусочно-постоянный характер изменения E по координате θ , что в свою очередь влечет скачкообразный характер изменения W .

Из непрерывности прогиба и угла поворота следует непрерывность $W(\theta)$ и $W^{(1)}(\theta)$. Что касается остальных производных до седьмого порядка включительно, то они являются кусочно-непрерывными функциями с разрывами первого рода в местах внезапного изменения E . Скачки этих функций определяются в соответствии с условия-

ми равновесия и непрерывности компонентов вектора смещения вдоль границ сопряжения полос.

Располагая скачками производных в точках Θ_s ($s = 1, 2, \dots, r$), искомое разрывное решение (1), согласно [4], запишется в виде

$$W(\theta) = \sum_{k=0}^3 Y_{2k+1}(\theta) W^{(2k)}(0) + \sum_{s=1}^r \sum_{k=2}^7 Y_{k+1}(\theta - \theta_s) \delta_s^k + U(\theta),$$

где $Y_1(\theta)$, $Y_2(\theta)$, ..., $Y_8(\theta)$ обозначают нормальные фундаментальные функции, а $U(\theta)$ — частный интеграл:

$$U(\theta) = - \int_0^{\theta} Y_8(\theta-t) \frac{24a^4}{Eh^3} p \cos t \, dt.$$

Что касается неизвестных параметров $W(0)$, $W^{(3)}(0)$, $W^{(4)}(0)$ и $W^{(6)}(0)$, то для их определения мы располагаем четырьмя граничными условиями вдоль прямолинейного края оболочки ($\theta = \alpha/2$).

Задача решается методом последовательных приближений [1, 2], полагая в первом приближении $E = \text{const}$. По найденным значениям усилий и моментов согласно условию текучести устанавливается закон изменения предела текучести σ_0 , а затем и соответствующая этому закону доза облучения N [5]. Далее, в пределах каждой полосы подбираются максимальные значения N и E . Во втором и последующих приближениях задача решается уже для оболочки с кусочно-постоянным модулем упругости.

В процессе расчета зависимость между модулем упругости E и дозой облучения N предполагалась линейной ($E = E_0 + kN$, при $kN \leq 0,1 E_0$ и $E = 1,1 E_0$, при $kN > 0,1 E_0$, где E_0 обозначает модуль упругости необлученного материала).

Что касается условия текучести, то оно для рассматриваемого случая имеет вид

$$\frac{1}{h^2} (T_1^2 - T_1 T_2 + T_2^2) + \frac{12}{h^4} M_2^2 = \sigma_0^2,$$

где T_1 и T_2 — нормальные усилия, а M_2 — поперечный изгибающий момент. Величина нагрузки p подбирается таким образом, чтобы σ_0 во всех точках конструкции превосходил значение предела текучести необлученного материала.

В качестве примера рассмотрим составленную из десяти одинаковых полос открытую цилиндрическую оболочку из меди со свободными прямолинейными краями ($l = 200$ см; $a = 23,77$ см; $h = 0,24$ см; $\alpha/2 = 1$; $E_0 = 1,1 \times 10^6$ кг/см²; $\Theta_1 = 0,2$; $\Theta_2 = 0,4$; $\Theta_3 = 0,6$; $\Theta_4 = 0,8$).

Что касается зависимости между N [нейтрон/см²] и σ_0 [кг/мм²], то она устанавливается в соответствии с данными книги [5] для меди при температуре испытаний 20°C.

Окончательные результаты (для σ_0 , N и E) представлены в таблице.

Полоса	П р и б л и ж е н и е											
	1			2			3			4		
	σ_0	$N/10^{18}$	$E/10^6$	σ_0	$N/10^{18}$	$E/10^6$	σ_0	$N/10^{18}$	$E/10^6$	σ_0	$N/10^{18}$	$E/10^6$
I	24,8	129,1	1,141	24,0	121,6	1,137	23,9	121,0	1,137	23,9	121,0	1,137
II	22,6	108,4	1,340	21,9	101,9	1,131	21,8	101,4	1,131	21,8	101,3	1,131
III	15,7	43,6	1,114	15,5	41,2	1,113	15,4	41,0	1,113	15,4	41,0	1,113
IV	18,4	68,9	1,122	16,5	51,3	1,116	16,4	50,0	1,115	16,4	50,0	1,115
V	48,1	348,0	1,210	49,1	357,2	1,210	49,0	357,0	1,210	49,0	357,0	1,210

Таким образом, практически к точным результатам приводит уже второе приближение и поэтому соответствующие этому приближению дозы облучения N следует считать расчетными.

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

(Поступило 16.6.1977)

სამშენებლო მეცნიერება

ბ. ბაზღაძე

რადიოაქტიური დასხვივების გზით ტოლი წინაღობის ღია ცილინდრული გარსების დაგეგმარების შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

[1,2]-ის საფუძველზე შესწავლილია უბან-უბან მუდმივი დოზებით რადიოაქტიური (ნეიტრონული) დასხვივების გზით ტოლი წინაღობის ღია ცილინდრული გარსის დაგეგმარების შესაძლებლობა.

შესაბამისი გადაწყვეტი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნის აგება ხერხდება ნორმალური ფუნდამენტალური ფუნქციების დახმარებით [4].

STRUCTURAL MECHANICS

G. Sh. BAZGADZE

ON THE DESIGN OF OPEN CYLINDRICAL SHELLS OF UNIFORM STRENGTH BY MEANS OF RADIOACTIVE IRRADIATION

Summary

According to [1, 2] uniform strength of an open cylindrical shell is ensured by means of neutron irradiation of its separate rectangular strips with constant doses for each section.

A discontinuous solution of the corresponding resolving differential equation is constructed through the normal fundamental functions [4].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Sh. Mikeladze. The Purposes and Problems of the Technical Theory of Thin Plastic Shells. Proceedings of the I. U. T. A. M. Second Symposium on the Theory of Thin Shells. Springer-verlag, Berlin, 1969.
2. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.
3. J. E. Gibson. Linear Elastic Theory of Thin Shells. Pergamon Press, London, 1965.
4. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
5. Влияние облучения на материалы и элементы электронных схем. Монография под ред. Кирхера и Боумана. М., 1967.



УДК 624.04

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. К. ГАБРИЧИДЗЕ, Л. И. САГИРАШВИЛИ, В. И. БУРДУЛИ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИТЕРАЦИОННОГО СПОСОБА РАСЧЕТА ПЛОСКИХ УПРУГИХ ТЕЛ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 17.5.1977)

1. В самом общем виде метод, о котором идет речь, формулируется следующим образом.

Пусть требуется определить напряженно-деформированное состояние неоднородного упругого тела A под воздействием известных внешних нагрузок $P^{(0)} \{P_0, P_1, \dots, P_i\}$ (рис. 1, а). Рассматривается тело произвольной конфигурации. Оно может содержать упругие включения, отличающиеся модулями упругости (E_i).

Алгоритм решения этой задачи выглядит так:

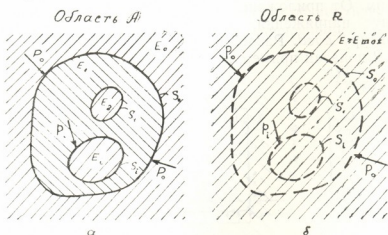


Рис. 1

а) К бесконечной упругой однородной области R с модулем упругости $E \geq E_{\max}$ (рис. 1, б), где E_{\max} — наибольший из модулей, характеризующих заданное упругое тело A , прикладываем внешнюю нагрузку $P^{(0)}$. Двигаясь по контурам S_i , определяем внутренние усилия по правую и левую сторонам от них, умножаем соответственно на $(E - E_i^{np})/E$ и $(E - E_i^{лев})/E$ и, суммируя алгебраически, получаем нагрузку $P^{(1)}$.

б) Прикладываем к бесконечной области R нагрузку $P^{(1)}$, по контурам S_i , производим все вычисления, описанные в пункте а) и получаем новую нагрузку $P^{(2)}$ и т. д.

Складывая нагрузки, полученные на этапах итерации, определяем результирующую нагрузку $P = P^{(0)} + P^{(1)} + \dots + P^{(n)}$, которая, будучи приложена к бесконечной области R , дает то поле перемещений, кото-

рое возникает в исходном неоднородном теле A под воздействием заданных внешних сил.

Как видно из описания итерационного процесса, на этапах итераций не требуется вычисления перемещений. Перемещения можно вычислить после завершения итерационного процесса от суммарной нагрузки P . От этой же нагрузки следует вычислить напряжения в однородной области R и умножить их соответственно на E_i/E для получения истинных напряжений в неоднородном теле.

В работе [1] этот итерационный процесс анализировался на основе механической интерпретации одного известного в алгебре способа решения систем алгебраических уравнений; там же сформулированы условия сходимости процесса.

2. Итерационный процесс практически реализован для плоской задачи. Проведены численные расчеты различных плоских тел. Некоторые результаты этих расчетов обсуждаются в предлагаемой статье.

Поясним подробно последовательность расчета и принятые обозначения на одном примере. Пусть требуется определить напряженное состояние пластинки $abcd$ (рис. 2,а). Согласно описанной выше методике, вместо заданной конечной области $abcd$ будем рассчитывать бесконечную плоскость. Нанесем на бесконечную плоскость контур $abcd$ (рис. 2,б) и приложим к нему заданную внешнюю нагрузку. Эту нагрузку назовем нагрузкой $P^{(0)}$, а расчет на эту нагрузку — нулевым циклом. От приложенной нагрузки $P^{(0)}$ в бесконечной плоскости возникнут напряжения, которые будут непрерывно-распределены по контуру $abcd$. Разобьем контур $abcd$ на n расчетных участков (на рис. 2 показан пример, когда $n=20$).

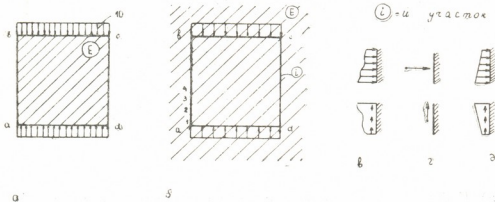


Рис. 2

На рис. 2,в отдельно показаны i -й расчетный участок и распределенные на нем усилия. При численной реализации способа эти усилия следует заменять дискретными эквивалентами. Были рассмотрены два варианта.

При первом варианте последовательность счета была такой: внешняя нагрузка заменялась сосредоточенными силами, которые прикладывались к бесконечной однородной области в средних точках расчетных площадок. По известным формулам для бесконечной области, нагруженной сосредоточенной нагрузкой, определялись напряжения в средних точках всех расчетных площадок. Эти напряжения умножались на длины соответствующих площадок, и найденные величины усилий прикладывались в качестве сосредоточенных сил в средних

точках расчетных площадок (рис. 2,г). При втором варианте силовые воздействия, непрерывно-распределенные по расчетным площадкам, заменялись линейно-распределенными усилиями. При этом соблюдалось равенство главного вектора и главного момента по каждой расчетной площадке (рис. 2,д).

Для обоих видов представления силовых факторов были разработаны программы для ЭВМ и проведены численные эксперименты [2, 3], которые показали, что вариант представления силовых факторов сосредоточенными силами, действующими в средних точках расчетных площадок, позволяет получать итерационным способом искомую фиктивную нагрузку на бесконечную область. Алгоритм прост, но в некоторых случаях итерационный процесс очень замедляется, а иногда и вовсе не сходится. Это мы объясняем тем, что описанный выше переход от непрерывно-распределенных усилий к сосредоточенным силам приводит к тому, что на каждом шаге итерации к бесконечной области прикладываются неуравновешенные суммарные нагрузки.

От этих недостатков свободен второй вариант — представление усилий линейно-распределенными по расчетным площадкам. Расчеты при этом варианте занимают больше времени, но они надежны и точны.

3. В результате анализа численных расчетов была подтверждена закономерность, выявленная в [1]: после определенного количества итераций (k) во всех расчетных точках устанавливается постоянное соотношение $P_i^{(k+1)} / P_i^{(k)} = F_i^{(k)}$, т. е. сходимость осуществляется по закону геометрической прогрессии, но с постепенно уточняющимся знаменателем F_i .

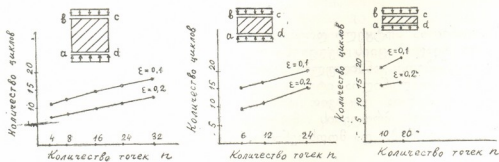


Рис. 3

Этот результат можно обобщить следующим образом:

Пусть имеются два тела, контактирующих друг с другом по поверхности S . Приложим на поверхность S внешнюю нагрузку $P(s)$, распределенную по произвольному закону. По контакту двух тел возникнут внутренние напряжения $\sigma(s)$.

Можно утверждать следующее: для произвольной конфигурации поверхности S существует такое распределение внешней нагрузки $P(s)$, которое вызывает подобное себе распределение внутренних напряжений, т. е. $\sigma(s) = c \cdot P(s)$, где c — число.

Физическая сущность этого явления нам кажется интересной. Полезным оказалось ее использование и для сокращения итерационного процесса и оценки остаточного члена.

4. На рис. 3 приводится материал, иллюстрирующий итерационный процесс расчета плоской прямоугольной пластинки. Количество

итерационных циклов зависит от конфигурации и характера рассчитываемой области, от количества выбранных расчетных участков (n) и от задаваемой точности (ϵ). Если точность задана: $\epsilon=0,1$, это значит, что величина тех «паразитических» напряжений, которые остаются непогашенными после окончания итерации, не превышает $\epsilon=0,1$ кг/см². Из приведенных графиков видно, что при уменьшении высоты рассчитываемой пластинки, при одинаковой требуемой точности (ϵ) и количестве делений (n) возрастает число нужных итераций. Особо укажем, что увеличение количества расчетных участков (количества точек n) не вызывает значительного увеличения количества нужных циклов. Так, например, при $n=16$ ($ab/bc=1$) количество циклов равно 15, а при $n=32$ составляет 18.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило 3.6.1977)

საფინანსო მმართველობა

ბ. ბაბრიჩიძე, ლ. საღირაშვილი, ვ. ბურდული

ბრტყელი დრეკადი ტანის ანგარიშის იტერაციული ხერხის რიცხვითი რეალიზაციის ზომიერითი შედეგები

რეზიუმე

მოყვანილია ბრტყელი დრეკადი ტანის ანგარიშის იტერაციული ხერხის რიცხვითი რეალიზაციის შედეგები ელექტრონული გამოთვლელი მანქანების გამოყენებით. განხილულია ძალოვანი ფაქტორების წარმოდგენის ორი ვარიანტი. გამოვლენილია იტერაციული პროცესის კრებადობის კანონზომიერება. მოყვანილია რიცხვით ამოხსნების შედეგები, რომლებიც ახასიათებენ იტერაციული პროცესის მიმდინარეობას, როცა იცვლება საანგარიშო უბნების რაოდენობა და მოთხოვნილი სიზუსტე.

STRUCTURAL MECHANICS

G. K. GABRICHIDZE, L. I. SAGIRASHVILI, V. I. BURDULI

SOME RESULTS OF NUMERICAL REALIZATION OF THE ITERATIVE METHOD OF DESIGNING PLANE ELASTIC BODIES

Summary

The results of numerical realization of the iterative method of designing plane elastic bodies on the digital computer are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Габричидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
2. Л. И. Сагирашвили. Сб. «Сейсмостойкость сооружений». Тбилиси, 1974.
3. Научно-технический отчет Института строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР, 1975, инв. №Б 458500.



Дж. Л. ЛОРДКИПАНИДЗЕ, Т. К. БЕРИШВИЛИ, Л. Н. ОКЛЕИ,
И. В. ЧХАРТИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОВКИ ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПРОШИВКОЙ НА РАЗНОСТЕННОСТЬ ТРУБ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 6.6.1977)

При производстве бесшовных труб основной операцией является прошивка сплошных заготовок на станах поперечно винтовой прокатки. Условия формирования гильзы из сплошной заготовки во многом определяют качество готовых труб.

Принято, что основной причиной разностенности трубы является разностенность гильзы, которая, в свою очередь, зависит от равномерности нагрева заготовки перед прошивкой калибровки инструмента прошивного стана, центровки заготовки и т. д. [1, 2].

Центровка заготовок в практике трубопрокатного производства выполняется с целью уменьшения разностенности переднего конца гильзы и улучшения условий вторичного захвата.

Поверхность торца заготовки при прохождении через передний (входной) конус валков прошивного стана еще до встречи с оправкой значительно вытягивается внутрь, что позволяет носу оправки самоустанавливаться по оси заготовки. Предварительная центровка, увеличивая это воронкообразное углубление, улучшает центровку оправки при встрече с заготовкой.

Целью настоящей работы было исследование влияния центровки заготовок перед прошивкой на поперечную разностенность переднего конца готовых труб.

Работа была проведена на трубопрокатном агрегате «400» при прокатке труб $194 \times 9-10$ мм, $219 \times 7-9$ мм, $245 \times 8-10$ мм и 325×8 мм.

Установление поперечной разностенности труб осуществлялось на столах приемки ОТК. Замер толщины стенки производился после обрезки концов в восьми точках по диаметру. Каждая опытная партия труб состояла из 50—100 труб.

Для исключения влияния других факторов на разностенность, прокатка исследуемых труб производилась при одинаковых режимах нагрева заготовок и настройке станов.

При прокатке некоторых партий труб на выходной стороне прошивного стана был установлен центрирующий ролик для фиксации стержня по оси прокатки.

Результаты замеров толщины стенки были обработаны способом наименьших квадратов. Сводные данные результатов исследования приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены области перекрыwania значений разностенности, точки внутри которых являются общими для двух противопоставляемых режимов.

Как видно из табл. 1 и 2, центровка заготовок перед прошивкой и установка центрирующего ролика на выходной стороне прошивного

Таблица 1
Изменение разностенности гильзы в зависимости от условия прошивки

№	Размер труб, мм	Разностенность, мм		Примечание
		нецентрированные	центрированные	
1	194×9	1,48±0,15	1,11±0,11	Не работал центрирующий ролик
2	194×10	0,83±0,125	0,72±0,07	
3	219×8	1,20±0,11	1,08±0,09	
4	245×8	1,39±0,11	1,31±0,10	
5	273×8	1,31±0,10	1,21±0,09	
6	325×8	1,27±0,14	1,13±0,11	
7	219×7	1,23±0,72	1,20±0,07	Работал центрирующий ролик
8	219×8	1,02±0,13	0,99±0,11	
9	245×8	1,31±0,16	1,25±0,14	
10	245×10	1,34±0,09	1,32±0,08	
11	273×9	0,91±0,07	0,85±0,09	

стана для фиксации стержня по оси прокатки практически не оказывают влияния на величину разностенности. Сравнение четырех режи-

Таблица 2
Области перекрытия значений разностенности

№	Размер труб, мм	Режим	Область перекрытия, мм	Примечание
1	194×9	нецентрированный	—	Не работал центрирующий ролик
2	194×9	центрированный		
3	194×10	нецентрированный	0,70—0,79	"
4	194×10	центрированный		
5	219×8	нецентрированный	1,09—1,17	"
6	219×8	центрированный		
7	245×8	нецентрированный	1,28—1,41	"
8	245×8	центрированный		
9	273×8	нецентрированный	1,21—1,30	"
10	273×8	центрированный		
11	325×8	нецентрированный	1,13—1,24	"
12	325×8	центрированный		
13	219×7	нецентрированный	1,15—1,27	Работал центрирующий ролик
14	219×7	центрированный		
15	219×8	нецентрированный	0,89—1,10	"
16	219×8	центрированный		
17	245×8	нецентрированный	1,15—1,39	"
18	245×8	центрированный		
19	245×10	нецентрированный	1,24—1,40	"
20	245×10	центрированный		
21	273×9	нецентрированный	0,84—0,94	"
22	273×9	центрированный		

мов прошивки: 1 — «нецентрированные заготовки», 2 — «центрированные заготовки», 3 — «нецентрированные заготовки с центрирующим

роликом», 4—«центрированные заготовки с центрирующим роликом», показывает, что разностенность практически не меняется. Например, для размера 219×8 мм (режимы № 5, 6, 15 и 16 в табл. 2), с учетом области перекрытия значений, разностенность составляет 1,09—1,10 мм, а для размера 245×8 мм (режимы № 7, 8, 17 и 18)—1,28—1,39 мм.

Очевидно, утяжка центральных слоев и образование воронкообразного углубления до встречи с оправкой при производстве тонкостенных труб позволяет центрировать оправку при встрече с заготовкой (совпадение продольных осей заготовки и стержня до соприкосновения).

Очевидно, возникновение разностенности больше связано с кинематическими и динамическими условиями процесса прошивки, чем с внешними факторами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии

(Поступило 7.7.1977)

მეტალურგია

ჟ. ლორთქიფანიძე, თ. ბერიშვილი, ლ. ოკლეი, ი. ჩხარტიშვილი

ბანდრუშების წინ ნამზადის ცენტრირების გავლენა მილეების კედლის სისქის უთანაბრობაზე

რეზიუმე

თვლიან, რომ კედლის სისქის უთანაბრობის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს მასრების კედლის სისქის უთანაბრობა. ამ სამუშაოში გამოკვლეულია განდრუშების წინ ნამზადის წინასწარი ცენტრირებისა და მაცენტრირებელი გორგოლაქის, რომელიც დაყენებულია განმალრუშებელი დგანის გამოსასვლელ მხარეს საგლინავი ღეროს ფიქსირებისათვის გლინვის ღერძის გასწვრივ, გავლენა მასრის წინა ბოლოს კედლის უთანაბრობაზე.

განდრუშება მიმდინარეობდა ოთხი რეჟიმით: 1—„არაცენტრირებული ნამზადი მაცენტრირებელი გორგოლაქის გარეშე“, 2—„ცენტრირებული ნამზადი მაცენტრირებელი გორგოლაქის გარეშე“, 3—„არაცენტრირებული ნამზადი მაცენტრირებელი გორგოლაქით“, 4—„ცენტრირებული ნამზადი მაცენტრირებელი გორგოლაქით“.

როგორც ექსპერიმენტებმა გეიჩვენა, თხელკედლიანი მილეების წარმოების დროს ნამზადის ცენტრირება და მაცენტრირებელი გორგოლაქის დაყენება არავითარ პრაქტიკულ გავლენას არ ახდენს კედლის სისქის უთანაბრობაზე.

METALLURGY

D. L. LORDKIPANIDZE, T. K. BERISHVILI, L. N. OKLEI, I. V. CHKHARTISHVILI

THE EFFECT OF BILLET CENTRING ON THE DIFFERENT THICKNESSES OF TUBE WALLS BEFORE PIERCING

Summary

It is assumed that the main reason for different thicknesses of tube walls is the different thickness of billets. The present paper studies the effect of preliminary centring of billets before piercing and of the centring roller, set on the exit side of the piercing mill for the fixation of the rolling bar along the axis of rolling, on the different thicknesses of the front end of the billet.

Piercing was carried out according to four regimes: 1—noncentred billet without centring roller, 2—centred billet without centring roller, 3—noncentred billet with centred roller, 4—centred billet with centring roller. As shown by the experiments in the production of tubes with thin walls the centring of billets and the placing of the centring roller do not practically affect the differing thicknesses of of tube walls.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Чекмарев, А. А. Ваткин. Основы прокатки в круглых калибрах. М., 1962.
2. Л. Н. Оклей, И. В. Чхартишвили, Дж. Л. Лордкипанидзе, Р. А. Маглакелидзе. Экспериментальное исследование разностенности при прошивке. Тбилиси, 1972.



Л. К. ВОРОТЫНЦЕВ

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ СТЕПЕНЕЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ
 ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ СИЛЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
 ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 29.6.1977)

В работе [1] изучено влияние квадратичного и кубического членов нелинейной характеристики на устойчивость гармонического приближения стационарных вынужденных колебаний. Присутствие более высоких степеней в полиномиальном представлении упругой восстанавливающей силы может вызывать появление дополнительных областей неустойчивости, закономерности формирования которых рассматриваются в настоящей статье. Анализируется поведение субсупергармоники порядка 3/2, самовозбуждающейся в третьей области неустойчивости вынужденных колебаний системы, описываемой уравнением

$$\ddot{x} + k\dot{x} + f(x) = q \sin vt, \quad (1)$$

где

$$f(x) = \omega^2(x + \varepsilon_1 x^4 + \varepsilon_2 x^5). \quad (2)$$

Первое приближение для основного стационарного решения

$$x_0 = \lambda \sin(vt + \Phi) - z_0 \quad (3)$$

уравнения (1) приводит к следующим зависимостям:

$$\eta^2 = d^2 - 1/2 \zeta^2 \pm [q\lambda^{-1} \omega^{-2} - \zeta^2 (d^2 - 1/4 \zeta^2)]^{1/2}, \quad (4)$$

$$a\lambda^4 + b\lambda^2 + c = 0, \quad (5)$$

где

$$\eta = v/\omega, \quad \zeta = k/\omega, \quad d^2 = 1 - \varepsilon_1 z_0 (3\lambda^2 - 4z_0^2) + 5\varepsilon_2 (1/8\lambda^4 + 3/2\lambda^2 z_0^2 + z_0^4),$$

$$a = 3(\varepsilon_1 - 5\varepsilon_2 z_0), \quad b = 8(3\varepsilon_1 - 5\varepsilon_2 z_0) z_0^2, \quad c = 8z_0^4 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 z_0).$$

Исследуем устойчивость решения (3), подставляя в (1) выражение $x = x_0 + \xi$. Полагая, что x_0 — стационарное решение (3), а ξ — малое возмущение, после преобразований $z = vt + \Phi$, $\xi = y \exp(-\beta z)$, $\beta = 1/2 k/\omega$ получаем уравнение первого приближения

$$d^2 y/dz^2 + J(z) y = 0, \quad (6)$$

где $J(z) = (\partial f/\partial x)_{x=x_0} - \beta^2$.

Принимая решение уравнения (6) для n -й области неустойчивости в виде

$$y = \exp \mu z \cdot [c + \sin(1/2 n z - \sigma)] \quad (7)$$

и подставляя (7) в (6) при $n=1$, получаем для границ самовозбуждения субгармоники порядка 1/2 выражение

$$1/4\eta^2 = \eta_0^2 - 1/2\zeta^2 \mp [(1/2m_1)^2 - \zeta^2(\eta_0^2 - 1/4\zeta^2)]^{1/2},$$

где $\eta_0^2 = 1 - 6\epsilon_1 z_0 (\lambda^2 + 2/3 z_0^2) + 5\epsilon_2 (3/8 \lambda^4 + 3\lambda^2 z_0^2 + z_0^4),$

$$m_1 = \lambda [3\epsilon_1 (\lambda^2 + 4z_0^2) - 5\epsilon_2 z_0 (3\lambda^2 + 4z_0^2)].$$

Границы второй области неустойчивости ($n=2$) соответствуют условию $d\eta/d\lambda = 0$, определяющему геометрическое место точек вертикальных касательных к $\lambda(\eta)$. Частотный диапазон третьей области ($n=3$) динамической неустойчивости решения (3) имеет вид

$$9/4\eta^2 = \eta_0^2 - 1/2\zeta^2 \mp [(1/2m_3)^2 - \zeta^2(\eta_0^2 - 1/4\zeta^2)]^{1/2}, \quad \text{где } m_3 = \lambda^3 (\epsilon_1 - 5\epsilon_2 z_0).$$

Стационарное решение для случая $n=3$ можно принять в форме

$$x = \lambda \sin(\nu t + \Phi) + A_{3/2} \sin(3/2 \nu t + \varphi_{3/2}) - z_0. \quad (8)$$

Подставляя (8) в (1) и приравнявая коэффициенты при одинаковых частотах, для нахождения субсупергармоники получаем систему трех основных уравнений

$$3\eta\zeta = m_3 \cos \alpha, \quad (9)$$

$$9/2\eta^2 - 2\eta_1^2 = m_3 \sin \alpha, \quad (10)$$

$$a_1 \lambda^4 + b_1 \lambda^2 + c_1 = 0, \quad (11)$$

где $\eta_1^2 = \eta_0^2 + 5\epsilon_2 A_{3/2}^2 (3/2 z_0^2 + 3/4 \lambda^2 + 1/8 A_{3/2}^2 - 3/5 z_0 \epsilon_1/\epsilon_2),$

$$\alpha = 3\Phi - 2\varphi_{3/2}, \quad b_1 = 3\epsilon_1 (z_0^2 + 1/2 \lambda^2) - 5\epsilon_2 (3/2 z_0 \lambda^2 - 1/8 \lambda^3 \sin \alpha),$$

$$a_1 = 3/8 (\epsilon_1 - 5\epsilon_2 z_0), \quad c_1 = \lambda^2 [3\epsilon_1 (1/8 \lambda^2 + z_0^2) - 5\epsilon_2 z_0 (z_0^2 + 3\lambda^2)] + z_0^4 (\epsilon_1 - \epsilon_2 z_0),$$

и два дополнительных соотношения (которые здесь не приводятся), учитывающих взаимодействие субсупергармоники с основным гармоническим решением (3). Решая совместно (9) и (10) и избавляясь от α , получаем зависимость $A_{3/2}(\eta)$ в виде

$$9/4 \eta^2 = \eta_1^2 - 1/2 \zeta^2 \mp \sqrt{(1/2m_3)^2 - \zeta^2(\eta_1^2 - 1/4\zeta^2)}. \quad (12)$$

Приближенные значения фазы $\varphi_{3/2}$ можно найти, полагая $\Phi=0$ для случая $k \rightarrow 0$. Тогда из (9) имеем

$$\varphi_{3/2}^{(1)} = 1/2 \arccos \cos 3\eta \zeta / m_3, \quad \varphi_{3/2}^{(2)} = \pi + 1/2 \arccos \cos 3\eta \zeta / m_3, \quad (13)$$

$$\varphi_{3/2}^{(3)} = -1/2 \arccos \cos 3\eta \zeta / m_3, \quad \varphi_{3/2}^{(4)} = \pi - 1/2 \arccos \cos 3\eta \zeta / m_3.$$

Подстановка (12) в (10) показывает, что положительному корню в (12) соответствуют значения фаз $\varphi_{3/2}^{(3)}$ и $\varphi_{3/2}^{(4)}$, а $\varphi_{3/2}^{(1)}$, $\varphi_{3/2}^{(2)}$ — знаку „—“. В качестве примера расчета было взято уравнение (1) с параметрами $k=0,01$; $\omega^2=3$; $\epsilon_1=0,17$; $\epsilon_2=0,06$. На рис. 1 приведены кривые главного резонанса, построенные по (4) и (5), с наложенными на них областями неустойчивости решения (3). Там же даны результаты моделирования на АВМ уравнения (1), отмеченные точками. На рис. 2

показана расчетная зависимость $A_{3/2}(\eta)$, построенная по (12) при условии, что $\lambda=1,2$. Аналогичный случай самовозбуждения субсупергармоники порядка 3/2, рождающейся из неустойчивости основного движения при бигармоническом воздействии на систему типа Дуффинга со смещенным состоянием статического равновесия, рассмотрен в [2]. Таким образом, из изложенного здесь и работы [1] следует, что спектр резонансных частот, каждая из которых соответствует оп-

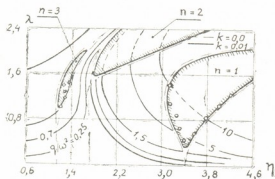


Рис. 1

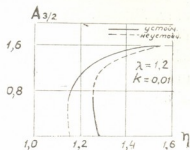


Рис. 2

ределенной области неустойчивости, для систем с несимметричными характеристиками оказывается более плотным, по сравнению с системами, в которых $f(x) = -f(-x)$, причем возможность мягкой генерации субгармоники порядка 1/2 в первой области неустойчивости также является принципиальной особенностью несимметричных систем.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 30.6.1977)

შანხაის უნივერსიტეტი

ლ. ჰორობინიძე

აღმდგენი ძალის მაღალი რიგის არაწრფივობის გავლენა
იძულებითი რხვის მდგრადობაზე

რეზიუმე

განხილულია იძულებითი სტაციონარული რხევების დინამიური არამდგრადობის ზონის ფორმირების ამოცანა, რომელიც მიღებულია პირველადი ჰარმონიული მიახლოებისათვის. გაანალიზებულია არამდგრადობის შესამე ზონაში მყოფი 3/2 რიგის მქონე სუბჰარმონიული რხევა. ნაჩვენებია, რომ თეორიული ანალიზის შედეგები დასტურდება ანალოგურ გამომთვლელ მანქანებზე მოდელირებით და რომ განხილული საკითხი საინტერესოა ვიბროტექნიკაში წილადი სიხშირეების გენერირების თვალსაზრისით.

L. K. VOROTYNTSEV

INFLUENCE OF HIGH DEGREES OF RESTORING FORCE
NONLINEARITIES ON THE STABILITY OF FORCED VIBRATIONS

Summary

The problem of the formation of dynamical instability regions of stationary vibrations of forced regime obtained in the first harmonic approximation is investigated. The behaviour of order $3/2$ subsuperharmonic generated in the third instability region is analyzed. It is shown that theoretical analysis of the task set is in agreement with the results of computer analogue simulation and is of interest in connection with the problem of nonlinear resonance generation in engineering using mechanical vibrations.

ЛІТЕРАТУРА — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. К. Воротынцев, М. В. Хвингия. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
2. J. Tomas. Z. angew. Math. und Mech., 50, T. 246-248, 1970.



Г. Я. РАМИШВИЛИ

О ЗАВИСИМОСТИ СИЛЫ ТРЕНИЯ ОТ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Шхвацабая 14.7.1977)

Современная теория внешнего трения твердых тел дает ряд аналитических зависимостей, которые находятся в удовлетворительном согласии с опытом лишь при трении покоя и трении в условиях предельного смещения.

Вопросы внешнего трения при переменной скорости движения еще недостаточно изучены. Полученные формулы для расчетов силы трения в зависимости от скорости скольжения в большинстве случаев не соответствуют экспериментальным данным или не имеют теоретического обоснования. С другой стороны, вопросы трения скольжения заслуживают большего внимания [1].

Сила трения скольжения является результирующей силой комплекса сопротивлений, возникающих при сдвиге относительном перемещении соприкасающихся трущихся тел.

Преодоление таких сопротивлений и внедрения контактирующих неровностей (сближения) трущихся поверхностей не подлежит сомнению, что требует определенного запаса энергии. В данной статье именно с этой позиции рассматривается вопрос о зависимости силы трения от скорости скольжения.

Для иллюстрации явлений можно найти большое число всякого рода моделей [2, 3]. Мы рассмотрим упрощенную схему контактирования трущихся пар с приводом вращения верхнего образца (рис. 1).

Зависимость силы трения от скорости органически связана с деформациями микронеровностей. При скольжении в точках фактического контакта твердость двух контактирующих тел всегда различна. Поэтому при увеличении нагрузки имеет место внедрение контактирующих неровностей, в результате чего происходит сближение трущихся образцов. Сближения можно измерить специальным прибором как в статическом нагружении, так и в процессе движения [4].

В рассмотренной нами модели предполагается, что на верхнем образце кроме центрального воздействия осуществляется еще и вращательное. Под действием нормальной нагрузки (за счет смятия или внедрения выступов) верхний образец опустится на dz бесконечно малое расстояние вдоль некоторой прямой OO_1 (будем считать это одной из степеней свободы).

При приложении бесконечно малых тангенциальных усилий верхний образец сместится (повернется на $d\varphi$ угол) на бесконечно малое угловое расстояние dS (вторая степень свободы) (рис. 2).

С увеличением скорости вращения увеличится пройденный путь S выступов, находящихся в соприкосновении с нижним образцом. Одновременно с этим увеличится внедрение выступов и перемещение по вертикальному направлению.

Обозначим через букву Z вертикальное перемещение. Силы, действующие по направлению Z и S , соответственно обозначим через F_z и F_s .

Кинетическая энергия всей системы, ясно, определится следующим выражением:

$$W = \frac{m_1 S^2}{2} + 2 \frac{m_2 Z^2}{2}, \quad (1)$$

где m_1 — суммарная масса приводного шкива с направляющим устройством, m_2 — суммарная масса верхнего образца с нагрузочным штоком.

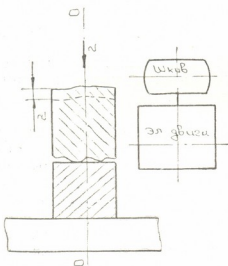


Рис. 1

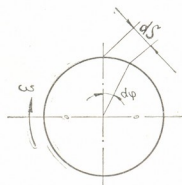


Рис. 2

Согласно уравнению Лагранжа система дифференциальных уравнений описывается в динамическом процессе:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{S}} \right) - \frac{\partial W}{\partial S} &= a_1 \ddot{S} + a_2 \ddot{Z} = F_s, \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{Z}} \right) - \frac{\partial W}{\partial Z} &= a_2 \ddot{S} + a_3 \ddot{Z} = F_z, \end{aligned} \quad (2)$$

где $a_1 = m_1 + 2m_2$, $a_2 = 2m_1 + 2m_2$, $a_3 = 4m_1 + m_2$, \dot{S} , \ddot{S} и Z , \ddot{Z} — соответственно первая и вторая производные S и Z по времени.

При данной нагрузке N сила сопротивления F_s равна силе трения скольжения T , которые пропорциональны P тяговому усилию

$$T = fP \quad (3)$$

где f — коэффициент трения покоя. Тяговое усилие

$$P = N (\sin \varphi(v) + \mu \cos \varphi(v)). \quad (4)$$

Следовательно, сила трения при скольжении будет

$$T = fN (\sin \varphi(v) + \mu \cos \varphi(v)), \quad (5)$$

где $\varphi(v)$ — угол поворота при V скорости вращения, μ — коэффициент сопротивления между образцами при движении.

Вычисление функции (5) в общем виде ввиду нелинейности нельзя. Поэтому данную задачу приходится решать численным методом.

Нелинейный характер изменения силы трения делает систему уравнения (2) нелинейной и приходится решать ее численным методом. Принимая во внимание равенство (1) получаем

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial \dot{S}} &= m_1 \dot{S}, & \frac{d}{dt} \frac{\partial W}{\partial \dot{S}} &= m_1 \ddot{S}, & \frac{\partial W}{\partial S} &= 0, \\ \frac{\partial W}{\partial \dot{Z}} &= 2m_2 \dot{Z}, & \frac{d}{dt} \frac{\partial W}{\partial \dot{Z}} &= 2m_2 \ddot{Z}, & \frac{\partial W}{\partial Z} &= 0. \end{aligned}$$

Таким образом, из системы уравнений (2) следует

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{S} &= fN(\sin \varphi(v)) + \mu(\cos \varphi(v)), \\ 2m_2 \ddot{Z} &= fNZ. \end{aligned} \quad (6)$$

Для решений системы уравнений (6) достаточной точности можно применять приближенный метод Рунге—Кутты. Нами решение системы уравнения были выполнены на электроцифровой вычислительной машине ЭЦВМ «Наири-К». Анализ полученной функциональной зависимости (5) показал, что она достаточной точностью аппроксимируется

$$T(v) = \begin{cases} -av^2 + b74 \cdot v + c, & 0 \leq v \leq 0,5, \\ a_1 v^2 - b_1 \cdot v + c_1, & 0,5 \leq v \leq 6, \end{cases} \quad (7)$$

где a, b, c, a_1, b_1, c_1 определяем методом наименьших квадратов коэффициентов.

Формула (7) правильно передает зависимость силы трения от скорости. При $v=0$, из формулы (7) получаем

$$T = C = T_0.$$

Это является величиной силы трения покоя T_0 .

Вид функции (7) представлен на рис. 3.

Приведенная система дифференциальных уравнений была решена для различных параметров. Варьировались массы трущихся образцов, нагрузки на поверхности образцов и скорости.

Для пары трения свинец (поверхность гладкая) — сталь у-10 (IV класс чистоты) при удельной нагрузке $0,2 \text{ кг/см}^2$ в условиях изменения скорости V в пределах от 0 (нуля) до 6 м/сек, функция силы трения $T(V)$, определенная по вышеописанной методике, имеет вид

$$T(v) = \begin{cases} -0,1316 \cdot v^2 + 0,2074 \cdot v + 0,5005, & 0 \leq v \leq 0,5, \\ 0,0131 \cdot v^2 - 0,0988 \cdot v + 0,5996, & 0,5 \leq v \leq 6. \end{cases} \quad (8)$$

Соответствующая кривая показана на рис. 4.

Зависимость силы трения от скорости экспериментально было проверено на приборе, описанном в [2]. Результаты опытов показаны на рис. 4 для пары трения сталь у-10 (IV класс чистоты) — свинец (поверхность гладкая).

Таким образом, зависимость силы трения от скорости скольжения можно установить решением дифференциальных уравнений (2) и (5).

Поскольку приведенные дифференциальные уравнения нелинейны, ее решение с достаточной точностью можно проводить численным методом на ЭЦВМ.

Формулы, определяющие зависимость силы трения от скорости, легко поддаются машинному счету.

При проектировании узлов трения в машинах конструктора по вышеприведенной методике могут произвести наиболее срочный и точный расчет изменения силы трения от скорости.

В зависимости от скорости для силы трения характерным является переход через максимум. В частности, при сдвиге с увеличением

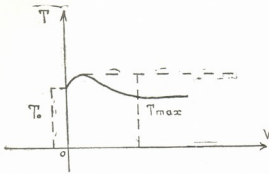


Рис. 3

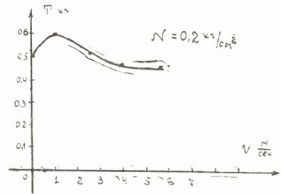


Рис. 4

скорости сила трения возрастает, а потом падает. При дальнейшем увеличении скорости наблюдается тенденция возрастания силы трения.

Московский кооперативный институт
 Центросоюза

(Поступило 15.7.1977)

მანქანათმშენებლობა

ბ. რამიშვილი

ხახუნის ძალის დამოკიდებულების შესახებ სრიალის სიჩქარეზე
 რეზიუმე

რეკომენდებულია ხახუნის ძალისა და მოძრაობის სიჩქარის დამოკიდებულების ფორმულა. მიღებული ფორმულა შემოწმებულია ექსპერიმენტული გამოკვლევებით. შედეგები მიგვანიშნებენ, რომ სიჩქარის გაზრდით ხახუნის ძალა იზრდება, ხოლო შემდეგ, გაივლის რა მაქსიმუმს, ეცემა.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. I. RAMISHVILI

ON THE DEPENDENCE OF FRICTION FORCE UPON THE RATE OF SLIDE

Summary

A formula of the friction force dependence upon the slide rate is recommended. The formula has been verified experimentally. The results show that with rate increase the friction power goes beyond the maximum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Крагельский. Трение и износ. М., 1968.
2. Н. Б. Демкин. Сб. «Новое в теории трения». М., 1966.
3. Н. М. Михин. Трение в условиях пластического контакта. М., 1968.
4. Г. Я. Рамишвили. Авт. свид. № 371416. Бюр. откр. и изобр., № 12, 22/XI-1973.



Г. Г. ПЕТРИАШВИЛИ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД УЧЕТА НЕЛИНЕЙНОСТИ
 МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И АНИЗОТРОПИИ
 МАТЕРИАЛА ПРИ НАЛИЧИИ ВЗАИМНО ОРТОГОНАЛЬНЫХ
 ВНЕШНИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 7.7.1977)

Рассмотрим взаимные, ортогональные магнитные поля в магнито-
 проводе, имеющем форму полого цилиндра, изготовленного из анизо-
 тропного материала. Пусть одна из обмоток, которая создает танген-
 циальное магнитное поле B_φ , H_φ , намотана на магнитопровод в виде
 тороида, а другая, которая создает осевое магнитное поле B_z , H_z —
 в виде соленоида. В таком случае можно сказать, что анизотропная
 ферромагнитная среда находится под воздействием взаимно ортого-
 нальных внешних магнитных полей.

В таком случае магнитное свойство нелинейного анизотропного
 ферромагнитного материала в ортогональных направлениях существен-
 но зависит от величины отдельных компонентов B_φ , B_z магнитно-
 го поля, т. е.

$$B_\varphi = f_1(H_\varphi, H_z), \quad B_z = f_2(H_z, H_\varphi), \quad H_\varphi = f_3(B_\varphi, B_z), \quad H_z = f_4(B_z, B_\varphi), \quad (1)$$

а результирующий псевдовектор \vec{B} магнитной индукции связан с ре-
 зультирующим псевдовектором \vec{H} напряженности магнитного поля че-
 рез истинный тензор $\mu_{ij}(H^2)$ второго ранга диагональной симметрии
 магнитной проницаемости среды

$$\vec{B}_i = [\mu_{ij}(H^2)] \cdot \vec{H}_j = [\mu_{ij}(B^2)] \cdot \vec{H}_j, \quad (2)$$

где B и H — модуль индукции и напряженности результирующего
 магнитного поля, соответственно.

Составим общую связь между \vec{B} и \vec{H} . Для этого в плоскости од-
 нородного анизотропного листа выделим направление — ось проката
 (азимутальную ось), на выбранном направлении обозначим единич-
 ный истинный вектор через \vec{S} , где $S_\varphi = 1$, $S_z = 0$.

Тогда связь между \vec{B} и \vec{H} будет иметь вид

$$\vec{B}_i = \mu_1 \cdot \vec{H}_i + \mu_2 \vec{S}(\vec{S} \cdot \vec{H}_i) + \mu_3 [\vec{S} \times \vec{H}_i]. \quad (3)$$

Учитывая, что \vec{H} есть псевдовектор, а $[\vec{S} \times \vec{H}]$ — истинный вектор, по-
 лучаем $\mu_3 = 0$ и выражение (3) примет вид

$$\vec{B}_i = \mu_1 \vec{H}_i + \mu_2 \vec{S}(\vec{S} \cdot \vec{H}_i). \quad (4)$$

На основании уравнения (4) составляющие псевдовектора маг-
 нитной индукции \vec{B} по ортогональным осям (φ , Z) можно вычислить
 следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} B_\varphi &= \mu_1 H_\varphi + \mu_2 \cdot H_\varphi = \mu_{\varphi\varphi}(B^2) \cdot H_\varphi = \mu_{\varphi\varphi}(H^2) \cdot H_\varphi, \\ B_z &= \mu_1 H_z = \mu_{zz}(B^2) \cdot H_z = \mu_{zz}(H^2) \cdot H_z. \end{aligned} \quad (5)$$

Аналитическое выражение для семейства прямых и обратных маг-
 нитных характеристик (1) однородного нелинейного ферромагнитного

материала можно получить исходя из анализа экспериментальных кривых первоначального намагничивания.

Основные требования, предъявляемые к выражениям, описывающим нелинейные магнитные характеристики во взаимно перпендикулярных направлениях при наличии взаимно ортогональных внешних магнитных полей, можно сформулировать следующим образом: а) они должны быть сравнительно простыми и достаточно точными; б) должны представлять взаимно обратные функции; в) должны отражать особенности ортогонального магнитного управления.

Наиболее полно указанным требованиям удовлетворяет использование безгистерезисных магнитных характеристик.

Ниже приведено несколько вариантов аппроксимации, с помощью которых можно описать как прямые, так и обратные нелинейные магнитные характеристики для любой ферромагнитной среды с достаточной точностью.

При допущениях а), б), в) выражения прямых нелинейных магнитных характеристик в продольном (Z) и поперечном (φ) направлениях при взаимно ортогональных внешних магнитных полях можно записать следующими уравнениями:

$$B_{\varphi} = \mu_{\varphi\varphi}(H^2) \cdot H_{\varphi} = \frac{a_{\varphi} \cdot H_{\varphi}}{b_{\varphi} + (H_{\varphi}^2 + H_z^2)^{1/2}} = \frac{\mu_0 H_{\varphi}}{\operatorname{ctg} \theta_{\varphi} + \mu_0 (H_{\varphi}^2 + H_z^2)^{1/2} / B_{a\varphi}}, \quad (6)$$

$$B_z = \mu_{zz}(H^2) \cdot H_z = \frac{a_z H_z}{b_z + (H_{\varphi}^2 + H_z^2)^{1/2}} = \frac{\mu_0 H_z}{\operatorname{ctg} \theta_z + \mu_0 (H_{\varphi}^2 + H_z^2)^{1/2} / B_{az}}, \quad (7)$$

где $a_{\varphi} = B_{a\varphi}$, $a_z = B_{az}$, $b_{\varphi}/a_{\varphi} = \mu_0 \operatorname{tg} \theta_{\varphi}$, $b_z/a_z = \mu_0 \operatorname{tg} \theta_z$ — коэффициенты аппроксимации вдоль и поперек направления проката, μ_0 — магнитная постоянная.

Из (5) получается уравнение семейства обратных нелинейных магнитных характеристик в продольном и поперечном направлениях:

$$H_{\varphi} = \mu_{\varphi\varphi}^{-1}(B^2) \cdot B_{\varphi}, \quad H_z = \mu_{zz}^{-1}(B^2) \cdot B_z. \quad (8)$$

Функции $\mu_{\varphi\varphi}^{-1}(B^2)$ и $\mu_{zz}^{-1}(B^2)$ аппроксимируются в виде параболического полинома

$$\mu_{\varphi\varphi}^{-1}(B^2) = \sum_{n=0, 2, 4} \alpha_{\varphi n+1} \cdot B^n = P_{\varphi} / [(B_z^2 + B_{\varphi}^2)^{1/2} + q_{\varphi}], \quad (9')$$

$$\mu_{zz}^{-1}(B^2) = \sum_{n=0, 2} \alpha_{zn+1} B^n = P_z / [(B_z^2 + B_{\varphi}^2)^{1/2} + q_z], \quad (9'')$$

где $\alpha_{\varphi n+1}$, P_{φ} , q_{φ} и α_{zn+1} , P_z , q_z — коэффициенты аппроксимации вдоль и поперек направления проката.

Из анализа уравнений (6), (7), (8), (9) следует, что составляющие магнитной индукции и напряженности магнитного поля по одной из осей, как следовало ожидать, нелинейным образом зависят от обоих (продольной и поперечной) составляющих напряженности магнитного поля соответственно.

Представляет интерес также регулировочные магнитные характеристики аппарата. Уравнения их семейства в продольном направлении $H_z = f_z(H_{\varphi}, B_z)$ при $B_z = \text{const}$ можно вывести из выражения (7). $H^2 = H_z^2 + H_{\varphi}^2 = (a_z \cdot H_z / B_z - b_z)^2$, решение которого дает

$$H_z = \{a_z b_z / B_z + (b_z^2 + H_{\varphi}^2 [(a_z / B_z)^2 - 1])^{1/2} / [(a_z / B_z)^2 - 1]\}. \quad (10)$$

На основании выражения (9) определяем регулировочные магнитные характеристики аппарата в виде

$$B_z = f_{\theta}(B_{\varphi}, H_z) \text{ при } H_z = \text{const}, \\ B_z = \{P_z \cdot q_z / H_z + (q_z^2 + B_{\varphi}^2 [(P_z / H_z)^2 - 1])^{1/2} / [(P_z / H_z)^2 - 1]\}. \quad (11)$$

Важным критерием для оценки регулировочной способности аппарата представляет выражение для глубины регулирования, которое можно вывести как относительно напряженности магнитного поля, так и относительно магнитной индукции. Из уравнений (6), (9), (10) и (11) получим

$$K_{P1}^H = \frac{H_z(H_\varphi)}{H_z(H_\varphi=0)} = \frac{a_z/B_z + \{1 + (H_\varphi/b_z)^2 [(a_z/B_z)^2 - 1]\}^{1/2}}{a_z/B_z + 1}, \quad (12)$$

$$K_{P2}^B = \frac{B_z(B_\varphi)}{B_z(B_\varphi=0)} = \frac{P_z/H_z + \{1 + (B_\varphi/q_z)^2 [(P_z/H_z)^2 - 1]\}^{1/2}}{P_z/H_z + 1}, \quad (13)$$

$$K_{P2}^H = \frac{H_z(B_\varphi)}{H_z(B_\varphi=0)} = 1 + \sum_{n=0,2} \alpha_{zn+1} B_\varphi^n / \sum_{n=0,2} \alpha_{zn+1} B_z^n. \quad (14)$$

Для крутизны регулирования из уравнения (10) имеем

$$dH_z/dH_\varphi = H_\varphi \{b_z + H_\varphi^2 [(a_z/B_z)^2 - 1]\}^{-1/2}. \quad (15)$$

При гармоническом напряжении возбуждения рабочей обмотки (соленоида) магнитная индукция B_z в аксиальном направлении также меняется гармоническим законом (без учета малой величины активного сопротивления обмотки). Поэтому высшие гармонические составляющие напряженности рабочего магнитного поля (тока намагничиваемости) возникают за счет нелинейных магнитных характеристик магнитопровода.

В аппаратах ортогональным магнитным управлением сохранены симметрии нелинейных магнитных характеристик материала [1, 2], что обеспечивает устранение четных гармоник тока рабочей обмотки, а относительные величины амплитуд нечетных гармоник монотонно уменьшаются с увеличением поперечного (B_φ , H_φ) магнитного поля [3].

Гармоничность продольного магнитного поля вызывает модуляцию магнитной проницаемости $\mu_{\varphi\varphi}(B^2)$, $\mu_{zz}(B^2)$ нелинейного ферромагнитного материала с кратной двойной частотой. Подставляя $B_z = B_{zm} \cos \omega t$ и $B_\varphi = B_{\varphi 0}$ в уравнения (9') и (9''), получаем

$$\begin{aligned} \mu_{\varphi\varphi}^{-1}(B^2) &= \mu_{\varphi\varphi 0}^{-1}(B^2) + \mu_{\varphi\varphi 2}^{-1}(B^2) \cos 2\omega t + \mu_{\varphi\varphi 4}^{-1}(B^2) \cos 4\omega t + \\ &+ \mu_{zz}^{-1}(B^2) = \mu_{zz 0}^{-1}(B^2) + \mu_{zz 2}^{-1}(B^2) \cos 2\omega t + \mu_{zz 4}^{-1}(B^2) \cos 4\omega t, \end{aligned} \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} \mu_{zz 0}^{-1}(B^2) &= \alpha_{z1} + \alpha_{z3} (B_{\varphi 0}^2 + B_{zm}^2/2) + \alpha_{z5} (3B_{zm}^4/8 + B_{\varphi 0}^4), \\ \mu_{zz 2}^{-1}(B^2) &= \alpha_{z3} \cdot B_{zm}^2/2 + \alpha_{z5} \cdot B_{zm}^4/2, \quad \mu_{\varphi\varphi 4}^{-1}(B^2) = \alpha_{z5} \cdot B_{zm}^4/8. \end{aligned}$$

Аналогично найдутся коэффициенты разложения при $\mu_{\varphi\varphi}^{-1}(B^2)$, если заменить индекс zz на $\varphi\varphi$, соответственно.

Наличие в спектре поперечной магнитной проводимости (16) частоты, равной кратной частоте внешнего продольного напряжения ω , вызывает пульсацию магнитного поля в поперечном направлении. Поэтому при наличии $B_z = B_{zm} \cos \omega$ и $B_{\varphi 0}$ поле в поперечном (азимутальном) направлении содержит как постоянную, так и четные гармоники.

Используя метод выбранных точек и наименьшего квадрата, а также экспериментальные кривые первоначального намагничивания, были определены численные значения коэффициентов аппроксимации для семейства прямых и обратных нелинейных магнитных характеристик как изотропного ($\mu_{\varphi\varphi} = \mu_{zz}$), так и анизотропного материала. После выбора коэффициентов аппроксимации были рассчитаны на ЭВМ семейства прямых и обратных нелинейных магнитных характеристик по уравнениям (7) для изотропного материала, а по (8) для анизотропного материала и коэффициент для глубины регулирования K_{P2}^H из формулы (14). На рис. 1, а, б приведены результаты расчета и экспериментального измерения [3].

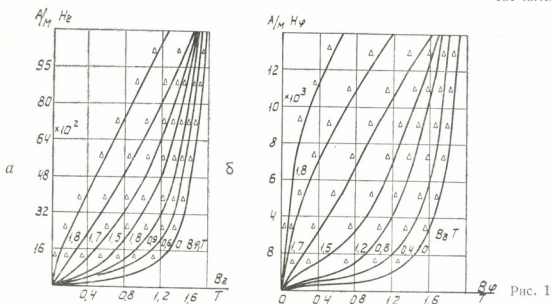


Рис. 1

Сравнения показывают, что расчет хорошо согласуется с экспериментом.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.7.1977)

ელექტროტექნიკა

ბ. კატრიაშვილი

შრთიერთორთოგონალურ გარეშე მაგნიტურ ველში მოთავსებული
ფერომაგნიტური მასალის მაგნიტური მახასიათებლების
არაწრფივობის და ანიზოტროპიის აღრიცხვის ანალიზური მეთოდი
რეზიუმე

გამოკვლეულია ურთიერთორთოგონალურ გარეშე მაგნიტურ ველში მო-
თავსებული ანიზოტროპული ფერომაგნიტური მასალის თვისებები ველის
ძალწირების გასწვრივ.

ELECTROTECHNICS

G. G. PETRIASHVILI

ANALYTICAL CALCULATIONS OF NONLINEARITY AND
ANISOTROPY OF THE MAGNETIC CHARACTERISTICS OF A
FERROMAGNETIC SUBSTANCE PLACED IN MUTUALLY
ORTHOGONAL EXTERNAL MAGNETIC FIELDS

Summary

The properties of an anisotropic ferromagnetic substance placed in mutually orthogonal external magnetic fields have been investigated along the line of magnetic force.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Горелкин. Изв. АН СССР. «Физика», VIII, № 4, 1944.
2. И. А. Зайцев. Труды ЛПИ, 1947.
3. Г. Г. Петриашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3, 151, 1974.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ, Р. В. КАКУБАВА

К ВОПРОСУ ОСУЩЕСТВИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ
ЭВМ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ
АППАРАТУРЫ КОНТРОЛЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 20.6.1977)

В современных ЭВМ контроль их исправности проводится как в процессе вычислений, так и периодически, через определенные промежутки времени. Непрерывным контролем проверяется правильность хода вычислений и, если будет обнаружена неисправность (обнаруживаемый отказ — первый вид), то ЭВМ восстанавливается, после чего повторно выполняется определенная часть программы. Естественно, что непрерывный контроль обнаруживает не все ошибки и поэтому не является абсолютно достоверным. В связи с этим и в контролируемых ЭВМ могут возникать не обнаруживаемые контролем отказы (второй вид). В этом случае ЭВМ продолжает вычисление до тех пор, пока не возникает обнаруживаемый отказ или не наступает момент периодического контроля. Как в первом, так и во втором случаях ЭВМ ставится на проверку, устанавливается наличие как первого, так и второго видов отказов (если оно имеет место), после чего ЭВМ восстанавливается и производится пересчет искаженной части программы.

Настоящая статья посвящена вопросу осуществимости выполнения задания определенного объема ЭВМ с непрерывным аппаратурным контролем с учетом надежности как самой ЭВМ, так и надежности и достоверности аппаратуры контроля.

Пусть время решения задачи является случайной величиной с безгранично-делимым распределением $\Psi(t)$. Количество этапов составляет n ; время решения каждого этапа является независимой, одинаково распределенной случайной величиной с функцией распределения вероятности (ф. р. в.) $F(t)$. Время решения включает: 1) собственное решение этапа с ф. р. в. $F_1(t)$ и 2) время, необходимое для образования этапа с ф. р. в. $F_2(t)$, т. е. $F(t) = F_1(t) * F_2(t)$ и $\Psi(t) = F_{1n}^{(n)}(t)$ (здесь $*$ — символ свертки); поток отказов ЭВМ распределен по закону Пуассона с интенсивностью λ , включающей интенсивность отказов контрольной аппаратуры λ_R ; вероятность обнаружения отказов аппаратурой непрерывного контроля составляет R ; отказ аппаратуры контроля по своим последствиям эквивалентен отказу основной аппаратуры ЭВМ; время восстановления и периодического контроля являются одинаково распределенными случайными величинами — $G(t)$.

Легко убедиться, что интенсивность обнаруживаемых отказов составляет $\alpha = \lambda_R + R(\lambda - \lambda_R)$, а необнаруживаемых — $\beta = (1 - R)(\lambda - \lambda_R)$. Очевидно, что имеет место $\alpha + \beta = \lambda$.

Введем следующие обозначения: η_j — время, необходимое для окончания решения задачи, начиная с j -го этапа, при условии, что за

это время не возникает обнаруживаемый отказ; ξ — временный интервал с момента последнего восстановления до возникновения обнаруживаемого отказа; ξ_j — временный интервал до следующего восстановления при условии, что последнее восстановление произошло перед началом j -го этапа. Назовем его циклом. Очевидно, что $\xi_j = \min[\eta, \eta_j]$.

Процесс решения задачи может быть описан с помощью следующей математической модели. Рассматриваемая ЭВМ может находиться в n различных состояниях в зависимости от номера решаемого цикла в данный момент. Время нахождения ЭВМ в i -м ($i = \overline{1, n}$) состоянии является независимой случайной величиной. Вероятность перехода из состояния i к любому другому состоянию j не зависит от номеров ранее решавшихся циклов, и переход происходит всегда при исправном ЭВМ.

Опишем эту модель, следуя [1], с помощью полумарковских процессов. В соответствии с [1] полумарковский процесс с конечным числом состояний $\xi(e_1, e_2, \dots, e_n)$ полностью определяется временем пребывания в состояниях e_i с функцией распределения $P_i(t)$ и условными вероятностями $q_{ij}(t)$ ($i, j = \overline{1, n}$) переходов из состояния e_i в состояние e_j при условии, что полумарковский процесс находился в состоянии e_i в течение времени t . В рассматриваемой модели ф. р. в. времени цикла ξ_j имеет вид

$$P_j(x) = 1 - [1 - F_*^{(n-j+1)}(x)] e^{-\alpha x}.$$

Условные переходные вероятности

$$\begin{aligned} q_{ij}(x) &= [\alpha e^{-\alpha x} [1 - F(x)] dx + \alpha e^{-\alpha x} [F(x) - F_*^{(n-j+1)}(x)] (1 - e^{-\beta x}) dx + \\ &\quad + dF_*^{(n-j+1)}(x) [1 - e^{-\beta x}] e^{-\alpha x}] / dP_j(x), \\ q_{j,j+1}(x) &= [F_*^{(j)}(x) - F_*^{(j+1)}(x)] e^{-\lambda x} \alpha dx / dP_j(x); \\ q_{j,n+1}(x) &= dF_*^{(n-j+1)}(x) e^{-\lambda x} / dP_j(x); \quad i = \overline{1, n-j}. \end{aligned} \quad (1)$$

Поясним одно из выражений (1), например для $q_{ij}(x)$. $q_{ij}(x)$ — это переходная вероятность того, что процесс перешел в состояние j при условии, что до этого цикл длился в течение времени $x - (dP_j(x))$. Этот переход может быть осуществлен при выполнении следующих событий: 1) в момент x от начала j -го цикла наступил обнаруживаемый отказ — $\alpha \exp(-\alpha x) dx$, за это время решение j -го этапа не закончилось — $1 - F(x)$; 2) в момент x от начала j -го цикла наступил обнаруживаемый отказ — $\alpha \exp(-\alpha x) dx$, за это время был выполнен j -й этап, но решение задачи не закончилось — $F(x) - F_*^{(n-j+1)}(x)$ и в промежутке $0 \div x$ имел место хотя бы один необнаруженный отказ — $1 - \exp(-\beta x)$; 3) в момент x от начала цикла закончилось решение задачи $dF_*^{(n-j+1)}(x)$, за это время не возник обнаруживаемый отказ, но имел место хотя бы один необнаруживаемый отказ — $[1 - \exp(-\beta x)] \exp(-\alpha x)$.

Очевидно, что

$$\sum_{k=0}^{n-j+1} q_{j,j+k}(x) = 1.$$

Пусть τ_j — реальное время, необходимое для окончания решения задачи при условии, что решение начинается с j -го этапа, $j-1$ -й этап выполнен без искажения и перед началом j -го этапа ЭВМ функционирует правильно. Тогда по теореме полной вероятности с учетом

потери времени на восстановление или на периодический контроль ζ можно написать следующую систему стохастических уравнений для τ_j :

$$\tau_j = \sum_{i=0}^{n-j+1} \sigma_{ji}(\xi_j) [\xi_j + \zeta + \tau'_{j+i}]. \quad \text{Здесь случайные величины } \sigma_{ji}(\xi_j) \text{ — индикаторы перехода из } j\text{-го в } i\text{-е состояние, т. е.}$$

$$\sigma_{ji}(\xi_j) = \begin{cases} 1 & \text{с вероятностью } q_{ji}(\xi_j), \\ 0 & \text{с вероятностью } 1 - q_{ji}(\xi_j); \end{cases} \quad (2)$$

τ_j, τ'_j при каждом j независимы и одинаково распределены; σ_{ji}, τ'_i попарно независимы.

Обозначим $M\tau_j = T_j$, $M\zeta = r$, $M[\exp(-s\tau_j)] = \varphi_j(s)$, $M[\exp(-s\zeta)] = g(s)$, $M[\exp(-sv)] = f(s)$ (v — время решения этапа, ζ — время восстановления).

Переходя к математическим ожиданиям и учитывая (2), получаем следующую систему алгебраических уравнений для определения T_j — среднего времени решения задачи, если ее решение начнется с j -го этапа:

$$a_j T_j = \sum_{i=1}^{n-j} \alpha f^i(\lambda) [1 - f(\lambda)] T_{j+i} / \lambda + r + [1 - f^{n-j+1}(\alpha)] / \alpha,$$

$$a_n T_n = r + [1 - f(\alpha)] / \alpha, \quad j = \overline{1, n-1}, \quad (3)$$

где $a_j = [\beta f^{n-j+1}(\lambda) + \alpha f(\lambda)] / \lambda, \quad j = \overline{1, n}$.

Решая систему (3) относительно T_1 — среднего времени решения всей задачи, получаем

$$T_1 = [r\alpha + 1 - f(\alpha)] / \alpha f(\lambda) + \sum_{j=1}^{n-1} \{ [1 - f(\lambda)] (r\alpha + 1) + f^{n-j}(\alpha) [f(\lambda) - f(\alpha)] \} / \alpha_j. \quad (4)$$

Найдем преобразование Лапласа—Стилтьеса ф. р. в. времени решения задачи $-\varphi_j(s)$. Используя (2) и соотношение

$$\exp \left\{ \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} \Theta_j \right\} = \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} \exp(\Theta_j),$$

находим

$$\varphi_j(s) = M \exp\{-s\tau_j\} = M \exp\{-s\zeta\} \left[\sum_{i=0}^{n-j+1} M\sigma_{j,i+1}(\xi_j) \exp\{-s(\tau'_{j+i} + \xi_j)\} \right]. \quad (5)$$

С учетом

$$M\sigma_{j,i+1}(\xi_j) \exp(-s\xi_j) = \int_0^{\infty} e^{-sx} q_{j,i+1}(x) dP_j(x) = \alpha f^i(s+\lambda) [1 - f(s+\lambda)] / (s+\lambda),$$

$$M\sigma_{j,j}(\xi_j) \exp(-s\xi_j) = \int_0^{\infty} e^{-sx} q_{j,j}(x) dP_j(x) = \{ [1 - f^{n-j+1}(s+\alpha)] \alpha / (s+\alpha) \} -$$

$$- \{ [f(s+\lambda) - f^{n-j+1}(s+\lambda)] \alpha / (s+\lambda) \} + f^{n-j+1}(s+\alpha) - f^{n-j+1}(s+\lambda) = c_j(s),$$

$$M\sigma_{j,n+1}(\xi_j) \exp(-s\xi_j) = f^{n-i+1}(s+\lambda) \text{ и } M \exp(-s\tau'_{n+1}) = s^{-1}$$

принимает следующий вид:

$$\varphi_j(s) = c_j(s) g(s) \varphi_j(s) + g(s) f^{n-j+1}(s + \lambda) / s + \\ + \alpha g(s) \sum_{i=1}^{n-j} [1 - f(s + \lambda)] f^i(s + \lambda) \varphi_{j+i}(s) / (s + \lambda), \quad j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Обозначая $a_j(s) = 1 - c_j(s) g(s)$, умножая каждое последующее уравнение системы (6) на $f(s + \lambda)$ и попарно вычитая, находим

$$a_j(s) \varphi_j(s) = b_{j+1}(s) \varphi_{j+1}(s), \quad a_n(s) \varphi_n(s) = b_n(s), \quad j = \overline{1, n-1}, \quad (7)$$

где $b_j(s) = f(s + \lambda) \{a_j(s) + \alpha g(s) [1 - f(s + \lambda)] / (s + \lambda)\}$; $j = \overline{1, n-1}$;

$$b_n(s) = g(s) f(s + \lambda) / s.$$

В результате решения (7) получим

$$\varphi_1(s) = \prod_{j=1}^n b_j(s) / a_j(s). \quad (8)$$

Научно-производственное объединение
 электронной вычислительной аппаратуры

(Поступило 24.6.1977)

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე, რ. კაკუბავა

ელექტრული გამომთვლელი მანქანის მიერ დავალების შესრულების უზრუნველყოფის საკითხისათვის მისი ავტომატურული კონტროლის იმპლემენტაციის გათვალისწინებით

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია ელექტრული გამომთვლელი მანქანის მიერ დავალების შესრულების დროის განაწილების ალბათური მახასიათებელი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE, R. V. KAKUBAVA

ON THE PROBLEM OF COMPUTER TASK SOLUTION WITH ACCOUNT OF THE RELIABILITY OF THE COMPUTER AND OF THE CONTROL EQUIPMENT

Summary

The distribution function of computer task solution time probability in the form of Laplace-Stieltjes transformation with account of the reliability of the digital computer as well as equipment is given in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Королюк. УМЖ, № 3, 1965, 123.

Т. Ф. УРУШАДЗЕ, Ч. П. ДЖАНЕЛИДЗЕ

К ИСТОРИИ ПОЧВ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ В ГОЛОЦЕНЕ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 24.6.1977)

Изучению погребенных почв такой горной страны, какой является Кавказ, всегда придавалось большое значение [1—6]. Принципиально важной нам представляется работа А. Д. Гогатишвили, Л. И. Маруашвили [7], в которой, пожалуй, впервые была предложена классификация погребенных почв по их стратиграфическому положению. Авторы предлагают различать почвы под лавами и под различными рыхлыми (делювиальными, пролювиальными, аллювиальными и озерными) отложениями. Процесс захоронения почв под лавами происходит достаточно быстро, однако должного эффекта «консервации» нет, так как температурное воздействие раскаленной лавы приводит к значительной трансформации почвы. Последняя бывает настолько значительной, что порой исключает возможность диагностики генетической принадлежности почв. В. В. Акимцев [1] даже отнес одну из обожженных почв черноземного типа (как это показали многочисленные последующие исследования) к ископаемому желтозему—аналогу современных желтоземных почв Талыша. Интенсивное температурное воздействие раскаленной лавы сказывается и сквозь различные «прокладки» — конгломератово-песчаные или аллювиально-озерные, хотя почвы в таких случаях не имеют свойственных обожженным почвам красноватых тонов окраски. Несмотря на все это, погребенные почвы под лавовыми потоками сохраняют большой палеогеографический интерес хотя бы потому, что при этом может быть точно датирован геологический (абсолютный) возраст почв.

Погребенные почвы под рыхлыми отложениями обладают целым рядом преимуществ в смысле их меньшей посттрансформации. Однако и они подвергаются достаточно интенсивным изменениям химического состава под влиянием перемещения вертикальных и боковых токов растворов. Древние почвы горных стран по условиям залегания могут быть погребенными под рыхлыми отложениями (чаще всего в межгорных депрессиях) и лавами. В этом случае это будут моногенетические почвы, так как процесс почвообразования в этих почвах механически прерван и наложения нового процесса нет потому, что погребенная почва изолирована от последующего воздействия. К древним почвам могут быть отнесены и многие так называемые «склоновые» дневные почвы, которые являются полигенетическими почвами.

Мы разделяем представления В. О. Таргульяна и А. А. Александровского [8], что моногенетические почвы, характеризующие почвообразование в отдельные периоды, являются предметом изучения истории почв (смен характера почвообразования во времени), а полигенетические почвы — собственно эволюции почв.

Погребенные почвы изучались нами в межгорных депрессиях Восточной Грузии — на Алазанской долине (разр. Шх-1, Шх-2, Шх-3), 44. „მეცნიერებათა“, ტ. 87, № 3, 1977

Гаре-Кახეთი (разр. Кч-1, Кч-2) и Тирипонской долине (разр. Мх-1). Во всех случаях дневные почвы имеют практически одинаковый тип строения профиля — А1-В1-В2-ВС или А1-В1-ВС. Эти почвы относятся к одному и тому же типу почв — древнеаллювиальным [9]. Они характеризуются глинистым, реже тяжелосуглинистым механическим составом, умеренным содержанием гумуса, плавно уменьшающимся с глубиной, и карбонатностью, местами значительной.

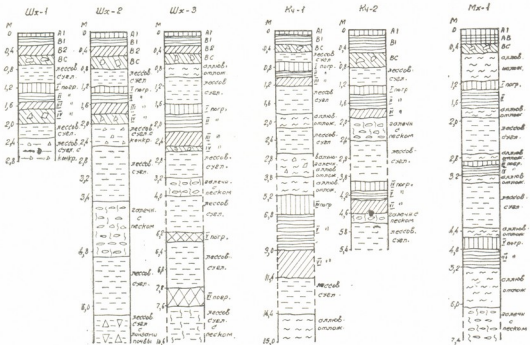


Рис. 1. Стратиграфия почв и рыхлых отложений голоцена в Восточной Грузии; разр. Шх-1, Шх-2, Шх-3 (Алазанская долина), Кч-1, Кч-1 (Гаре-Кახეთი), Мх-1 (Тирипонская долина)

При рассмотрении стратиграфии всей голоценовой толщи обращает на себя внимание несколько моментов. Главный из них состоит в том, что все погребенные почвы практически идентичны между собой. Они обычно темно-бурые, плотноватые, комковато-угловатые, часто несколько оглеенные и окарбоначенные, пористые, глинистые или тяжелосуглинистые; имеют слабощелочную реакцию, высокую емкость поглощения, карбонатны. При постоянном наличии темных тонов окраски они, как правило, малогумусны. Последнее объясняется повышенным содержанием в составе гумуса гуминовых кислот. Впервые эта особенность гумуса ископаемых почв была выявлена И. В. Тюриным [10] и неоднократно подтверждалась впоследствии [6, 11]. По данным валового состава основные окислы распределены более или менее равномерно. Минеральная часть формируется по сналлитному типу.

Большое число ископаемых почв (от четырех — Шх-1, Шх-2 до шести — Кч-1, Мх-1, Шх-3) свидетельствует о частом механическом прерывании «нормального» почвообразовательного процесса в голоцене. Развитие нескольких горизонтов погребенных почв в отложениях низких речных террас обусловлено периодическим и резким изменением скорости осадконакопления вдоль речных долин. В голоцене вдоль речных долин происходили резкие миграции пойм, избыточные аккумуляции

муляции наносов и т. п., что периодически прерывало процессы почвообразования. Погребенные почвы развиваются на ранее отложенных осадках, в так называемом процессе прерывистой аккумуляции наносов. На наших разрезах явно подтверждается развитие погребенных почв в процессе прерывистой аккумуляции. При катастрофических паводках, когда довольно большие территории покрывались наносами, происходило захоронение почвенного покрова, затем наступал более или менее длительный перерыв и за это время на молодых речных наносах вновь формировался почвенный покров. В голоцене такая ситуация повторялась неоднократно.

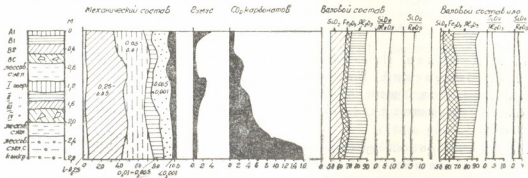


Рис. 2. Данные механического состава и химических свойств разреза Шх-1

Подобная закономерность является, видимо, свойством пойм, так как «пойма — чрезвычайно динамичный вид ландшафта» [12]. Именно поэтому, как справедливо отмечает Г. В. Добровольский [12], в поймах широко распространены погребенные почвы.

Практическая идентичность ископаемых моногенетических почв свидетельствует, с одной стороны, о близости природных условий во всех стадиях голоцена, а с другой, о нивелирующей роли постэдафических процессов в отношении некоторых актуальных признаков. Так, например, в целом «монотонный» карбонатный профиль является результатом вторичного окарбонирования.

Тбилисский институт леса
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 24.6.1977)

ნიადგამთვროდნობა

თ. შრუშაძე, ზ. ჯანელიძე

ჰოლოცენში აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების
ისტორიისათვის

რეზიუმე

ფსვიერი ნაფენების ქვეშ მოქცეული დამარბული ნიადაგების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ყველა ისინი თითქმის არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. საფქრებელია, რომ ჰოლოცენის ყველა სტადიაში არსებობდა თითქმის ერთნაირი ბუნებრივი პირობები.

T. F. URUSHADZE. Ch. P. JANELIDZE

ON THE HISTORY OF EAST-GEORGIAN SOILS IN THE HOLOCENE

Summary

Investigation of buried soils has shown that there is practically no difference between them. This points to the existence of the same natural conditions in all the stages of the Holocene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Акимцев. Почвоведение, 1, 1962.
2. Д. Г. Виленский. Почвоведение, 4, 1925.
3. С. А. Захаров. Ученые записки МГУ, вып. 119, кн. 2, 1946.
4. Р. А. Петриашвили, Г. М. Майсурадзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
5. ა. კოგატიშვილი. მეცნიერება და ტექნიკა, № 5, 1959.
6. А. Д. Гогатишвили. Сообщения АН ГССР, 33, № 2, 1964.
7. А. Д. Гогатишвили, Л. И. Маруашвили. Ученые записки АзГУ, сер. геол.-геогр. наук, 3, 1963.
8. В. О. Таргульян, А. А. Александровский. Сб. «История биогеноценозов СССР в голоцене». М., 1976.
9. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузинской ССР. Тбилиси, 1965.
10. Н. В. Тюрин, Н. В. Тюриня. Почвоведение, 2, 1940.
11. М. А. Глазовская. Вопросы географии. М., 1956.
12. Г. В. Добровольский. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М., 1968.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

С. Г. МОЯНОВА, В. И. МАЛОЛЕТНЕВ

ИЗМЕНЕНИЯ «СОННЫХ ВЕРЕТЕН» СОМАТОСЕНСОРНОЙ ОБЛАСТИ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ КОШКИ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЕЕ ТАЛАМИЧЕСКОГО РЕЛЕЙНОГО ЯДРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвиди 14.6.1977)

При изучении механизмов сна особое значение приобретает выяснение механизма происхождения сонных веретен, так как предполагается, что ритмические волны веретена трансформируют импульсацию, поступающую в кору больших полушарий и тем самым обеспечивают развитие процесса засыпания и медленноволновой фазы сна (МФС) [1]. Тот факт, что способностью к генерации веретен обладают как специфические, так и неспецифические ядра таламуса [2], а также наличие специфических и неспецифических входов к одной и той же области коры [3, 4] дают основание предполагать, что веретена, регистрируемые в проекционных корковых зонах, имеют сложный генез и возникают в результате совместной деятельности обеих групп ядер. Настоящая работа проделана с целью проверки этого предположения.

В отличие от аналогичных работ других авторов, выполненных в условиях острых опытов с применением барбитурового наркоза [2, 5], приводимые ниже данные получены в хронических опытах на пяти взрослых кошках, у которых после регистрации фоновой ЭКоГ во время сна (между 14—20 часами в течение трех последовательных дней) производилась электролитическая коагуляция вентро-пастеролатерального ядра таламуса (ВПЛ).

При анализе характеристик веретен в соматосенсорной зоне коры до и после коагуляции ВПЛ сравнивались следующие параметры: а) частота волн, формирующих веретено; б) средняя длительность веретена; в) средняя амплитуда волн веретена; г) частота появления веретен в минуту; д) веретенный индекс — процент времени, занятого веретенами в отрезке ЭКоГ длительностью в 1 мин. Средние величины вычислялись на основании анализа 100 веретен для поверхностной и глубокой стадий МФС. Оценка значимости выявленных различий производилась по методу Стьюдента с использованием расчета ошибки средней при множественной характеристике каждого объекта с учетом первичных дат [6].

На рис. 1 показаны фрагменты электрограмм поверхностной стадии МФС, зарегистрированных у одной из кошек до (рис. 1,1) и в разные сроки после (рис. 1, 2—6) коагуляции ВПЛ. Хорошо видно, что после коагуляции наблюдается некоторое (но явное) снижение частоты волн, формирующих веретена, в соматосенсорной области коры (ср. на рис. 1 кадры 1 с 2 и 6). Такое урежение внутриверетенных волн наблюдалось нами во всех случаях и, как показано в табл. 1,А, достигало максимума на 4—5-й дни после коагуляции: средняя частота 14,1 гц снижалась до 12,58 гц (табл. 1,А, графы 1 и 3). Позднее, к

15—18-му дням, внутриверетенная частота несколько повышалась (в среднем до 13,19 гц), оставаясь, однако, ниже исходного уровня (табл. 1, А, графы 1 и 4). Как видно из табл. 1,Б, одновременно с изменением внутриверетенной частоты наблюдалось стабильное снижение амплитуды волн веретен (табл. 1,Б, графы 1 и 4). Результаты анализа средней продолжительности веретен, представленные в табл. 1,В, выявили достоверное укорочение веретен лишь на 4—5-й дни после коагуляции (графы 1 и 3), тогда как укорочение, наблюдавшееся непосредственно после коагуляции и на 15—18-й дни, не достигало статистически значимого уровня (табл. 1,В, графы 1, 2 и 4).

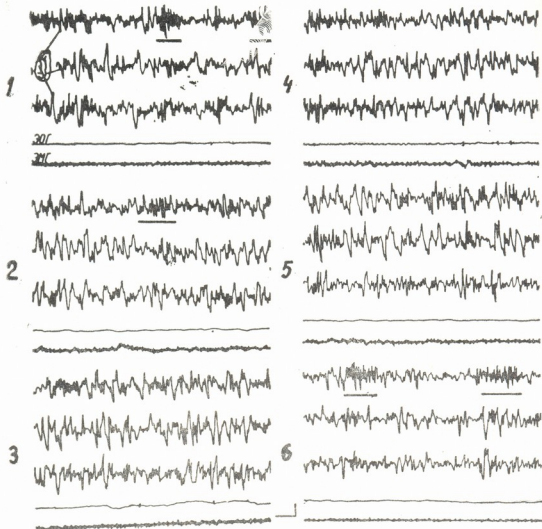


Рис. 1. Изменение веретен соматосенсорной области коры больших полушарий после коагуляции ВПЛ. Локализация регистрирующих корковых электродов показана на схеме. ЭОГ—электроокулограмма, ЭМГ—электромиограмма шейных мышц. 1—фон, 2—непосредственно после коагуляции, 3—6 — соответственно 4, 6, 9 и 18-й дни после коагуляции ВПЛ.

Калибровка: времени — 1 сек, амплитуды — 100 мкв

В табл. 1,Г показаны результаты анализа частоты появления веретен в 1 мин. Хорошо видно, что на 4—5-й дни после коагуляции ВПЛ этот показатель снижался наиболее заметно (графы 1 и 3); затем, к 15—18-му дням, веретена несколько учащались, но восстановления до исходного уровня не происходило (табл. 1,Г, графы 1 и 4). Подобно остальным анализировавшимся параметрам веретенный индекс (табл. 1,Д) также максимально снижался на 4—5-й дни после

коагуляции (графы 1 и 3). Наблюдавшееся впоследствии некоторое повышение индекса не достигало, однако, фонового уровня (табл. 1, Д, графы 1 и 4).

А	1	2	3	4
М	14,10	13,49	12,58	13,19
Т	0,24	0,28	0,24	0,20
C ₁	11,08	10,10	14,53	6,98
C ₂	1,58	1,59	1,78	1,46

Б	1	2	3	4
М	166,25	145,03	150,78	137,90
Т	6,22	5,56	2,60	5,76
C ₁	521,07	343,99	237,90	491,37
C ₂	9,46	12,08	11,37	11,45

В	1	2	3	4
М	1,56	1,51	1,31	1,47
Т	0,08	0,08	0,07	0,08
C ₁	1,46	1,22	0,95	0,55
C ₂	0,61	0,57	0,71	0,66

Г	1	2	3	4
М	10,50	9,12	7,36	9,10
Т	0,70	0,46	0,54	0,44
C ₁	2,84	0,66	5,35	1,21
C ₂	2,24	1,62	1,78	1,68

Д	1	2	3	4
М	24,50	18,30	17,30	22,00
Т	1,52	1,38	1,30	1,26
C ₁	13,26	1,98	8,20	5,52
C ₂	4,72	4,44	4,97	4,80

Таблица 1. Изменение характеристик веретен соматосенсорной области коры после коагуляции ВПЛ (по усредненным данным всех опытов): А — частота внутриверетенных волн, гц; Б — средняя амплитуда волн веретена, мкв; В — средняя длительность веретена, сек; Г — частота появления веретен в 1 мин; Д — веретенный индекс, %, 1 — фон, 2 — непосредственно после коагуляции, 3 — 4 и 5-й, 4 — 15 и 18-4 дни после коагуляции ВПЛ; М — среднее значение соответствующего параметра, Т — доверительный интервал (при 95% уровне значимости), C₁ — межгрупповое, C₂ — внутригрупповое стандартное отклонение

Подтверждением того, что все описанные изменения характеристик веретен были специфичны и обусловлены локализацией повреждения в ВПЛ, могут служить результаты, полученные при анализе веретен соматосенсорной зоны после сходного по объему повреждения ядер ассоциативной группы (комплекс подушки-заднее латеральное ядро). В этом случае частота внутриверетенных волн непосредственно после коагуляции несколько повышалась (с 12,45 до 12,82 гц, $p < 0,05$), но к 16-му дню после коагуляции это повышение исчезало. Одновременно наблюдалось стабильное увеличение средней продолжительности (с 0,94 до 1,22 сек, $p < 0,001$), частоты появления (6,2 и 10,3 в 1 мин, $p < 0,001$) и амплитуды (110,2 и 135,6 мкв, $p < 0,001$)

веретен. Изменения веретенного индекса статистически достоверного уровня не достигали.

Приведенные данные показывают, что после выключения специфических афферентных входов веретена, возникающие в проекционной зоне коры больших полушарий, приобретают характеристики, свойственные веретенам, генерируемым неспецифической системой таламуса [7]. Это дает основания предположить, что веретена, регистрируемые в проекционной зоне коры, формируются в результате совместной деятельности как специфической, так и неспецифической таламокортикальных систем.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

Академия наук БНР
 Центральная лаборатория
 по изучению мозга

(Поступило 17.6.1977)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ს. მოიანოვა, ვ. მალოლეთნევი

კატის დიდი ტვინის სომატოსენსორული ძირძვის თითისტარული აქტივობის ცვლილება თალამუსის გადამცემი ბირთვის დაზიანების შემდეგ

რეზიუმე

ქრონიკულად ჩანერგილი ელექტროდების მქონე კატებში ძილის დროს შესწავლილია დიდი ტვინის სომატოსენსორული ქერქის თითისტარული აქტივობა თალამუსის ვენტროლატერალური ბირთვის დაზიანებამდე და დაზიანების შემდეგ.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

S. G. MOJANOVA, V. I. MALOLETNEV

CHANGES OF THE SLEEP SPINDLES OF THE CAT'S
 SOMATOSENSORY CORTEX AFTER LESION IN THE THALAMIC
 RELAY NUCLEUS

Summary

In chronic sleeping cats the spindles in the somatosensory cortex were studied before and after lesion in the ventro-postero-lateral nucleus of the thalamus. Following such a lesion the spindles in the projection area exhibited properties typical—as shown by other investigators—of the spindles generated by nonspecific nuclei; decrease in the intraspindle frequency, decline of the amplitude and frequency of appearance, decrease of the spindle index. It is suggested that the spindles in the projection cortical area result from the joint activity of both specific and nonspecific thalamocortical systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Мухаметов. Автореферат канд. дисс., М., 1968.
2. P. Andersen, S. A. Andersson. *Physiological Basis of the Alpha rhythm*. Appleton, New York, 1968.
3. A. Morillo. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 13, 1961, 9.
4. H. D. Lux, A. C. Nacimiento, O. D. Creutzfeldt. *Pflügers Arch. ges. Physiol* 281, 1964, 170.
5. С. П. Нарикашвили и др. *ЖВНД*, 22, 1972, 843.
6. Н. А. Плохинский. *Биометрия*. М., 1970.
7. S. A. Andersson, F. R. Manson. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 31, 1971, 21.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. Д. ДЖАВРИШВИЛИ

О ПОСТАКТИВАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ВЫЗВАННЫХ
 ПОТЕНЦИАЛОВ У КОТЯТ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 21.6.1977)

Явлению постактивационной потенции (ПАП) — длительному усилению передачи возбуждения через синапс после предварительной тетанизации пресинаптического волокна, впервые описанному Ллойдом [1], в современной нейрофизиологии уделяется значительное внимание [2, 3]. Однако в онтогенезе ПАП мало изучена. В спинном мозге у новорожденных котят ПАП отсутствует и развивается с увеличением возраста животного [4, 5]. Ранее постактивационное облегчение поверхностной негативности у котят наблюдалось только в ассоциативной коре (передней супрасильвиевой извилине) [6].

В свете этих данных интересно было исследовать вызванные потенциалы (ВП) в коре новорожденного котенка при активации афферентных путей. Опыты проводились на родившихся в лаборатории котятах в возрасте от 1 до 10 дней. Во всех опытах использовался нембуталовый наркоз (2—4 мг на 100 г веса животного, внутривенно). Раздражалась кожа передней конечности. Подбиралась такая сила раздражения, которая в 2—3 раза превышала порог возникновения ВП и при которой одиночные стимулы вызывали ответы стабильной формы и амплитуды. ВП отводились монополярно посредством серебряных хлорированных шариковых электродов диаметром 0,25—0,5 мм от первичной (C_1) и вторичной (C_2) проекционных областей соматосенсорной коры (задняя сигмовидная и передняя эктосильвиева извилины) и от ассоциативной (передняя супрасильвиева извилина). Регистрация потенциалов осуществлялась усилителями постоянного и переменного тока на катодолучевом осциллографе и электроэнцефалографе.

При одиночном электрокожном раздражении передней конечности котенка от контралатеральных C_1 и C_2 областей соматосенсорной коры регистрируются ВП (рис. 1, A_1). В области C_1 ВП состоит из двух компонентов — первого и второго поверхностно-отрицательных потенциалов (верхняя кривая), а в C_2 — из одной поверхностно-негативной волны (нижняя кривая). По знаку и конфигурации эти потенциалы трудно отличить от прямых корковых потенциалов, вызываемых электрическим раздражением коры [7]. При тетаническом раздражении лапы животного в соматосенсорной коре развивается медленный отрицательный потенциал (МОП) (рис. 1). В условиях данного эксперимента при сравнительно низкой частоте раздражения (35—160 в сек) МОП возникал только в области C_1 (рис. 1, A_{3-4} ; B_2). В области C_2 такой потенциал развивался при более высокой (180—200 в сек) частоте раздражения (рис. 1, B_{3-4}). При определенных условиях опыта, когда продолжительность тетанического раздражения равнялась

200—300 мс, а пауза между окончанием тетанического раздражения и началом тестирующего — 100—200 мс, четко выявились два различных явления: в области C_1 развивается потенциация ВП (рис. 1, A_{2-4} ; B_{2-4} — верхние кривые), а в области C_2 — угнетение ВП (рис. 1 — нижние кривые). Кратковременная депрессия ВП мо-

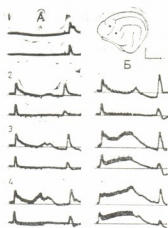


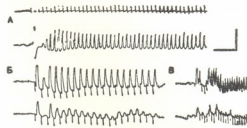
Рис. 1. Посттетаническая потенциация и торможение ВП в C_1 (верхняя кривая) и C_2 (нижняя кривая) областях соматосенсорной коры при раздражении кожи передней контралатеральной конечности 2-дневного котенка. Ровная линия — уровень потенциала коры при отсутствии раздражения. A_1 — ВП на одиночное электрическое раздражение кожи передней лапы 0,1 мс, 10 В. A_{2-4} , B_{2-4} — одиночному раздражению предшествует тетаническое раздражение кожи частотой 30 в/сек. (A_2), 40 в/сек (A_3), 160 в/сек (A_4), 50 в/сек (B_2), 180 в/сек (B_3) и 200 в/сек (B_4). Направление импульсов раздражения в А и Б противоположное. На схеме мозга указаны точки отведения ВП — задняя сигмовидная извилина (соответствует верхней кривой) и передняя эктосильвиева извилина (соответствует нижней кривой). Отклонение луча вверх на этой и последующих осциллограммах — отрицательность под отводящим электродом. Усилитель постоянного тока. Калибровка — 0,2 мВ, 100 мс

жет развиваться также в начале тетанического раздражения после первого же раздражающего импульса (рис. 2, А). На первое раздражение возникает полноценный ответ отрицательно-положительного знака. На второе раздражение ответа нет, он полностью заторможен. На третье раздражение кора отвечает отрицательным потенциалом малой амплитуды и только затем ВП постепенно увеличиваются в амплитуде, хотя и не достигают первоначальной величины. Постактивационное торможение ВП, которое развивается после первого афферентного залпа, проявляется также в ассоциативной коре (рис. 2, Б, В; 3). Однако сила и длительность постактивационного торможения в области C_1 и в ассоциативной коре неодинаковы. При раздражении лапы котенка частотой 4 в сек постактивационное торможение в области C_1 частичное — на второй удар раздражения регистрируется ВП, который по амплитуде чуть больше половины первого ответа (рис. 2, Б — верхняя кривая). В ассоциативной области торможение выражено намного сильнее (рис. 2, Б — нижняя кривая). Обращает на себя внимание и тот факт, что постактивационное торможение развивается после определенного скрытого периода (рис. 2, В) — при частоте раздражения 10 в сек в области C_1 возникают ВП на первый и второй удары раздражения и только после этого (через 250 мс после первого удара) развивается торможение, которое длится до 300 мс.

Для анализа постактивационных изменений использовалось парное раздражение кожи с изменением времени между каждой парой раздражения (рис. 3). Это дало нам возможность судить о длительности и степени постактивационных эффектов. Как показывает рис. 3, А, для восстановления ВП в области C_1 (верхняя кривая) на вто-

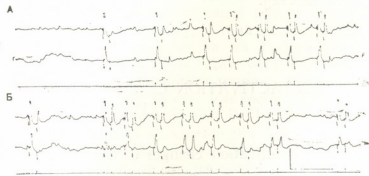
рой удар парного раздражения необходимо определенное время, в данном случае около 3 сек (четвертое парное раздражение). Однако этого времени недостаточно для восстановления ВП на вторые удары парных стимулов в передней супрасильвиевой извилине (нижняя кривая). Ассоциативная кора отвечает только на первые удары раз-

Рис. 2. Изменения ВП в соматосенсорной коре (C_1) (А и верхняя кривая Б, В) и в передней супрасильвиевой извилине (нижняя кривая Б, В) 1-дневного (А) и 3-дневного (Б, В) котят при тетанической стимуляции кожи передней конечности. А—0,1 мс, 15 В; Б, В — 1 мс, 20 В. Частота раздражения 5 в/сек (А), 4 в/сек (В). Верхняя кривая в А — отметка раздражений. Калибровка — 0,1 мВ, 1 сек



дражения или редко на вторые (рис. 3,Б). Эти факты свидетельствуют о том, что восстановление возбуждающей синаптической деятельности у новорожденных котят происходит медленно и что функциональные возможности для специфических и неспецифических областей коры разные.

Рис. 3. Постактивационные изменения ВП в C_1 (верхняя кривая) и в передней супрасильвиевой извилине (нижняя кривая) при парных раздражениях кожи передней лапы 3-дневного котенка стимулами 1 мс, 20 В. Калибровка 0,1 мВ, 1 сек



Итак, на основании полученных данных можно прийти к заключению, что постактивационные изменения в вызванных реакциях специфической и неспецифической коры в ответ на одиночное парное или кратковременное тетаническое раздражение обусловлены различной синаптической организацией этих областей и отражают функциональные изменения, происходящие в нейронных элементах этих областей. Известно, что чем меньше созрели нервные элементы коры и их связи, тем ниже способность коры «следовать» частоте раздражения [8, 6]. Предполагается, что в основе механизма этого явления, так же как в основе постактивационной депрессии, может лежать деполяризация афферентных окончаний — пресинаптическое торможение [9]. Постактивационная депрессия, возможно, обусловлена гиперполяризацией нейрона, которая после одного афферентного залпа длится 200 — 600 мс [10]. Постактивационная депрессия может быть вызвана также включением тормозных нейронов. Не исключено, что после первого разряда в пресинаптических окончаниях происходит кратковременное «истощение» медиатора. Это предположение вполне допустимо, если исходить из того факта, что пресинаптические элементы в соматосен-

сорной коре котенка в первые дни после рождения содержат крайне мало синаптических пузырьков [11].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 8.7.1977)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

თ. ჯავრიშვილი

გამოწვეული პოტენციალების პოსტაქტივაციური ცვლილების
 შესახებ კნუტებში

რეზიუმე

პოსტნატალური ონტოგენეზის ადრეულ პერიოდში დანარკოვებულ კნუტებში შესწავლილია ქერქის სომატოსენსორული და ასოციაციური უბნების აგმოწვეული პოტენციალების (ბპ) პოსტაქტივაციური ცვლილებები. ტეტანური გაღიზიანება იწვევს ნელი უარყოფითი პოტენციალის აღმოცენებას და ბპ-ის პოსტტეტანურ პოტენციალის ს¹ უბანში და მის დაკნინებას ს² უბანში. მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები მიუთითებენ ქერქის სპეციფიკური და არასპეციფიკური უბნების ფუნქციონალური ორგანიზაციის სხვადასხვაობაზე.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. D. JAVRISHVILI

POSTACTIVATION CHANGES OF EVOKED POTENTIALS IN KITTENS

Summary

The postactivation changes of the evoked potentials (EPS) of somatosensory (S_1 and S_2) and association cortical areas were studied during single, paired and tetanic forelimb stimulation at early postnatal ontogenesis (1-10 days) in anaesthetized kittens. The tetanic stimulation evokes a slow negative potential and posttetanic potentiation of EP in S_1 and simultaneously its depression in S_2 . Rhythmic and paired stimulation causes postactivation changes in the somatosensory and association cortex. The data obtained show a difference in the functional organization of specific and nonspecific areas of the cortex.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. P. C. Lloyd. J. Gen. Physiol., 33, № 2, 1949, 147-170.
2. J. C. Eccles, A. K. McIntyre. Nature (Lond.), 167, 1951, 466-468.
3. B. M. Окуджавა. ДАН СССР, 128, № 3, 1959, 635-637.
4. S. Scoglund. Acta Physiol. Scand., 50, № 1, 1960, 238-253.
5. V. J. Wilson. J. Neurophysiol., 25, № 2, 1962, 235-276.
6. D. P. Purpura. Ann. N. Y. Acad. Sci., 92, № 3, 1961, 840-859.
7. Т. Д. Джавришвили. Физиол. ж. СССР, 57, № 3, 1966, 221-227.
8. Т. Д. Джавришвили. Труды Ин-та физиол. АН ГССР, 15, 1968, 193-204.
9. M. Decandia, L. Pravini, N. Taboricova. Brain, Res., 4, 1967, 284-291.
10. D. P. Purpura R. J. Shofer, A. T. Scariff. J. Neurophysiol., 28, № 5.
11. A. M. Adinolfi. Exp. Neurol., 34, № 3, 1972, 372-382.



УДК 577.153.35

БИОХИМИЯ

Д. Г. МИКЕЛАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТЕИНКИНАЗЫ С Mg, Ca-ЗАВИСИМОЙ АТРАЗой МИКРОСОМАЛЬНОЙ ФРАКЦИИ МОЗГА

(Представлено академиком П. А. Кометиани 23.6.1977)

Функциональная активность нервной системы во многом зависит от веществ-регуляторов, изменение обмена которых находит отражение в жизнедеятельности нервных клеток. К группе таких веществ принадлежат циклические нуклеотиды (3'5'-аденозинмонофосфат и 3'5'-гуанозинмонофосфат), которые путем активирования протеинкиназных реакций и фосфорилирования соответствующих белков-мишеней вызывают изменение скорости и направления метаболических процессов.

Имеются данные, которыми объясняются пути и участие 3'5'-АМР в синаптической передаче, в частности в изменении мембранного потенциала [1]. Однако остается неясным вопрос, является ли вызываемая циклическим АМР гиперполяризация следствием активации протеинкиназных реакций и их влияния на пассивную проницаемость или на активный транспорт ионов. Для установления этого нами была предпринята попытка изучения влияния протеинкиназных реакций на Mg, Ca-АТРАЗную активность микросом. Тема предложена и консультировалась академиком АН ГССР П. А. Кометиани.

Объектом исследований служила микросомальная фракция головного мозга белых крыс, способных активно поглощать ионы кальция. Mg, Ca-АТРАЗную активность определяли двумя методами. В первом случае инкубационная среда содержала: трис-НСl, рН 7,4—50 мМ, MgCl₂—5 мМ, CaCl₂ — 80 мкМ, трис-АТР-γ-³²P — 2,5 мМ (1,5 мккюри), ц-АМР — 10 мкМ и от 70 до 100 мкг белков микросомальной фракции. Смесь инкубировали при 20°С. Через каждые 2 мин отбирали по 0,2 мл пробы и приливали к 0,2 мл холодного 10% раствора ТХУ. Осадок удаляли центрифугированием и в надосадочной жидкости определяли количество неорганического фосфата ³²P в изобутанол-бензоловом экстракте [2]. Во втором случае Mg, Ca-АТРАЗную активность определяли спектрофотометрически по убыли НАДН в сопряженной пируваткиназной-лактатдегидрогеназной ферментной системе. Эта система содержала все реагенты в концентрациях, как и в первом случае, с дополнением 1 мМ НАДН, 1 мМ фосфоэнолпирувата, 4 ед. пируваткиназы и 8 ед. лактатдегидрогеназы. Кроме того, вместо радиоактивного препарата АТР употребляли немеченый нуклеотид.

3'5'-АМР-зависимую протеинкиназу очищали по методике Джонсона и др. [3]. Полученная протеинкиназа обладала удельной активностью от 4 500 до 10 000 ед. на мг белка и ее употребляли во всех опытах как «экзогенную» протеинкиназу. Синтез АТР-γ-³²P проводили по методу Мейслера и Лангана [4]. Белок определяли микробюретовым методом.

Микросомальную фракцию головного мозга инкубировали с АТР- ^{32}P в присутствии и отсутствии 10 мкМ 3'5'-АМР. Как видно из рис. 1, добавленный циклический нуклеотид не влияет на уровень фосфорилирования этих белков. Отсутствие ц-АМР-зависимого фосфорилирования позволяет предположить, что в микросомальных фракциях либо отсутствует эндогенная протеинкиназа, либо присутствует, но в очень малых количествах. Добавление экзогенной протеинкиназы и ц-АМР приводит к увеличению включения радиоактивной метки в белок, что, в свою очередь, свидетельствует о существовании в микросомальной фракции субстрата (белка-мишени) для этого фермента. Из рис. 1 видно, также, что максимум фосфорилирования наблюдается при инкубировании в течение 20 секунд, после чего уровень радиоактивности падает. Такое понижение фосфорилирования указывает на наличие протеинфосфатазной активности в мембранах микросомальной фракции.

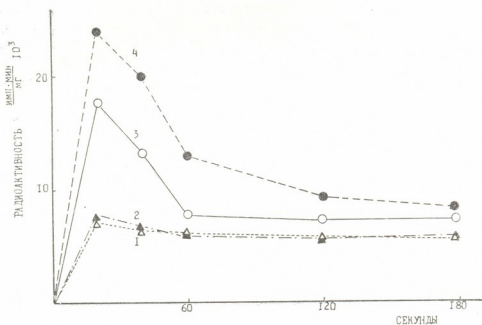


Рис. 1. Фосфорилирование микросомальных белков после их инкубирования с ^{32}P -АТФ: 1 — в отсутствии ц-АМФ и протеинкиназы, 2+ ц-АМФ, 3 + протеинкиназа, 4 + ц-АМФ + протеинкиназа

Присутствие двух эндогенных компонентов фосфокиназных реакций в микросомальных мембранах, в частности субстрата протеинкиназы и протеинфосфатазы, свидетельствует о наличии процессов, связанных с 3'5'-АМР-зависимым фосфорилированием в нервных клетках *in vivo*. Не исключено, что отсутствие этого фермента в микросомальных мембранах *in vitro* является следствием повреждения мембранных компонентов в процессе их выделения. Поэтому возможно, что в нормальном состоянии в мембранных процессах клетки принимают участие все три компонента фосфорильной модуляции:



Выясняется, что добавление экзогенной протеинкиназы и 3'5'-АМР к микросомам приводит к увеличению АТР-азных активностей. При этом скорость Mg-АТРазной реакции возрастает на 141%, суммарной Mg, Са-АТРазной — на 151%, что в пересчете на Са соответствует

увеличению активного транспорта кальция на 223%. Результаты этих опытов суммированы в таблице.

Зависимость скорости АТРазной активностей микросомальной фракции головного мозга от экзогенной протеинкиназы и 3'5'-АМР (среднее из восьми опытов)

Ионный состав	АТРазная активность, мкмоль продукта /мг/ мин		Процент от контроля
	в отсутствии протеинкиназы и 3'5'-АМР	в присутствии протеинкиназы и 3'5'-АМР	
Mg	0,154±0,020	0,218±0,017	141
Mg+Ca	0,175±0,022	0,265±0,021	151
(Mg+Ca)—Mg	0,021±0,002	0,047±0,004	223

Кроме того, оказалось, что повышение Mg, Ca-АТРазной активности сопровождается увеличением фосфорилирования микросомаль-

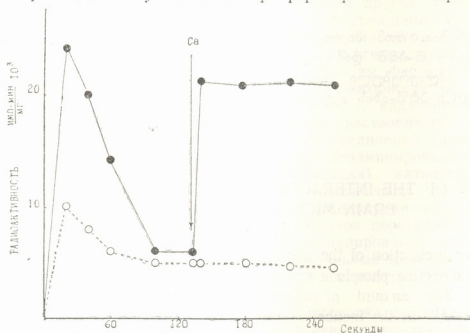


Рис. 2. Уровень фосфорилирования микросомальных белков в процессе работы Mg- и Mg, Ca-АТФаз в отсутствии и присутствии экзогенной протеинкиназы и ц-АМФ

ных белков. В данном случае определенную функцию выполняют ионы кальция, ибо в отсутствии последних фосфорилирование протекает значительно слабее. Из рис. 2 видно, что добавление ионов кальция в инкубационную пробу Mg-АТРазной системы сопровождается возрастанием фосфорилирования и держится на высоком уровне до конца эксперимента. Однако, если в системе отсутствуют протеинкиназа и 3'5'-АМР, добавление кальция не меняет уровень фосфорилирования микросомальных мембран.

Таким образом, вышесказанные данные указывают на активирование Mg, Ca-АТРазной реакции протеинкиназой. Увеличение активного транспорта кальция сопровождается ц-АМР-зависимым фосфорилированием микросомальных мембран. Тем не менее для выяснения непосредственного участия этих ферментных систем в таких

быстрых процессах нервной клетки, как проведение возбуждения и изменение трансмембранного потенциала, требуется дополнительное изучение.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 30.6.1977)

ბიოქიმია

დ. მიქელაძე

პროტეინკინაზის ურთიერთმოქმედების შესწავლა დამოკიდებულ
 ც-ამფ ატფ-აზასთან ტვინის მიკროსომულ ფრანტციაში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მიკროსომული ფრაქციის ფოსფორილირება იზრდება ეგზოგენური ც-ამფ დამოკიდებული პროტეინკინაზის თანყოფის შემთხვევაში. გაძლიერებული ფოსფორილირების ფონზე აღინიშნება მიკროსომული MgCa-ატფ-აზის აქტივობის ზრდა.

BIOCHEMISTRY

D. G. MIKELADZE

STUDY OF THE INTERACTION OF PROTEIN KINASE WITH THE
 BRAIN MICROSOMAL Mg, Ca-ATPase

Summary

After incubation of the microsomal fraction of the rat brain with ^{32}P —ATP radioactive phosphate was found to be incorporated into the membrane proteins. The amount of radioactivity does not depend on the presence of cyclic AMP in the incubation medium; it is, however, greatly increased by addition of exogenous protein kinase. Maximal phosphorylation, in the presence of cyclic AMP, protein kinase, as well as Mg ions, occurs during 20 seconds of incubation. Further incubation results in the removal of radioactivity from the microsome. In the presence of Ca ions in the incubation medium the level of phosphorylation of the membrane protein does not fall, persisting for a few minutes. Such an increased level of phosphorylation of microsomal membranes is coupled with the activation of Mg-dependent Ca stimulated ATPase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. A. Nathanson, P. Greengard. Basic Neurochemistry, Little Brown Company, Boston, 1976.
2. O. Lindberg, L. Ernster. In: Methods of Biochemical Analysis, III, 1954.
3. E. M. Jonnson, H. Maeno, P. Greengard. J. Biol. Chem. 246, 1971, 7731, 7739.
4. M. H. Meisler, T. A. Langan. J. Biol. Chem. 244, 1969, 4961-4969.

Т. Г. ГАРИШВИЛИ

НАРУШЕНИЕ ДЕЗАМИНИРОВАНИЯ МОНОАМИНОВ И ДРУГИХ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СТИМУЛЯЦИИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ЛИПИДОВ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ МЕМБРАН МОЗГОВОЙ ТКАНИ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 7.7.1977)

Ведущее значение в обмене катехоламинов и других биогенных моноаминов имеют структурносвязанные митохондриальные моноаминоксидазы (МАО), принадлежащие к числу флавиносодержащих тиоловых ферментов [1]. Частичное окисление сульфгидрильных групп МАО не только приводит к снижению присущей им ферментативной активности, но и сопровождается появлением способности катализировать окислительное дезаминирование гистамина, кадаверина, путресцина — субстратов пиридоксальсодержащих растворимых диаминноксидаз (ДАО), некоторых других азотистых соединений (например, спермина, лизина), а также гидролитическое дезаминирование АМФ [2, 3]. Качественное изменение (трансформация) каталитических свойств МАО наблюдалось также при патологических состояниях (лучевая болезнь, злокачественная опухоль, гипervитаминоз D₂), сопровождающихся накоплением в тканях продуктов перекисного окисления липидов [2]. Ранее нами изучалось стимулирование перекисного окисления эндогенных липидов митохондриальных мембран печени и были отмечены нарушения дезаминирования азотистых соединений, вызываемые трансформацией МАО [4].

В настоящей работе была предпринята проверка способности митохондриальных мембран, выделенных из ткани головного мозга, дезаминировать биогенные амины (субстраты МАО), а также некоторые другие аминсодержащие соединения в условиях стимуляции перекисного окисления в мембранах митохондрий ненасыщенных жирных кислот. Это исследование предложено проф. В. З. Горкиным и выполнено под его непосредственным руководством.

Выделенную по Броди [5] из гомогената стволовой части мозга крупного рогатого скота митохондриальную фракцию замораживали и хранили при -20° . После оттаивания в суспензии фрагментов мембран митохондриальной фракции обработкой катионами двухвалентного железа стимулировали перекисное окисление липидов, об интенсивности которого судили по накоплению малонового диальдегида (МДА) — одного из конечных продуктов распада жирных кислот в реакциях перекисаации [4]. Скорость дезаминирования азотистых соединений при их инкубации с суспензиями фрагментов митохондриальных мембран измеряли по освобождению аммиака, содержание которого определяли изотермической диффузией по Конвею с последующей несселеризацией [6]. Белок в пробах определяли по Лоури.

В предварительных опытах были подобраны оптимальные для накопления МДА условия. При инкубации опытных проб с 0,1 мМ Fe^{2+} было обнаружено почти в 2 раза больше МДА, чем в присутствии 0,01 мМ прооксиданта, тогда как увеличение концентрации ионов железа до 1 мМ резко снижало количество образующегося МДА (см. рис. 1). Изменение температурного режима, варьирование содержания

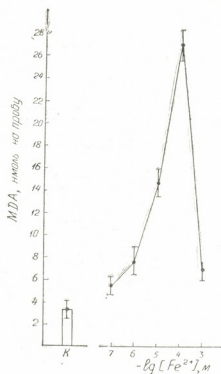


Рис. 1. Зависимость между концентрацией Fe^{2+} и образованием МДА в фрагментах мембран митохондриальной фракции мозга быка. Пробы (конечный объем 10 мл), содержавшие по 40 мг белка митохондриальных мембран и $FeSO_4$ в 0,025 М трис-НСI + 0,175 М КСI буфере рН 7,4, инкубировали в течение 60 мин при 22°. Здесь и в табл. 1 представлены средние арифметические величины трех опытов \pm средние ошибки среднеарифметического

белка незначительно сказывались на интенсивности процессов перекисления, тогда как сокращение длительности инкубации опытных проб в присутствии стимулятора перекисного окисления до 30 мин (вместо 120) заметно снижало количество образующегося МДА (см. табл. 1). При снижении рН среды инкубации с 8,2 до 6,6 отмечалось резкое возрастание накопления МДА (см. табл. 1), однако, учитывая возможность инактивации МАО в слабокислой среде [7], последующие опыты стимуляции перекисного окисления липидов в фрагментах мембран митохондриальной фракции мы проводили при рН 7,4.

Изменения в дезаминировании азотистых соединений в фрагментах митохондриальных мембран, инкубированных с Fe^{2+} , по сравнению с такими же препаратами, но не обработанными прооксидантом, заключались в торможении МАО-активности с одновременным появлением свойств дезаминировать субстраты ДАО, а также гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК). Как видно из табл. 2, в условиях, когда процессы перекисаии липидов усилены почти в 10 раз, наблюдаются снижение скорости дезаминирования тирамина и бета-фенилэтиламина (в среднем на 10%) и статистически достоверное торможение дезаминирования серотонина ($p < 0,05$). Одновременно появляются совершенно отсутствовавшие в норме в фрагментах мембран митохондрий свойства катализировать дезаминирование гистамина, кадаверина и ГАМК с довольно высокими скоростями (примерно 20—25% от скорости дезаминирования серотонина в контроле). Сравнивая приводимые здесь результаты с аналогичными опытами, в которых мы использовали митохондриальную фракцию печени [4],

Таблица 1

Факторы, воздействующие на образование МДА (нмоль на пробу) в фрагментах митохондриальных мембран при инкубации с 0,1 мМ FeSO₄ в 0,025 М трис-HCl буфере, содержащем 0,175 М KCl

Условия инкубации				Содержание МДА
T°	Длительность, мин	Содержание белка, мг/мл	pH	
4	60	4	7,4	25,2±1,8
22	60	4	7,4	27,0±1,0
37	60	4	7,4	21,2±0,8
22	30	4	7,4	23,6±2,0
22	60	4	7,4	24,7±1,8
22	90	4	7,4	27,5±0,1
22	120	4	7,4	30,3±0,9
22	150	4	7,4	30,0±0,8
22	120	3	7,4	27,7±1,6
22	120	4	7,4	29,8±0,5
22	120	5	7,4	32,6±1,8
22	120	6	7,4	32,2±2,4
22	120	5	6,6	68,2±3,4
22	120	5	7,0	44,3±4,0
22	120	5	7,4	33,7±2,2
22	120	5	7,8	24,8±1,0
22	120	5	8,2	15,0±0,6

можно предполагать, что и MAO головного мозга в условиях стимуляции перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот эндоген-

Таблица 2

Дезаминирование (нмоль освобождаемого аммиака на мг белка за мин) азотистых соединений и содержание МДА (нмоль на пробу) в фрагментах мембран митохондриальной фракции стволовой части мозга крупного рогатого скота

Обработка фрагментов мембран	Дезаминирование азотистых соединений						Содержание МДА
	тирамина	серотонина	фенил-этиламина	гистамина	кадаверина	ГАМК	
Контроль	7,8±1,1 (6)	3,9±0,8 (6)	4,1±1,0 (6)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	3,4±0,3 (4)
Инкубация с 0,1 мМ FeSO ₄	6,6±1,3 (6)	2,8±0,1 (6)	3,5±0,6 (6)	0,9±0,1 (4)	1,2±0,3 (4)	1,1±0,1 (4)	32,2±2,6 (4)

Примечание. В таблице указаны средние арифметические величины ± средние ошибки среднеарифметического, в скобках—число опытов.

ных липидов митохондрий также претерпевают качественные изменения (трансформацию) присутщих им каталитических свойств.

Академия медицинских наук СССР
Институт биологической
и медицинской химии

(Поступило 15.7.1977)

თ. გარიშვილი

ბვინის ქსოვილის მიტოქონდრიალური მემბრანების მდლოვანური ლიპიდების ზეშანვითი ჟანვვის სტიმულაციისას მონოამინებისა და სხვა აზოტოვანი ნაერთების დეზამინირების მოვლა

რეზიუმე

ხარის თავის ტვინის ღეროვანი ნაწილის ჰომოგენატიდან გამოყოფილი მიტოქონდრიალური ფრაქციის გაყინვა-გაღობით მივიღეთ მემბრანების ფრაგმენტები. გარკვა, რომ მიტოქონდრიალურ მემბრანებში ზეყანვითი ჟანვვის პროცესების სტიმულაცია იწვევს არამარტო ზოგიერთი ამინის (თირამინის, ფენილეთილამინის, განსაკუთრებით კი სეროტონინის) დეზამინირების სიჩქარის შემცირებას, არამედ ისეთი აზოტოვანი ნაერთების ცვლილებასაც, რომლებიც დაუმუშავებელი მემბრანების ფრაგმენტებში საერთოდ არ დეზამინირდებოდნენ (პისტამინი, კატავერინი, გამა-ამინოფერბოს მკევა). სავარაუდოა, რომ ტვინის ქსოვილის, ისევე როგორც ადრე შესწავლილი ღვიძლის მიტოქონდრიალური მემბრანების ენდოგენური ლიპიდების ზეყანვითი ჟანვვის პროცესების გავლენით მემბრანებში მყოფი მონოამინოქსიდაზები განიცდიან არა მარტო ნაწილობრივი ინაქტივაციას, არამედ მათი კატალიზური უნარის თვისობრივ ცვლილებასაც (ტრანსფორმაციას).

BIOCHEMISTRY

T. G. GARISHVILI

DISTURBANCE OF DEAMINATION OF MONOAMINES AND
 OTHER NITROGENOUS COMPOUNDS UNDER CONDITIONS OF
 STIMULATED PEROXIDATION OF ENDOGENOUS LIPIDS OF
 BRAIN TISSUE MITOCHONDRIAL MEMBRANES

Summary

Fragments of membranes obtained by freezing-thawing of mitochondrial fraction from bovine brain stem homogenate were treated with Fe^{2+} ions under conditions in which the accumulation of the product of lipid peroxidation—malondialdehyde was optimal. Stimulation of peroxidation processes in mitochondrial membranes was found to be accompanied not only by a decrease in the deamination rate of some monoamines (tyramine, phenylethylamine or, especially 5-HT), but also by a change of such nitrogenous compounds which generally did not suffer deamination in fragments of untreated membranes. Apparently, stimulation of lipid peroxidation in brain mitochondrial membranes results, like in earlier studied membranes of liver mitochondria, not only in partial inactivation of structure-bound mitochondrial monoamine oxidases, but is also accompanied by qualitative alteration (transformation) of their catalytic properties.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Горкин. *Вопр. мед. химии*, 20, № 3, 1974.
2. В. З. Горкин. *Вопр. мед. химии*, 17, № 2, 1972.
3. V. Z. Gorkin. *Adv. Pharmacol.*, II, № 1, 1973.
4. T. G. Garishvili, P. S. Krivchenko, B. Z. Gorkin. *Вопр. мед. химии*, 21, № 5, 1975.
5. T. M. Brody, I. A. Bain. *J. Biol. Chem.*, 159, 1952.
6. *Современные методы в биохимии*. Под ред. В. Н. Ореховича. М., 1968, 161.
7. И. С. Северина, Т. Н. Шереметьевская. *Биохимия*, 32, № 5, 1967.



УДК 616.936

ЭНТОМОЛОГИЯ

Г. К. ГУГУШВИЛИ

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КОМАРОВ *ANOPHELES MACULIPENNIS* К ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТАМ В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 12.7.1977)

В настоящее время резистентность комаров как к хлорорганическим, так и к фосфорорганическим препаратам зарегистрирована во многих странах мира [1—5]. Обнаружено, что резистентность комаров к различным инсектицидам является врожденным свойством, обусловленным действием сравнительно простых генетических механизмов. Темпы отбора резистентных штаммов комаров зависят от исходной частоты соответствующего гена (или генов), специфичности наследуемой резистентности и многих экологических факторов среды обитания кровососов.

Проблема резистентности комаров рода *Anopheles* к инсектицидам привлекает все большее внимание исследователей, так как в ряде стран мира в связи с резистентностью малярийных комаров к различным пестицидам возникают трудности в выполнении национальных программ ликвидации малярии.

Для научно обоснованного планирования мероприятий по борьбе с кровососущими комарами необходимой задачей является периодическое изучение уровня чувствительности их к различным инсектицидам.

В последнее время высокая резистентность комаров *Anopheles maculipennis sacharovi* к препаратам ДДТ отмечается в районах Кура-Араксинской низменности Азербайджанской ССР [5—7]. В долине р. Аракс Армянской ССР у популяции комаров *An. maculipennis* отмечена толерантность [8].

Опыты по определению чувствительности местных популяций *An. maculipennis* к хлорорганическим препаратам проводились нами с 1957 г. [9, 10]. В местах, где в течение ряда лет против малярийных комаров применялись хлорорганические препараты, отмечалась несколько пониженная чувствительность их к этим препаратам (Очамчире, Гали, Лагодехи). В районах, где препараты ДДТ не применялись (Боржоми—Андезит, Цаленджика), комары оказались высокочувствительными к этим инсектицидам.

В 1973—1975 гг. в различных маляриогенных ландшафтах Грузии были проведены опыты по изучению резистентности местных популяций комаров *An. maculipennis* к хлорорганическим препаратам. Чувствительность имаго *An. maculipennis* к ДДТ и ГХЦГ исследовалась по стандартной методике, рекомендуемой комитетом экспертов ВОЗ по инсектицидам.

Для опытов были выбраны населенные пункты, где хлорорганические препараты по борьбе с комарами применяются несистематиче-

ски (Цхалтубский район, с. Гегути и Гульрипшский район, с. Цебельда) и регулярно с 1952 г. (Гали, Очамчире, Кобулет, Хелвачаури, окрестности г. Батуми).

Основными местами выплода комаров рода *Anopheles* в вышеуказанных районах являются заболоченности различного происхождения (родники, припойменные водоемы, ямы, лужи, копанки, канавы и др.), как постоянного, так и временного характера. Все эти водоемы обрабатывались ларвицидами, и широко применялась биологическая борьба против личинок комаров при помощи рыбки гамбузии.

В результате исследований (1973—1975 гг.) с имаго *An. maculipennis* выяснилось, что гибель комаров в Очамчирском районе (1973 г.) при одночасовой экспозиции 4% раствора ДДТ достигла 54,2%, $LC_{50}=3,75\%$, а при двухчасовой экспозиции — 94,3%, $LC_{50}=2,5\%$, а $LC_{90}=3,85\%$.

После одночасовой экспозиции 0,2% раствора диэльдрина вызвала смертность 50,8% комаров, 100% гибель комаров была получена после одночасовой экспозиции 0,8% диэльдрина, $LC_{90}=0,64\%$. Популяция комаров *An. maculipennis* из Гальского района при этой же дозировке погибла в 93,1%, $LC_{50}=0,5\%$, а $LC_{90}=0,8\%$. Аналогичный результат был получен в 1974 г. после испытания диэльдрина.

Популяция комаров *An. maculipennis* из Гальского района в 1973 и 1974 гг. оказалась более устойчивой к препаратам ДДТ. Так, например, комары *An. maculipennis* из сс. Репи и Окуми после одночасовой экспозиции 4% концентрации препарата ДДТ не погибали. 66,6% гибель комаров $LC_{50}=3,3\%$ была достигнута лишь после двухчасовой экспозиции 4% ДДТ, а 95% гибель комаров—после четырехчасовой экспозиции, $LC_{50}=1,45\%$, а $LC_{90}=3,5\%$. Аналогичные данные были получены в 1975 г. в окрестностях г. Батуми. 29,6% гибель комаров *An. maculipennis* была достигнута после двухчасовой экспозиции 2% концентрации ДДТ, а 89,9% гибель комаров—лишь после двухчасовой экспозиции 4% концентрации препарата ДДТ, $LC_{50}=2,7\%$. Опыты, проведенные в 1973—1974 гг. в Гульрипшском районе (с. Цебельда) и в 1974—1975 гг. в Цхалтубском районе (с. Гегути), показали, что популяция комаров *An. maculipennis* в этих поселках характеризовались большей чувствительностью к препаратам ДДТ, чем в вышеуказанных районах. После одночасовой экспозиции 4% раствора ДДТ гибель комаров достигала 91,4 и 93,6%. В Гульрипшском районе в 1973 г. $LC_{50}=2,2\%$, $LC_{90}=3,85\%$, в 1974 г. $LC_{50}=2,34\%$, $LC_{90}=3,88\%$; в Цхалтубском районе в 1974 г. $LC_{90}=1,8\%$, в 1975 г. $LC_{50}=1,35\%$. После испытаний диэльдрина в 1975 г. в окрестностях г. Батуми $LC_{90}=0,34\%$, а в Цхалтубском районе $LC_{90}=0,7\%$.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что за 1973—1975 гг. чувствительность комаров *An. maculipennis* к хлороорганическим инсектицидам в ряде районов Грузинской ССР, расположенных в гипермалариогенной зоне, значительно понизилась по сравнению с 1957—1961 гг. В районах Гали, Кобулет, Хелвачаури и окрестностях г. Батуми у 30—40% особей в популяции *An. maculipennis* отмечается устойчивость к этим препаратам.

Институт медицинской паразитологии
 и тропической медицины
 им. С. С. Вирсаладзе
 МЗ ГССР

(Поступило 15.7.1977)

გ. გუგუშვილი

ANOPHELES MACULIPENNIS-ის რეზისტენტობა ძლოვროგბანული პრეპარატებისადმი საქართველოს პირობებში

რეზიუმე

1973—1975 წლებში საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტურ რაიონში (გალი, ოჩამჩირე, გულრიფში, წყალტუბო, ქობულეთი, ხელვაჩაური, ქ. ბათუმის მიდამოები) გავრთიანებული ერების საერთაშორისო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული მეთოდიკით გამოკვლევები ვაწარმოეთ *An. maculipennis*-ის ქლორორგანული პრეპარატებისადმი რეზისტენტობის საკითხის შესასწავლად.

ცდების საფუძველზე დადასტურდა მალარიის გადამტანი კოდოს ამ სახეობის დაქვეითებული მგრძობელობა აღნიშნული პრეპარატებისადმი. გალში, ქობულეთში, ხელვაჩაურში და ბათუმის გარეუბნებში *An. maculipennis*-ის პოპულაციის 30—40% ხასიათდება ქლორორგანული ინსექტიციდებისადმი შეჩვევით.

ENTOMOLOGY

G. K. GUGUSHVILI

RESISTANCE OF *ANOPHELES MACULIPENNIS* MOSQUITOES TO ORGANO-CHLORINE PREPARATIONS UNDER CONDITIONS OF GEORGIA

Summary

The data obtained show that over the period of 1973-1975 the susceptibility of *Anopheles maculipennis* to the preparations of DDT and hexachlorocyclohexane in a number of Georgian districts lying in different malarial landscapes is substantially reduced in comparison to the 1957-1961 period in some districts (Gali, Batumi, Kobuleti, Khelvachauri) resistance of *An. maculipennis* to these preparations is noted (35-40 %).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Четырнадцатый доклад комитета экспертов ВОЗ по инсектицидам. М., 1964.
2. Семнадцатый доклад комитета экспертов ВОЗ по инсектицидам. М., 1972.
3. B. Janbakhs, N. Eshghy, A. V. Manouchehri. Mosquito News, 36, № 1, 1976, 30-36.
4. A. V. Manouchehri, A. Zaini, M. Motogni. Mosquito News, 36, № 1, 1976, 51-55.
5. В. П. Дробозина, В. Н. Ануфриева, В. П. Сергиев, А. В. Кондрашин. Мед. паразитол. и паразит. бол., № 4, 1972, 60—464.
6. Г. А. Багиров. Сб. трудов НИИМПИ и ТМ им. С. С. Вирсаладзе, посвященный 50-летию существования института, т. XXI, 1975, 135—138.
7. В. П. Дробозина, Н. И. Суворова, Н. И. Бондарева. Мед. паразитол. и паразит. бол., № 1, 1977, 191—195.
8. Д. В. Манукян, Л. А. Овсепян, А. И. Чубкова. Сб. трудов НИИМП и ТМ им. С. С. Вирсаладзе, посвященный 50-летию существования института, т. XXI, 1975, 139—144.
9. Г. И. Канчавели, Г. К. Гугушвили. Сб. трудов НИИМП и ТМ им. С. С. Вирсаладзе МЗ ГССР, т. III, 1961, 528—542.
10. Г. И. Канчавели и Г. К. Гугушвили. Сб. трудов НИИМП и ТМ им. С. С. Вирсаладзе МЗ ГССР, т. V, 1964, 257—260.



Г. Г. САМСОНИДЗЕ, К. Н. БАРАБАДЗЕ

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЕНСАТОРНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕГЕНЕРАЦИИ НАДПОЧЕЧНИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 7.7.1977)

В ранее выполненных работах [1, 2] нами описаны тонкие морфологические сдвиги в поджелудочной железе (ПЖ) на клеточном уровне в условиях удаления одного надпочечника. В последующих работах [3, 4] изучены морфологические изменения экзокринной части ПЖ при удалении одного и резекции 1/3 части второго надпочечника. Целью настоящей работы явилось одновременное изучение как экзокринной, так и эндокринной части ПЖ в условиях регенерации надпочечника.

В работе использовались крысы-самцы весом 124—150 г, разбитые на две группы. У животных первой группы удалялась левая надпочечная железа и 1/3 часть правой, вторая группа была контрольной. Крысы забивались (по 10) через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после операции. Материал фиксировался по Карнуа. Парафиновые срезы окрашивались гематоксилин-эозином. Методом зарисовки и взвешивания [5] контуров ацинозных и островковых клеток, ядер и ядрышек, с гистологических препаратов ПЖ определялась их площадь. Для определения функционального состояния обеих частей ПЖ исследовались активность амилазы, липазы и содержание сахара в крови как у оперированных, так и у контрольных животных. Нижеприведенные данные статистически достоверны.

Из табл. 1 видно, что у подопытных крыс площадь ацинозной и островковой клеток в течение 7—14 суток опыта увеличена на 17—70%. Это происходит за счет увеличения площади цитоплазмы на 17—60% и ядра на 17—120%. Площадь ядрышка увеличена на протяжении всего опыта на 9—150%.

Из табл. 2 видно, что активность амилазы, липазы и содержание сахара в крови изменены в течение 1—14 суток опыта. При этом активность амилазы и липазы увеличена на 66—347%, а содержание сахара в крови уменьшено на 23—71%.

Из сопоставления полученных данных выявлено, что ПЖ реагирует с самого начала на регенерацию надпочечника. Первым делом увеличивается площадь ядрышка ацинозных и островковых клеток, что приводит к усилению метаболизма в них [6—8], которым и обусловлено резкое повышение как экзокринной, так и эндокринной функции органа. К концу опыта все изучаемые показатели возвращаются к исходной величине, увеличенными остаются площадь ядрышек в ацинозных и островковых клетках. Следовательно, несмотря на постепенную нормализацию функции ПЖ, строение органа остается измененным. Таким образом, на регенерацию надпочечной железы ПЖ

Таблица 1

Изменение строения клеток поджелудочной железы в условиях регенерации надпочечника у крыс

Срок наблюдения и группа животных (0—опытные, К—контрольные)	П л о щ а д ь, мк ²											
	к л е т к и			ц и н т о п л а з м ы			я д р а			я д р ы ш к а		
	ацинусов	островков		ац. клетки	остр. клетки		ац. клетки	остр. кл.		ац. клетки	остр. кл.	
1 сутки 0 К	$\frac{102 \pm 0,7}{100 \pm 0,9}$	$\frac{92 \pm 1,0}{92 \pm 1,2}$		$\frac{78 \pm 1,1}{76 \pm 1,6}$	$\frac{75 \pm 1,5}{76 \pm 1,5}$		$\frac{24 \pm 0,1}{24 \pm 0,1}$	$\frac{17 \pm 0,7}{16 \pm 0,6}$		$\frac{2,2 \pm 0,0}{2,0 \pm 0,1}$	$\frac{1,3 \pm 0,1}{1,2 \pm 0,0}$	+
3 суток 0 К	$\frac{103 \pm 0,7}{100 \pm 0,9}$	$\frac{94 \pm 1,5}{91 \pm 1,0}$		$\frac{80 \pm 1,5}{76 \pm 1,6}$	$\frac{77 \pm 1,2}{76 \pm 1,5}$		$\frac{23 \pm 0,1}{24 \pm 0,1}$	$\frac{17 \pm 0,7}{15 \pm 0,6}$		$\frac{2,3 \pm 0,1}{2,1 \pm 0,1}$	$\frac{1,3 \pm 0,1}{1,2 \pm 0,0}$	+
7 суток 0 К	$\frac{120 \pm 1,7}{100 \pm 0,9}$	$\frac{155 \pm 4,2}{91 \pm 2,1}$	+	$\frac{95 \pm 1,3}{76 \pm 1,5}$	$\frac{122 \pm 1,8}{76 \pm 1,5}$	+	$\frac{25 \pm 0,5}{24 \pm 0,1}$	$\frac{33 \pm 2,2}{15 \pm 0,6}$	+	$\frac{2,8 \pm 0,2}{2,1 \pm 0,1}$	$\frac{3,0 \pm 0,2}{1,2 \pm 0,0}$	+
14 суток 0 К	$\frac{117 \pm 1,9}{100 \pm 0,9}$	$\frac{137 \pm 2,8}{91 \pm 1,3}$	+	$\frac{89 \pm 1,7}{76 \pm 1,6}$	$\frac{107 \pm 1,6}{76 \pm 1,5}$	+	$\frac{28 \pm 0,3}{24 \pm 0,1}$	$\frac{30 \pm 1,1}{15 \pm 0,6}$	+	$\frac{2,4 \pm 0,0}{2,1 \pm 0,1}$	$\frac{3,0 \pm 0,3}{1,2 \pm 0,0}$	+
30 суток 0 К	$\frac{104 \pm 0,9}{100 \pm 0,9}$	$\frac{94 \pm 1,0}{91 \pm 0,7}$		$\frac{78 \pm 1,1}{76 \pm 1,6}$	$\frac{78 \pm 1,4}{76 \pm 1,5}$		$\frac{26 \pm 0,2}{24 \pm 0,1}$	$\frac{16 \pm 0,7}{15 \pm 0,6}$		$\frac{2,5 \pm 0,1}{2,1 \pm 0,1}$	$\frac{1,3 \pm 0,1}{1,2 \pm 0,0}$	+

+ Различие между опытом и контролем статистически значимо.

Таблица 2

Изменение активности амилазы, липазы и содержание сахара в крови в условиях регенерации надпочечника у крыс

Срок наблюдения и группа животных (0—оперированные, К—контрольные)	Активность		Содержание сахара, мг %
	амилазы, мг	липазы, мл 20 п NaOH	
1 сутки	0	$12,30 \pm 0,41$	$25 \pm 2,3$
	К	$2,75 \pm 0,21$ +	$85 \pm 2,8$ +
3 суток	0	$10,12 \pm 0,37$	$38 \pm 1,7$
	К	$2,75 \pm 0,21$ +	$85 \pm 2,8$ +
7 суток	0	$8,22 \pm 0,25$	$41 \pm 3,0$
	К	$2,75 \pm 0,21$ +	$85 \pm 2,8$ +
14 суток	0	$6,95 \pm 0,19$	$65 \pm 2,8$
	К	$2,75 \pm 0,21$ +	$85 \pm 2,8$ +
30 суток	0	$2,72 \pm 0,20$	$87 \pm 1,9$
	К	$2,75 \pm 0,21$	$85 \pm 2,8$

+ Различие между опытом и контролем статистически значимо.

реагирует компенсаторно-приспособительной реакцией, которая выражается в изменении некоторых параметров как ацинозных, так и островковых клеток и функции органа.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экспериментальной морфологии
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 8.7.1977)

პისტოლოზი

ბ. სამსონიძე, ძ. ბარაბაძე

პანკრეასის კომპენსატორულ-რეგულაციური რეაქციის მორფოფუნქციური ანალიზი თირკმელზედა ჯირკვლის რეგენერაციის პირობებში

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთაგვების პანკრეასის აცინოზური და კუნძულოვანი უჯრედების, მათი ციტოპლაზმის, ბირთვის, ბირთვების ფართის, ბირთვების ცვლილებები და ფუნქციური მაჩვენებლები ერთი თირკმელზედა ჯირკვლის ამოკვეთისა და მეორის 1/3 ნაწილის რეზექციის პირობებში ოპერაციდან 1, 3, 7, 14 და 30 დღე-ღამის შემდეგ. გამოვლინებულია: პანკრეასის ჯირკვლის ორივე ნაწილში ბირთვების ფართობის გადიდება მთელი ცდის განმავლობაში, ჯირკვლის ორივე ნაწილის უჯრედების გადიდება მათ ციტოპლაზმასა და ბირთვებთან ერთად, ორგანოს ფუნქციის გაძლიერება 1—14 დღე-ღამის განმავლობაში.

G. G. SAMSONIDZE, K. N. BARABADZE

 MORPHO-FUNCTIONAL ANALYSIS OF COMPENSATORILY-ADAPTED
 REACTION OF THE PANCREAS IN CONDITIONS OF ADRENAL
 REGENERATION

Summary

Changes of structural elements of pancreatic acinar and islet cells and their functional state in 1, 3, 7, 14 and 30 days after one adrenal gland removal and resection of 1/3 part of the other were studied in rats.

Increase of nucleolus area in both parts of pancreas during the experiment, increase of cells together with cytoplasm and nuclei in both parts of the gland resulted in activated organ function for 1-14 days of the experiment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Тез. докл. конфер., посвящ. 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. Цхинвали, 1969, 102.
2. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Тез. докл. XXXV профессорско-педагогической научной сессии Тбилисского государственного педагогического института им. А. С. Пушкина, 1970, 83.
3. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Здравоохранение Белоруссии, 7, 1975, 86.
4. К. Н. Барабадзе. Материалы I Закавказской конфер. морфологов. Тбилиси, 1975, 42.
5. Г. Г. Самсонидзе. Сообщения АН ГССР, 67, 1, 1972, 221.
6. J. Brachet. Biochemical Cytology. 1975, 516.
7. T. Caspersson. Cell Growth and Cell Function, 1. 1950.
8. W. S. Vincent. Intern. Rev. Cytol., 4, 1955, 269.



З. Г. МГАЛОБЛИШВИЛИ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОЛЛИКУЛЯРНЫХ КЛЕТОК КОМПЕНСАТОРНО-ГИПЕРТРОФИРОВАННОЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 7.7.1977)

С середины настоящего столетия в литературе накопилось большое количество экспериментальных данных, показывающих достаточно выраженную способность к восстановлению внутренних органов млекопитающих после их частичного удаления или разрушения. В этом аспекте изучение процесса компенсаторной гипертрофии щитовидной железы представляет большой интерес в связи с важной ролью этого органа. Однако, несмотря на значительное число работ по этой проблеме, многие вопросы все еще остаются неясными [1—4]. В частности, нет данных о количественном изменении строения фолликулярных клеток компенсаторно-гипертрофированной щитовидной железы. Изучение этого вопроса и являлось целью настоящего исследования.

Опыты проводились на 80 половозрелых крысах-самцах. Животные были разделены на две группы. У животных первой группы удалялась одна доля щитовидной железы, т. е. 50% паренхимы органа. Животные второй группы служили контролем: им наносилась операционная травма с расслоением мышц до обнажения щитовидной железы. Контрольные и оперированные животные забивались путем декапитации через 1, 7, 15, 30 и 90 дней после операции. После забоя щитовидные железы подопытных и контрольных животных взвешивались для определения изменений абсолютного веса органа. Определялось отношение веса оставшейся железы к весу обеих долей в контроле. На гистологических препаратах щитовидной железы измерялись площади клеток фолликулов, цитоплазмы, ядер и ядрышек. Все измерения для определения площади производились путем фотографирования с последующим применением метода зарисовки и взвешивания. Одновременно подсчитывалось количество клеток и определялось их среднее число в одном фолликуле. Подсчитывались митотический коэффициент (МК) и коэффициент отмирания ядер (КОЯ) на 5 000 неделящихся клеток.

Проведенное исследование показало, что после односторонней тиреоидэктомии происходит гипертрофия оставшейся части железы (см. таблицу). Процессы гипертрофии в оставшейся части щитовидной железы особенно резко проявляются на 30 и 90-й дни опыта. Именно в это время значительно возрастает отношение веса оставшейся железы к весу двух контрольных органов, определяемое нами как индекс гипертрофии. Вес щитовидной железы к 30 и 90-м суткам опыта составляет 55 и 60% от веса обеих долей в контроле. Абсолютный вес оставшейся железы на этом сроке соответственно превышает вес одной доли органа в контроле на 60%. Следует, однако, отметить, что вес оставшейся доли железы, как правило, не достигает суммарного веса

Изменения строения фолликулярных клеток компенсаторно-гипертрофированной цитовидной железы

Сроки наблюдения и группы животных	Абсолютный вес железы, мг		Площадь, мк ²				Количество клеток в фолликуле	МК, %	КОЯ, %	
	М ±		клетки	цитоплазмы		ядра				ядрышка
	М ±			М ±						
Опытная—1 день	8,7 ± 1,1	1151 ± 3,9	839 ± 1,7	312 ± 4	7,6 ± 0,3	13 ± 0,2	0,7 ± 0,02	0,61 ± 0,02		
Контрольная	6,4 ± 0,52	105 ± 3,4	755 ± 1,3	304 ± 2,5	7 ± 0,22	12 ± 0,01	0,6 ± 0,01	0,6 ± 0,1		
Опытная—7 дней	13 ± 0,37	1233 ± 5,3	858 ± 2,8	395 ± 4,5	9,6 ± 1,2	16 ± 1,3	1,0 ± 0,02	0,9 ± 0,2		
Контрольная	7,4 ± 0,47	1059 ± 3,4	755 ± 1,7	304 ± 2,3	7,1 ± 0,15	12 ± 0,1	0,6 ± 0,01	0,6 ± 0,3		
Опытная—14 дней	14 ± 0,41	1340 ± 4,6	930 ± 3,2	410 ± 4,7	10 ± 0,37	15 ± 0,29	0,9 ± 0,04	0,8 ± 0,2		
Контрольная	8,4 ± 0,14	1059 ± 4,6	755 ± 2,3	304 ± 2,7	8,2 ± 0,22	12 ± 0,18	0,6 ± 0,03	0,6 ± 0,1		
Опытная—30 дней	16 ± 0,59	1430 ± 4,8	963 ± 3,7	467 ± 4,8	12 ± 0,33	14 ± 0,59	0,7 ± 0,03	0,6 ± 0,3		
Контрольная	10 ± 0,55	1152 ± 4,6	842 ± 2,7	310 ± 3,1	11 ± 0,11	13 ± 0,17	0,7 ± 0,04	0,7 ± 0,2		
Опытная—290 дней	19 ± 0,95	1527 ± 3,6	1029 ± 4,5	513 ± 5,4	12 ± 0,28	13 ± 0,28	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,4		
Контрольная	11 ± 0,47	1197 ± 4,7	887 ± 3,1	310 ± 2,6	11 ± 0,35	13 ± 0,11	0,9 ± 0,03	0,9 ± 0,3		

двух долей железы. Как видно, по весовым показателям компенсация неполная. Утраченная масса щитовидной железы лишь частично возмещается. Эти данные близки к результатам Р. А. Гибадулина, который также показал, что после удаления части одной доли щитовидной железы вес оставшейся части увеличивается [5]. Наши данные свидетельствуют о том, что в основе увеличения веса оставшейся части щитовидной железы лежит гипертрофия фолликулярных клеток. Площадь клеток увеличивается с начала же опыта. Видимо, гипертрофия проявляется вскоре после операции, но развивается довольно медленно, так как максимальные показатели гипертрофии клеток (20%) отмечаются в конце опыта. Гипертрофия фолликулярных клеток обусловлена увеличением площадей цитоплазмы и ядра, которые достигают своего максимального значения к концу опыта (площадь цитоплазмы возрастает на 16%, а ядра — на 65%). С целью более глубокого изучения процессов, разыгрывающихся в компенсаторно-гипертрофированной щитовидной железе, было подсчитано количество клеток в одном фолликуле. Этот показатель увеличивается на 7-й (33%) и 14-й (25%) дни, а на остальных сроках опыта не изменяется.

Компенсаторная гипертрофия щитовидной железы осуществляется не только гипертрофическими, но и гиперпластическими процессами в тироидной ткани. МК фолликулярных клеток и КОЯ возрастают раньше других морфологических показателей. Митотическая активность фолликулярных клеток повышена с первого же дня опыта. Наибольшее увеличение МК наблюдается на 7-й день опыта (67%). На 30 и 90-й дни опыта МК равен контролю. Вместе с повышением митотической активности в оставшейся части органа усиливаются и процессы отмирания клеток. Однако МК, т. е. размножение клеток, увеличивается в большей степени, чем отмирание, т. е. процессы гиперплазии преобладают над явлениями деструкции клеток, что в конечном итоге обуславливает увеличение массы оставшейся щитовидной железы.

Обобщая данные проведенных наблюдений, следует прежде всего подчеркнуть, что восстановление массы щитовидной железы после односторонней тиреоидэктомии происходит в основном за счет размножения фолликулярных клеток и гипертрофии их структурных элементов, в первую очередь ядра.

Таким образом, опираясь на полученные результаты, можно считать, что у крыс после удаления одной доли щитовидной железы развивается компенсаторная гипертрофия в оставшейся части органа. Она проявляется в увеличении веса оставшейся доли, и МК, т. е. размножения фолликулярных клеток. Однако следует подчеркнуть, что морфологические признаки восстановления неполные, так как структура органа остается атипичной.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 8.7.1977)

ზ. მგალობლიშვილი

ფოლიკულური უჯრედების რაოდენობრივი ცვლილებები კომპენსატორულად ჰიპერტროფირებულ ფარისებრ ჯირკვალში

რეზიუმე

შესწავლილია ფარისებური ჯირკვლის ფოლიკულური უჯრედების რაოდენობრივი ცვლილებები სხვადასხვა ვადაში (1—90 დღე). კომპენსატორული ჰიპერტროფიის პირობებში ფარისებრი ჯირკვლის დარჩენილი ნაწილის წონა მატულობს. ფოლიკულური უჯრედების რიცხვი და ოდენობა ცდის დასაწყისიდან იზრდება, მატულობს მიტოზური კოეფიციენტიც.

მიუხედავად ჰიპერტროფიისა და ჰიპერპლაზიის ნიშნების სარწმუნო გამოხატულებისა დარჩენილი ნაწილის მასა მთლიანად ვერ ანაზღაურებს ოპერაციით მიყენებულ დანაკლისს.

HISTOLOGY

Z. G. MGALOBlishvili

QUANTITATIVE CHANGES OF FOLLICULAR CELLS IN COMPENSATORILY HYPERTROPHIED THYROID GLAND

Summary

The compensatory hypertrophy of the thyroid following the removal of one lobe was studied experimentally in rats in various periods of time (1-90 days). Following partial thyroidectomy compensatory processes were found to develop in the remaining portion of the thyroid; its weight increases, reaching the maximum on the 90th day. The area of follicular cells grows steadily at the expense of the area of cytoplasm and nuclei throughout the experiment.

Simultaneously the mitotic activity of follicular cells increases, attaining the maximum (67 per cent) on the 7th day within operation. The number of cells per follicle also increases, reaching the maximum on the 7th day.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Войткевич. Матер. 6-й Республ. расшир. практич. конфер. эндокринологов. Тарту, 1966, 21—23.
2. Р. А. Гибадулин. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 54, 7, 1962, 84—87.
3. Р. А. Гибадулин. Матер. Симпозиума по клеточному делению и регенерации желез внутренней секреции, М., 1962, 31—33.
4. И. П. Шлыков. Актуальные вопросы гистохимии и биохимии щитовидной железы. Киев, 1968, 65—67.
5. I. H. Logothopoulos. Exptl. Pathol., 36, № 6. I. Doniach. 1955, 617.



УДК 612.75

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

АЛЛОТРАНСПЛАНТАЦИЯ КОСТЕЙ ПРИ НЕПОЛНЫХ
 КОСТНЫХ ДЕФЕКТАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 11.7.1977)

С развитием восстановительной хирургии костно-суставного аппарата спрос на костные аллотрансплантаты все больше возрастает. Это и диктует необходимость изысканий рациональных методов, обеспечивающих получение биологически полноценных трансплантатов в большом количестве. Отсюда и понятно усиленное стремление исследователей за последние годы к изучению возможности нестерильной заготовки тканей [1—7].

В наших предыдущих исследованиях были показаны высокие стерилизующие свойства 1% раствора формальдегида и его защитное действие на ультраструктуру костной ткани [2, 3, 7]. В данной работе изучена эффективность пересадки костных аллотрансплантатов, заготовленных в нестерильных условиях и обработанных 1% раствором формальдегида. Опыты ставились на 30 конечностях 15 кроликов. На одной из парных костей предплечья создавался дефект (1,5—2 см) путем резекции кортикального слоя со вскрытием костномозгового канала. В I серии дефект заполнялся кортикальными аллотрансплантатами, обработанными 1% раствором формальдегида (20 опытов), во II серии, контрольной, дефект оставался ничем не замещенным (10 опытов). Результаты экспериментов изучались в различные сроки — от 3 дней до 2 лет клинически, рентгенологическим и гистологическим методами (окраска гематоксилин-эозином, пикрофуксинном по Ван-Гизону, серебрение аргирофильного вещества по методу Фута).

Анализ материала показал, что через 3—7 дней после операции у животных I и II серий (5 наблюдений), клиническое течение одинаково. Температура тела нормальная, местное повышение температуры и отечность лапы незначительно выражены. Рентгенологически трансплантат заполняет дефект, у контрольных животных дефект кости четко контурируется. Признаков мозолеобразования нет. Макроскопически края трансплантата плотно прилегают к краям дефекта в кости. Микроскопически остециты, клеточные элементы эндоста, периоста и костного мозга в поврежденной кости претерпевают деструктивные изменения. Наряду с этим, наблюдается пролиферация этих клеток. Остеогенная ткань заполняет щель между трансплантатом и краями поврежденной кости и покрывает сверху и снизу трансплантат (рис. 1). Часть остецитов трансплантата не окрашивается. У контрольных животных дефект заполнен сгустками крови и грануляционной тканью, содержащей ретикулярные и хондроиные клетки.

Спустя 14—21 день после операции животные I серии (4 наблюдения) и контрольные (2 наблюдения) свободно пользуются конечностями. Повышение общей и местной температуры не отмечается, нет и отечности лапы. Рана заживает первичным натяжением. Рентгено-

логически при аллотрансплантации вырисовывается тень мозоли. Гистологически в местах тесного контакта трансплантата с краями дефекта кости происходит интермедиарное сращение. Костные структуры вырастают в трансплантат по ходу расширенных гаверсовых и фолькмановских каналов. В участках неполного контакта щель заполнена эндостальной и периостальной мозолью, состоящей из фиброретикулярной и остеогенной тканей. Внутренняя поверхность трансплантата покрыта фиброретикулярной тканью и клетками костного мозга, наружная поверхность — мелкопетлистой сетью костноостеоидных балок, окруженных остеобластами. В трансплантате отмечаются деструктивно-дистрофические явления, гибель остеоцитов, гомогенизация костной структуры. У контрольных животных на данном сроке дефект заполнен гиалиновым хрящом, с очагами окостенения и периостальной мозолью, состоящей из примитивных костных балок.



Рис. 1. Через 7 дней после аллотрансплантации в трансплантат вырастает молодая остеогенная ткань ($\times 70$)

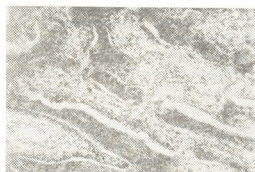


Рис. 2. Через 2 месяца после аллотрансплантации видны рассасывание истонченных костных балочек трансплантата и замещение дефекта костной тканью по типу ползучей регенерации ($\times 70$)

Через 2—3 месяца после операции рентгенологически целостность дефекта восстанавливается как у животных I серии (6 наблюдений), так и у контрольных (2 наблюдения). Однако при аллотрансплантации сращение происходит в основном интермедиарной и эндостальной мозолью и в меньшей степени периостальной. Поэтому регенерат имеет более дифференцированное строение, покрыт периостом и состоит из зрелых костных балок и компактной кортикальной кости. Трансплантат представлен безостеоцитными истонченными трабекулами со сплошными полями резорбции и спонгизации в кортикальном слое. Происходит его остеокластическая и каналикулярная резорбция (рис. 2). У контрольных кроликов дефект заполнен хрящевидной тканью с участками губчатой кости (рис. 3).

Через 4—6 месяцев после операции следы оперативных вмешательств не обнаруживаются. У животных I серии (4 наблюдения) и контрольных (2 наблюдения) рентгенологически видно восстановление непрерывности костной структуры. Макроскопически контуры дефекта не определяются. Микроскопически при аллотрансплантации регенерат имеет строение зрелой кости. Губчатая кость состоит из зрелых костных балок; кортикальный слой приобретает большую компакт-

ность и имеет пластинчатое строение; остециты приобретают большую упорядоченность и число их уменьшается (рис. 4). Процесс рассасывания остатков трансплантата прогрессирует. О разрушении последнего свидетельствует выявление в нем аргирофильных веществ. В контрольных опытах регенерат имеет более зрелый вид, по сравнению с предыдущими сроками наблюдения, однако еще не достигает пластинчатого строения.



Рис. 3. Через 3 месяца после операции незамещенный трансплантатом дефект заполнен регенератом из незрелой губчатой кости с хрящевыми прослойками между костными балочками ($\times 70$)



Рис. 4. Спустя 6 месяцев после аллотрансплантации дефект кости заполнен зрелой костной тканью ($\times 70$)

Спустя 1—2 года после операции кроликов I серии (3 наблюдения) и контрольных (2 наблюдения) происходит дальнейшая компактизация регенерата. Мелкопетлистые костные балочки сливаются в массивные балки, уменьшается васкуляризация и межбалочковые пространства заполняются миелоидножировыми структурами. Кортикальный слой имеет остеонное строение.

Сравнительный анализ результатов опытов с замещением и без замещения неполного костного дефекта показал, что остеогенез протекает более интенсивно и регенерат в более ранние сроки достигает совершенства при аллотрансплантации. Трансплантат входит в тесный контакт с костью реципиента, постепенно рассасываясь и замещаясь новообразованной костной тканью. При этом сращение происходит интракостальной, эндостальной и в меньшей степени периостальной мозолю. При незамещенных дефектах костное сращение наступает через стадию хрящеобразования, что несколько замедляет процесс становления зрелой костной структуры.

Репаративная регенерация осуществляется клетками реципиента—остеобластами, клеточными элементами эндоста, периоста, костного мозга. Трансплантат является остовом, по которому идет образование новой кости, он же является стимулятором остеогенных процессов.

Костные аллотрансплантаты, заготовленные в нестерильных условиях и стерилизованные в 1% растворе формальдегида, являются биологически полноценным остеопластическим материалом. Метод общедоступен и эффективен, дает возможность создавать большой запас костных аллотрансплантатов.

Институт травматологии и ортопедии
МЗ СССР

(Поступило 15.7.1977)

მ. მშვიდობაძე

ძვლების ალოტრანსპლანტაცია მათი არასრული დეფექტების დროს

რეზიუმე

კლინიკური, რენტგენოლოგიური და მორფოლოგიური მეთოდებით ბოცვერის ძვლის არასრული დეფექტების მოდელზე შესწავლილია არასტერილურ პირობებში აღებული და 1%-იანი ფორმალდეჰიდის ხსნარით დამუშავებული ალოტრანსპლანტატების გარდაქმნის პროცესი.

ნაჩვენებია აღნიშნული წესით დამზადებული ძვლის ალოტრანსპლანტატების გამოყენების ეფექტურობა. მეთოდი ტექნიკური და ეკონომიური თვალსაზრისით გამართლებულია.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

ALLOTTRANSPLANTATION OF BONES IN INCOMPLETE OSSEOUS DEFECTS

Summary

The results of the transplantation of osseous allotransplants in an incomplete osseous defect have been studied by clinical, roentgenologic and morphologic methods in experiments involving rabbits (30 tests). The allotransplants were taken in non-sterile conditions and treated with 1% formaldehyde solution.

The effectiveness of the use of bone allotransplants prepared by the above technique is shown. The method is justified from the technical and economic viewpoints.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. V. Mshvidobadze. Сб. трудов ТНИИТО МЗ ГССР, X, 1970, 172.
2. M. V. Mshvidobadze. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973, 217.
3. M. V. Mshvidobadze. Сообщения АН ГССР, 82, № 2, 1976, 497.
4. В. П. Савельев. Acta. Surg. Plant., 13, 3, 1971, 113.
5. Н. П. Демичев, Н. А. Сиротова, А. А. Путилин. Сб. «Стерилизация, консервирование и трансплантация тканей». Волгоград, 1975.
6. С. С. Фойгельман, В. П. Торбенко, А. П. Рухляева, Г. В. Полигалдина. Сб. «Стерилизация, консервирование и трансплантация тканей». Волгоград, 1975.
7. Н. Д. Эрикашвили, М. В. Мшвидობაძე, Р. А. Рехвишვილი, Р. З. Степанян. Сб. трудов. ТНИИТО МЗ ГССР, XIII, 1974, 237.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ю. А. МАЛАШКИЯ

СОСТОЯНИЕ Т- и В-СИСТЕМ ИММУНИТЕТА В
 СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ
 КРОВИ ПРИ НЕКОТОРЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ И СОСУДИСТЫХ
 ЗАБОЛЕВАНИЯХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 27.6.1977)

В целях изучения Т- и В-систем иммунитета в спинномозговой жидкости (СМЖ) и крови обследованы 163 больных, из них: туберкулезным менингитом — 81, нейроревматизмом — 32 и острым инфарк-

Таблица 1

Состояние Т- и В-систем иммунитета у лиц контрольной группы в возрастном аспекте

Возрастные группы	Число обследо-ванных	Среда	В-система иммунитета					
			ЕАС-розеткообразующие клетки		Непрямой метод Кунса	Имуноглобулины, мг %		
			Процентное содержание	Абсолютное содержание		Ig M	Ig G	Ig A
16—30 лет (1)	16	Ликвор Кровь	9,1±0,7 14,5±1,0 P<0,001	(—) 230±20,0	8,2±0,6 (—)	Не. обнар. 110,5±11,2	7,8±2,2 1567,8±159,0	0,5±0,3 165,2±16,2
16—35 лет (2)	15	Ликвор Кровь	12,6±1,4 17,1±1,5 P<0,05	(—) 162,5±20	9,1±0,5 (—)	Не. обнар. 142,0±9,1	8,2±2,1 3278±112,5	0,6±0,1 291,4±14,2
60—84 лет (3)	21	Ликвор Кровь	13,8±1,0 12,0±1,3 P<0,05	(—) 118,0±40	14,0±0,8 (—)	1,3±0,4 130,1±11,7	28,9±6,4 1670±137,8	1,5±0,6 160,4±17,6

Спонтанная РБТЛ	Т - система				„Нулевые клетки“	
	ФГА	Е—РОК		Процентное содержание	Абсолютное содержание	
		Процентное содержание	Абсолютное содержание			
(1)	(—) 1,9±0,4	(—) 68,2±2,1	71,2±2,5 65,6±2,4 P>0,1	(—) 1034±77,5	19,5±2,3 19,7±2,2 P>0,5	(—) 318,0±22,5
(2)	(—) 8,1±1,2	(—) 50,6±1,4	70,6±3,3 51,8±2,5 P<0,02	(—) 568±34,0	19,8±2,4 27,1±2,9 P>0,05	(—) 220,0±40,0
(3)	(—) 2,4±0,2	(—) 52,1±2,2	56,5±2,5 50,3±2,0 P>0,05	(—) 492±60,0	29,1±2,4 37,6±2,0 P<0,01	(—) 368±35,0

Таблица 2

Состояние Т- и В- систем иммунитета у больных туберкулезным менингитом

Число обследованных	В - система				Т - система				ФГА-тест	
	ЕАС—РОК		Непрямой метод Купса	Иммуноглобулины, мг %		Е—РОК		Абсолютное содержание		
	Процентное содержание	Абсолютное содержание		Ig M	Ig G	Ig A	Процентное содержание			
48	8,5±1,4	75,5±8,6	11,0±1,6	8,5±2,1	37,3±6,5	6,7±0,5	80,6±1,1	713,4±77,1	37,1±1,2	
30	17,7±3,2 <0,01	43,6±6,2 <0,01	16,1±2,1 >0,05	2,8±0,5 <0,01	23,9±4,1 >0,05	4,3±0,6 <0,01	72,7±2,4 <0,01	179,1±35,8 <0,001	70,2±2,2 <0,001	
Благоприятное течение до и после лечения										
Л и к в о р										
24	21,8±2,2	473,0±18,6	—	130,6±6,2	3690,0±115,0	380±16,5	74,5±1,5	1616,6±162,9	48,7±2,0	
15	10,9±1,4 <0,001	290,6±21,2 <0,001	—	126±8,6 >0,05	2560±92,4 <0,001	215±16,5 <0,001	67,6±1,4 <0,001	1802,4±131,6 >0,05	64,3±2,3 <0,001	
К р о в ь										
Тяжелое течение до и после лечения										
Л и к в о р										
33	27,0±1,5	236,4±11,6	26,1±1,0	7,6±1,0	46,1±6,4	8,4±2,1	45,0±1,6	394,4±40,9	24,5±2,1	
15	28,0±2,2 >0,05	92,6±8,4 <0,001	28,1±2,1 >0,2	5,1±0,7 <0,05	21,6±4,8 <0,01	2,1±0,4 <0,01	45,0±3,7 >0,05	148,9±59,5 <0,001	44,4±6,6 <0,05	
К р о в ь										
28	23,0±2,1	428,4±21,4	—	138,8±8,1	3890±112,4	360±18,2	50,9±1,2	948,0±126,4	33,8±2,9	
12	14,5±1,1 <0,001	385,2±21,1 >0,05	—	120±4,2 <0,05	2500±86,2 <0,001	220±12,4 <0,001	56,6±4,5 >0,05	1499,9±238,9 <0,05	63,6±3,7 <0,001	

том мозга — 50. Аналогичные исследования проведены у 52 больных (контрольная группа) без выраженных клинических симптомов поражения нервной системы, которым извлечение СМЖ предпринималось для проведения спинномозговой анестезии.

Для определения Т-лимфоцитов в СМЖ и крови применялись фитогемагглютинин (ФГА-тест) и реакция спонтанного розеткообразования [1, 2]. В-лимфоциты определялись с помощью реакции комплексного розеткообразования [3], а уровень иммуноглобулинов — по методу [4].

Таблица 3
Состояние Т- и В-систем иммунитета у больных нейроревматизмом и острым инфарктом мозга

ЕАС—РОК		В - система			РСК	Без стимуляции
%	1 мм ³	Имуноглобулины, мг %			ПМА	
		Ig M	Ig G	Ig A		
Активная фаза						
9,3±2,1	141,6±42,7	215,3±8,8	2972±125,9	297,8±13,2	71,9±7,7	11,6±1,0
Неактивная фаза						
7,0±2,0	118,0±32,6	115,8±9,5	1746±123,8	174,6±10,1	34,4±8,4	7,2±1,3
Р						
>0,2	>0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Инфаркт мозга						
Ликвор	21,6±2,4	5,2±1,2	61,1±6,7	3,1±0,5	60,0±7,1	(—)
Кровь	16,8±1,8	120,7±5,6	2559±179,6	166,5±7,3	26,7±11,8	4,6±0,7
Р	>0,05				<0,02	
Т-система		Стимуляция антигеном		„Нулевые клетки“		
ФГА	Е—РОК		Стрептококковая гиалуронидаза	мозга	Процентное содержание	Абсолютное содержание
	Процентное содержание	Абсолютное содержание				
Активная фаза						
50,7±1,6	61,3±2,0	933,6±79,6	17,3±1,1	14,5±1,7	29,4±1,2	447,7±55,0
Неактивная фаза						
63,5±2,0	73,0±3,1	1227,8±79,1	11,1±1,2	9,4±1,3	20,0±2,2	336,4±35,1
Р						
<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,05	<0,001	>0,05
Инфаркт мозга						
Л и к в о р						
(—)	55,3±4,0	(—)	(—)	(—)	23,1±1,7	(—)
К р о в ь						
(—)	51,7±3,6 >0,05	(—)	2,0±0,4	2,8±0,3	31,4±3,5 <0,05	(—)

Анализ полученных данных позволил: 1) доказать наличие Т- и В-систем иммунитета в нормальной СМЖ и влияние на их состояние возрастного фактора.

Как видно из табл. 2, при туберкулезном менингите до начала лечения процентное содержание Т-лимфоцитов в СМЖ и крови снижено, что указывает на угнетение функциональной активности Т-лимфоцитов. В динамике в процессе специфического лечения процент трансформированных лимфоцитов достоверно увеличивается как в СМЖ ($p < 0,01$), так и в крови ($p < 0,05$), что говорит о восстановлении функциональной активности Т-лимфоцитов.

При активной фазе нейроревматизма функциональная активность Т-лимфоцитов угнетена, содержание В-лимфоцитов и уровень иммуноглобулинов увеличены, особенно увеличено содержание «нулевых» клеток.

Как видно из табл. 3, частота обнаружения комплементсвязывающих противомозговых антител при остром инфаркте мозга в СМЖ выржена больше, по сравнению с сывороткой крови ($p < 0,02$).

Результаты параллельного изучения гуморальных и клеточных иммунных реакций в СМЖ и крови в целом доказывают наличие в СМЖ двух независимых и совместно функционирующих Т- и В-систем иммунитета и влияние на них особенностей клинического течения заболевания.

Тбилисский государственный институт
 усовершенствования врачей

(Поступило 1.7.1977)

მასპერეზიენტული მდივინა

ი. მალაშკია

Т და В იმუნური სისტემების მდგომარეობა თავზურგტვინის სითხეში და პერიფერიულ სისხლში ნარკული სისტემის ზოგიერთი ინფექციური და სისხლქარღვევის და სისხლქარღვთა დაავადებისას

რეზიუმე

იმუნოლოგიური კვლევის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით დადგენილ იქნა ლიმფოციტების პოპულაციების და იმუნოგლობულინების შემცველობა ნორმალურ თავზურგტვინის სითხეში ასაკობრივ ასპექტში და მისი ცვლილებები ნერვული სისტემის ზოგიერთი ინფექციური და სისხლქარღვევის დაავადების დროს. ნაჩვენებია Т და В იმუნური სისტემის ცვლილებები დაავადების მიმდინარეობაში და მკურნალობის პროცესში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Y. A. MALASHKHIA

THE STATE OF THE T- AND B-IMMUNITY SYSTEMS IN CSF AND PERIPHERAL BLOOD IN SOME INFECTIONS AND VASCULAR DISEASES OF THE NERVOUS SYSTEM

Summary

The state of the T- and B-immunity systems in the CSF and in the blood has been established in the norm and in the age aspect in patients suffering from TB-meningitis, neurorheumatism and infarction of the brain, as well as the changes of these systems depending on the clinical progress of the disease.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Janossy, H. Greaves. Immunol., 1971, v. 9, 483-489.
2. M. Jondal, G. Holm, H. Wigrell. J. Exp. Med., 1972, v. 136, 207-222.
3. V. Jonsson. Scand. J. Haematol., 1974, v. 13, 361-369.
4. G. Mancini, A. Carbonare, J. Haremans. Immunochimistry, v. 2, 1965.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Ю. ЯШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИНИКИ СКАРЛАТИНЫ
В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 8.5.1977)

На фоне проводимой в СССР активной иммунопрофилактики, совершенствования методов специфической и химио-антибиотикотерапии, улучшения материального благосостояния, повышения физического развития детей изменились взаимоотношения между возбудителем и макроорганизмом [1], в результате чего за последние десятилетия произошли значительные изменения в клинике и эпидемиологии некоторых инфекционных болезней, в том числе скарлатины.

Известно, что успехи в деле борьбы за снижение стрептококковых инфекций группы А дают надежную гарантию искоренения ревматизма, а среди этих инфекций ведущее место занимают скарлатина и ее осложнения. Следовательно, активная борьба со скарлатиной, борьба за ее дальнейшее снижение, имеют первостепенное значение.

В связи с этим нами были изучены и проанализированы: характер эволюции заболеваемости, возрастное распределение, сезонность, очаговость, динамика госпитализации, структура клинических форм и тяжесть болезни, длительность острого периода, лихорадка, наличие ангины, осложнения, рецидивы, биохимические сдвиги, изменения иммунореактивности (аллергическая перестройка организма), случаи повторной госпитализации, наличие фактора оставления на дому, профилактика γ -глобулином и влияние различных биологических факторов на характер эволюции скарлатины на основе как общереспубликанских, так и данных, полученных нами в период работы в 1-й детской инфекционной больнице Тбилисского горздраотдела (1938—1970 гг.), охватывающих 40 888 историй больных. Полученные нами данные, наряду с выводами В. Н. Долонова и др. [2], свидетельствуют, что скарлатину следует рассматривать не как «затухающую», а как «неуправляемую» капельную инфекцию. Отсюда вытекает необходимость со всей серьезностью отнестись к проведению и совершенствованию комплекса противоэпидемических и профилактических мероприятий.

Необходимо обратить внимание на то, что под воздействием антибиотикотерапии резко ослабляется или исчезает не только септический (инфекционный), но и частично токсический и аллергический компоненты скарлатины.

«В отличие от всего того, что применялось до сих пор при лечении скарлатины, включая и лечебные сыворотки, пенициллинотерапия направлена непосредственно на микробный фактор» [3]. Выявленное на нашем материале снижение частоты развития аллергических проявлений системного характера, таких как артриты, синовиты и гломерулонефриты, соответствует также данным [4—6].

По полученным нами данным, в течение изученного периода происходило снижение тяжести клинических проявлений болезни. В 1926—1938 гг. тяжелые септические и токсико-септические формы болезни составляли до 25%; в 1938—1940 гг. — 21%, в 1941—1945 гг. — 16,2%, в 1946—1950 гг. — 11,9%, в 1951—1959 гг. — 8,2% и в 1960—1972 гг. — 6,6%. Таким образом, за этот период частота тяжелых форм скарлатины уменьшилась в 3,5—4 раза. Следует также отметить, что при рассмотрении динамики тяжелой формы за 1961—1970 гг. отмечается особенность интенсивности ее снижения: если в среднем за 10-летие она составляет 6,6%, то в конце 60-х гг. она встречается лишь в единичных случаях.

С 1950 г. процент септической и токсико-септической скарлатины существенно снизился, а с 1962 г. септическая скарлатина почти полностью исчезла. В конце 60-х гг. случаи тяжелого течения скарлатины были обусловлены в основном токсическими явлениями.

Отмечались сокращение продолжительности острого периода болезни, особенно в послевоенные годы, и облегчение основных клинических симптомов болезни. Преобладающей разновидностью сыпи стала мелкоочечная средней интенсивности, которая встречается у 25—30% больных.

Частота наиболее легкой катаральной ангины увеличилась с 50% в 1938—1940 гг. до 93% в 1960—1970 гг. за счет уменьшения числа более тяжелых форм. Так, в 1960—1970 гг. удельный вес фолликулярной ангины снизился до 10% случаев, а некротической ангины — с 15% в 1938—1940 гг. до 3% в 1960—1970 гг.

В указанный период случаи скарлатины с повышением температуры до 40° стали встречаться в 2 раза реже и, наоборот, участились случаи, протекающие при субфебрильной (38%) и даже нормальной (5%) температуре.

Удельный вес больных с лейкоцитозом порядка 16 000—20 000 в 1 мм^3 снизился с 25% с 1926—1950 гг. до 6,5% в 1965—1970 гг.

По сравнению с 1938—1949 гг., обращают на себя внимание в 2 раза чаще встречающиеся случаи скарлатины с эозинофилией крови в 3—5%. У 14—15% больных встречалось до 9% эозинофилов, причем этот показатель в 1950—1970 гг., по сравнению с 1938—1946 гг., увеличился в 3 раза. Увеличилось также количество заболеваний скарлатиной, сопровождающихся высокими показателями ускоренной РОЭ. Так, уже в период 1963—1967 гг. ускоренная РОЭ (выше 16 мм/час) встречалась в 2—3 раза чаще, чем в 1938—1942 гг., а за 4 последующих года (1967—1970 гг.) частота ускоренной РОЭ была максимальной за все сопоставляемые годы (1938—1970 гг.), причем пределы колебаний составили от 45,4 до 73,1%. Выявленная нами динамика характеризуется одновременным снижением числа септических форм и осложнений со сравнительным возрастанием числа случаев ускоренной РОЭ. Поскольку ускоренная РОЭ рассматривается некоторыми авторами (Н. Л. Богданов, 1962; Е. М. Тареев, 1964 и др.) как один из показателей аллергической перестройки иммунореактивности организма, есть основания предположить, что это обусловлено сохраняющейся при скарлатине гиперсенсibilизацией организма.

Анализ осложнений при скарлатине свидетельствует о тенденции их неуклонного снижения, особенно гнойного характера. Число осложнений со стороны сердца за период 1938—1970 г. уменьшилось почти на 15%. В 1938—1940 гг. они были выявлены у 37% больных. Наиболее тяжелое осложнение в виде стрептококкового эндокардита с 1960 г.

не встречалось вовсе. Клинические проявления скарлатинозного сердца также встречались реже (17—23%).

Частота гломерулонефритов за рассматриваемый период снизилась более чем в 2 раза. Отиты в 1938—1940 гг. встречались у 21% больных, а в период 1967—1970 гг. — не более чем в 3—4% случаев. Мастоидиты встречались в 1938—1970 гг. у 7%, а в 1960—1970 гг. — у 0,5% больных. Лимфадениты в период 1960—1970 гг. стали возникать у больных скарлатиной в 4 раза реже, а удельный вес гнойных лимфаденитов уменьшился в 500—1000 раз (соответственно 0,002% в первом пятилетии и 0,005% во втором). Если в период 1938—1945 гг. пневмония осложняла течение скарлатины у 4,5% больных, то в период 1951—1970 гг. — только у 0,3 больных.

При значительном облегчении основных проявлений болезни и уменьшении осложнений частота возникновения рецидивов, по нашим наблюдениям, за последние 43 года оставалась почти неизменной, колеблясь в пределах 1—2%. Повторные заболевания скарлатиной в период 1960—1970 гг. участились в 2,5 раза, сравнительно с периодом 1938—1941 гг.

За последнее десятилетие, по сравнению с предыдущим, число токсических форм уменьшилось больше чем на 65% и субтоксических форм — на 30%. Септическая и токсикосептическая формы в послевоенные годы, до 1959 г., имели резко выраженную тенденцию к увеличению. Так, в 1951—1959 гг., по сравнению с 1941—1945 гг., число больных с септической формой возросло на 14%, а токсико-септической — почти в 6 раз. В последнее десятилетие число детей с септической формой болезни снизилось в 3 раза, а с токсикосептической — почти в 14 раз.

В 1960—1970 гг. все разновидности тяжелой формы скарлатины в значительной степени уменьшились, а гипертоксическая и геморрагическая исчезли.

Таким образом, при анализе клинических особенностей скарлатины на протяжении 1938—1970 гг. и полученных нами и рядом других авторов данных о стойкости и персистирующем характере наблюдающейся при этом аллергической перестройки организма установлено, что проблема скарлатины из узкой инфекционной перерастает в широкую клинико-иммунологическую, общепатологическую проблему стрептококковых заболеваний.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 30.5.1977)

მასპირებთული მედიცინა

დ. იაშვილი

ქუთაისის ეპიდემიოლოგიისა და კლინიკის თავისებურებანი
საქართველოში

რეზიუმე

შესწავლილია ქუთაისის ეპიდემიოლოგიისა და კლინიკის თავისებურებანი საქართველოში ბოლო 40 წლის მანძილზე, გაანალიზებულია ამ დავადების მიმდინარეობის თავისებურებანი და მისი ევოლუციური ძვრები როგორც ეპიდემიოლოგიური, ისე კლინიკური ფორმების ცვალებადობის შესაბამისად.

წამოყენებულია კონკრეტული წინადადებანი ამ ინფექციის წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტურობის ამალღებისათვის, განსაკუთრებით დაავადების ე. წ. იოლი და „წაშლილი“ ფორმების პროგნოზირებისა და დიაგნოსტიკებისათვის. დასაბუთებულია ავტორის მიერ პირველად გამოყენებული ლუმინესცენტური ოპტიკური ვარიანტისა და „კანის ფანჯრის“ ტესტის მეთოდის ეფექტურობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. Y. IASHVILI

SOME PECULIARITIES OF THE EPIDEMIOLOGY AND CLINICAL MANIFESTATIONS OF SCARLET-FEVER IN GEORGIA

Summary

The peculiarities of the epidemiology and clinical manifestations of scarlet-fever in Georgia over the past 40 years have been studied. The characteristic course of the disease and its evolutionary changes according to the variation of both epidemiologic and clinical forms are analyzed.

Suggestions are made towards raising the effectiveness of controlling this infection with special emphasis on the prognosis of so-called mild and latent cases of the disease. The effectiveness of the luminescent optic variant and that of 'skin lumen' test—new methods used by the author for the first time—is substantiated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Носов. Эволюция детской инфекции в периоде активной борьбы за их ликвидацию. М., 1961.
2. В. Н. Додонов и др. Материалы XV Всесоюзного съезда ЭМИ, ч. II, Тбилиси, 1970.
3. В. И. Иоффе. Детские инфекции, т. VI, 1967, 229—241.
4. К. В. Блюменталь и др. Материалы XV Всесоюзного съезда ЭМИ, ч. II, Тбилиси, 1970.
5. Е. С. Виноградов и др. Материалы XV Всесоюзного съезда ЭМИ, ч. II, Тбилиси, 1970.
6. А. Н. Аванесов и др. Материалы XV Всесоюзного съезда ЭМИ, ч. II, Тбилиси, 1970.

Р. А. САРЧИМЕЛИЯ

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В СПЕЦИАЛИСТАХ ДЛЯ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

(Представлено академиком П. В. Гугушвили 1.6.1977)

Для определения потребности в специалистах в работе составлена экономико-математическая модель оптимального планирования с целевыми функциями: производительности труда (максимум) и затрат на подготовку и переподготовку специалистов (минимум). В ограничения модели входят те основные показатели, которые с разных точек зрения учитываются при расчете потребности в специалистах и характеризуют отрасль. Число этих показателей обозначим через R .

Пусть в базисном периоде времени W_k — число работников и V_k — объем выпускаемой продукции за год одного k -го типа производства; для характеристики r -го показателя входящего в ограничение нужной единицы k -го типа производства, вводим d_{rk} .

Обозначим через α_k оптимальное, а через g_k существующее в базисном периоде времени число производств k -го типа (возможно, $\alpha_k = g_k$) и через p число разновидностей по типам производств, тогда $\sum d_{rk} g_k$ — количество r -го показателя по всем p типам $\sum g_k$ -производств.

Рассмотрим задачу: найти $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p) \geq 0$ и $\min \delta$, удовлетворяющие условию

$$\max_{1 < r < R} \frac{1}{\lambda_r} \left| \sum_{k=1}^p d_{rk} (\alpha_k - g_k) \right| = \delta,$$

где λ_r введена для сравнительно одинакового изменения по δ всех $r = \overline{1, R}$ показателей. Назовем λ_r масштабным коэффициентом и вычислим ее, например, по формуле

$$\lambda_r = \max_{1 < k < p} d_{rk}, \quad r = \overline{1, R}.$$

Обозначим через a_{ik} потребность одного k -го типа производства в i -й должности, которая должна быть обеспечена специалистами; аналогично x_j — потребное число j -х специалистов, n — общее число специальностей, y_i — потребное число i -х должностей, m — общее число должностей, x_{ij} — количество j -х специалистов, работающих в i -й должности, c_{ij} — стоимость переквалификации одного j -го специалиста в i -ю должность, c_j — стоимость подготовки одного j -го специалиста.

Предложенная модель определения потребности в специалистах имеет вид

$$Q(\delta) = \max \frac{\sum_{k=1}^p V_k \alpha_k}{\sum_{k=1}^p W_k \alpha_k}, \quad (1)$$

$$\alpha_k \geq 0, \quad k = \overline{1, p}, \quad (2)$$

$$\left| \sum_{k=1}^p d_{rk} (\alpha_k - g_k) \right| \leq \lambda_r \delta, \quad r = \overline{1, R}, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{k=1}^p a_{ik} \alpha_k = y_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = x_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

$$C(\delta) = \min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} + c_j) x_{ij}, \quad (7)$$

где (1) выражает максимизацию производительности труда, а (7) — расходы на подготовку и переподготовку специалистов, (2)—(3)—ограничения на α_k . Из (1)—(3) найдем $\alpha_k = \alpha_k(\delta)$, где δ — параметр, и назовем ее базисным периодом при $\delta=0$. (5), (6) выражает распределение специалистов по должностям.

Если в (1)—(7) α_k , x_{ij} , x_j , y_i неизвестны (при малых α_k и x_{ij} на них накладывается требование целочисленности), тогда имеем задачу оптимального программирования с двумя целевыми функциями.

Рассмотрим задачу (1)—(3), где определим число производств разного типа, при малом δ представим $\alpha_k(\delta)$ в линейном виде $\alpha_k = \alpha_k^0 + \delta z_k$ и, допустив, что число работников в отрасли не возрастает, из (1)—(3) для нахождения z_k получим задачу

$$\max \sum_{k=1}^p V_k z_k,$$

$$(1 - \operatorname{sgn} \alpha_k^0) z_k \geq 0, \quad k = \overline{1, p},$$

$$\left| \sum_{k=1}^p d_{rk} z_k \right| \leq \lambda_r, \quad r = \overline{1, R},$$

решение которой обозначим через z_k^0 , и найдем

$$\delta_1 = \min \frac{\alpha_k^0}{z_k^0} \quad \text{для } z_k < 0 \text{ при } k = \overline{1, p}.$$

С учетом того, что α_k^0 — решение (1)–(3) при $\delta = 0$, получим

$$\alpha_k = \alpha_k^0 + \delta z_k^0, \quad k = \overline{1, p} \quad \text{для } \delta \in [0, \delta_1].$$

Затем, зная α_k и y_i как линейные функции δ , с помощью (4)–(7) решим параметрическую задачу линейного программирования, где (6) выражает потребность в специалистах.

Если имеем данные, характеризующие каждое производство отрасли в базисном периоде времени, тогда для нахождения вышеуказанных показателей, на основе которых составлена модель (1)–(7), по типам производств определим условное производство, вычислив среднее значение показателей, дисперсию, коэффициент вариации и т. д. При этом значения показателей сгруппируем по типам производств так, чтобы соответствующий коэффициент вариации был по возможности малым числом (например, до 30%).

Предложенный подход для определения потребности в специалистах на данном этапе представим как комплекс вычислительных работ, начав обработку данных методами математической статистики, составив на их основе модель (1)–(7) и решив задачи линейного программирования.

В [1] для (1)–(7) в качестве примера рассмотрены результаты вычисления с целью установления тенденции изменения потребности в специалистах по должностям и профессиям.

Определение потребности в специалистах является одним из основных вопросов планирования образования, и многие сложные экономические проблемы по прогнозированию потребностей, планирования подготовки и распределения специалистов изучены еще недостаточно. В этом направлении и по применению экономико-математических методов ведется интенсивная работа, особенно по разработке эффективных методов определения потребности в специалистах [2, 3].

Расчеты при определении потребности в специалистах являются трудоемкими и требуют предварительного проведения больших подготовительных работ, поэтому применяются так называемые косвенные методы: математической статистики и экспертных оценок. Но они не позволяют в достаточной мере конкретизировать потребность в специалистах и являются общими [3].

Предложенная в настоящей работе модель составлена на конкретной основе и является своеобразной попыткой определения потребности в специалистах отраслей народного хозяйства с применением аппарата линейного программирования.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 2.6.1977)

რ. სარჩიმელია

სახალხო მუშროვის დარგებისათვის სპეციალისტებზე მოთხოვნილების განსაზღვრის ეკონომიურ-მათემატიკური მოდელი

რეზიუმე

შედგენილია ოპტიმალური პროგრამირების (1)—(7) ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი მიზნის ფუნქციებით: შრომის მწარმოებლურობა (მაქსიმუმი) და სპეციალისტების მომზადებასა და გადამზადებაზე დანახარჯები (მინიმუმი). მოდელის შეზღუდვებში შედიან ის ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებსაც ითვალისწინებენ სპეციალისტებზე მოთხოვნილების გამოთვლის დროს და ახასიათებენ დარგს.

წრფივი პროგრამირების აპარატის გამოყენებით სპეციალისტებზე მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის თანმიმდევრულად იხსნება (1)—(3) და (4)—(7) ამოცანები.

ECONOMICS

R. A. SARCHIMELIA

A MATHEMATICAL MODEL OF EVALUATION OF THE DEMAND
 IN SPECIALISTS FOR VARIOUS FIELDS OF THE NATIONAL
 ECONOMY

Summary

A mathematical model of optimal programming with aim functions of labour productivity (maximum) and the cost of training and re-training of specialists (minimum) is considered. The restrictions of the model involve the main indices characterizing the branch and taken into consideration from different points of view in the evaluation of demand in specialists.

To determine the demand in specialists problems (1)-(3) and (4)-(7) are successively solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ნ. იაშვილი, ე. კაკულია, რ. სარჩიმელია. მაცნე, ფილ. ეკონ. და სამართლის სერია, № 3, 1977.
2. М. А. Бермант, Л. К. Семенов, В. Н. Сулицкий. Математические модели « планирование образования. М., 1972.
3. Сб. «Проблемы определения потребности народного хозяйства в кадрах специалистов». М., 1975.



УДК 801.3

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ю. В. ЗЫЦАРЬ

ОНОМАСИОЛОГИЯ И ТИПОЛОГИЯ
(ПО ДАННЫМ ЯЗЫКА БАСКОВ)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 27.5.1977)

1. В плане номинации или лексической объективации [1] в баскском языке обращают на себя внимание, по крайней мере своей многочисленностью, следующие факты. Баск. *irabazbide* — наречное по форме образование с буквальным значением «путем, способом зарабатывания» — является существительным со значением «батарак», а сочетание *ezbide* букв. „не путь“ — это прилагательное со значением „незначительный“ (можно учесть для сравнения *gizabide* „по-человечески“, в противоположность *kantubide* „сюжет песни“ и т. п.). Суффикс *-ekin/kin* является словоизменителем со значением „с“: *lagunekin* „с товарищем“ от *lagun* „товарищ“, однако он же образует прилагательные *haurkin* „детолюбивый“, букв. „с ребенком“. Послелог или существительное в форме направительного падежа *-bea* „вниз, книзу“, будучи вторым компонентом в сочетаниях с существительными *min* „соль“, *izi* „страх“ и т. п., образует прилагательные *minbea* „чувствительный“ (букв. „боли вниз“), *izirega* „пугливый“ (букв. „страху книзу“) и т. п. и стало суффиксом прилагательных со значением как бы „склонный к чему-то“ > „поддающийся чему-либо“. Ст существительных *zug* „дерево“, *hargi* „камень“, *ikatz* „уголь“ и др. образуются *zugin* „плотник“, *argin* „каменщик“, *ikazkin* „угольщик“. Имеющийся здесь суффикс *-gin, kin* совпадает с *egin* „делать, делающий“. Элемент *oi* представляет собой тот корень, который, пользуясь выражением А. А. Потемни, „прямо примыкает к дофлексивному периоду“ [2], от него самого образуются *oitu* „привыкать, иметь обыкновение, быть привычным, обычным“ *oitura* „обычай“ и т. д. Однако *bizkarroi* букв. „спинной *oi*“ является именем со значением „паразитический, паразит“./ Лат. *fundus* „дно, основа“ в романской форме *hondo* стало в баскском, с одной стороны, суффиксом существительных со значением „дерево“ (*rikondo* „фиговое дерево“), с другой, через значение „подножие, близость“ — послелогом „рядом, возле, после“, причем с такой же легкостью подверглись подобной грамматизации и многие другие слова романского происхождения. Вместе с тем, *bazkariondo* означает по-баскски не только „после обеда“, но и „послеобеденное время“, а *gerlariondo* „ветеран“ в буквальном переводе П. Лафитта [3] — *lapres-guerrier*, т. е. „послевоин“. Если почти во всех этих случаях словообразователи суффигируются, то иногда они префигируются, точнее, имеет место тенденция к превращению в префикс препозируемого компо-



нента сложных слов: баск. baso „лес, горы, дебри“ входит в композиты basaurde „кабан“, где urde— „свинья, basajaun „леший“, где jaun— „господин, хозяин“ basahate „дикая утка“, basamahasti „дикая лоза“, basasto „дикий осел“, basamiriku „знахарь“, где miriku— „врач“, basahalge „ложный стыд“ и т. д. Относительно всех этих случаев П. Лаффит [3, стр. 33] говорит о „прилагательном в форме префикса basa“. Такая тенденция поразительна, потому что префиксация вообще в баскском языке жива главным образом лишь в личной форме глагола, а в остальных сферах давно господствует только суффиксация и многие мертвые префиксы ныне с большим трудом вскрываются лишь с помощью этимологических операций.

2. Для уяснения всех этих фактов надо, нам кажется, исходить прежде всего из некоторых фундаментальных особенностей типологии языка басков. Известное представление о последних можно почерпнуть уже в аналогичных явлениях некоторых романских и германских языков — путь, по которому в свое время с успехом шел академик В. Ф. Шишмарев [4]. Баск. bazkariondo „после обеда“, например, явно стало существительным в силу такой же субстантивации (за учет артикля и т. д.), какая имела место во фр. apres midi > l'apres-midi или англ. after noon > the after-noon (a good after-noon и т. п.). Если бы во французском или английском подобные образования были распространены достаточно широко, то в этих языках можно было бы субстантивировать и такие сочетания, как après (être) guerrier, after (having been) soldier, что дало бы нам существительные l'apres-guerrier, the after-soldier и т. д., а это в конечном счете привело бы к превращению предлогов après, after в нечто вроде аффиксов со словообразовательным значением. Но именно таким аффиксом и является баск. ondo „после“. На основе широкого распространения субстантивации, очевидно, возник и ряд других подобных же баскских суффиксов.

3. Дело, однако, не только в субстантивации и в широте ее распространения. Нижеследующие примеры покажут нам, как далеко можно в баскском языке зайти, начиная с субстантивации (хотя в то же время и не отрываясь от нее). От баск. erri „страна“, „местность“ имеем erriko „местный“, откуда с артиклем—errikoa в значении „земляк“; от sal-etxe букв. „продажи дом, магазин“—sal-etxekoa с артиклем „продавец“ (оказионально); etxe-bazter „дома округа“, „усадьба“, etxe-bazterko (прилаг.) „усадебный, дворовый“—etxebazterkoa (существ.) „какая-либо деталь, часть усады, двора“; zubi „мост“—zubira „к мосту“—zubiratu „идти к мосту“, zubirako (прилаг.) „попутный к мосту“—zubirakoa (существ.) „попутчик к мосту“, „тот или то, что ведет к мосту“; etxe-zaharregarra „вплоть до старого дома“—etxe zaharregarra (прилаг.) „принадлежащее тому, что доводит до старого дома“ и то же образование с артиклем „тот или то, что доводит до старого дома“; аналогичным образом etorriko delakoa „тот, о ком говорят, что он придет“ [5], alabatzatekoa „тот, кто живет заботами о дочери“; saldu duguna „наш запроданник, запродажа“, где saldu dugu означает „мы его продали“, saldu dugun „которого мы продали“, saldu dugunetik „из нашей запродажи“, saldu duguneti-kakoa „некто или нечто из

нашей запродажи"; это последнее образование уже является, конечно, очень искусственным и должно встречаться очень редко, но оно дает представление о тех безграничных возможностях, которыми располагает в этом плане баскский язык. Приведем еще один пример этого рода: баск. *adiskide* „друг“—*adiskidearen* „друга“ (род. пад.)—*adiskidearega* „нечто из принадлежащего другу“, скажем из его снаряжения, *adiskidearengako* „нечто относящееся к этому снаряжению“ и с артиклем „человек, который занимается этим снаряжением“; *aditu* „прослушивать“—*aditze* „прослушивание“—*aditzeko* „предназначенный для прослушивания“—*aditzekoaren* то же в род. падеже—*aditzekoarena* „нечто, относящееся к предназначенному для прослушивания“ и т. д. Как видим из всего этого, сама субстантивация при всей ее широте является в баскском лишь частью, одним из проявлений некоего фундаментального принципа, обеспечивающего необычайную свободу всякого рода конверсий и трансформаций, разнообразие комбинаций суффилируемых элементов, общую повышенную лабильность строя.

4. Одно из порождений такого строя — широкая немаркированная лексическая объективация: *lotsagabe* означает „без стыда“ (*lotsa* „стыд“—*gabe* привативный суффикс), с артиклем это могло бы быть существительное, скажем „бесстыдство“, использование того же образования без всяких маркеров в роли определения: *gizon lotsagabe* „человек без стыда“ способно сделать из него прилагательное, откуда и происходит действительно существующая большая группа прилагательных с тем же суффиксом (*dohakabe* „несчастный“ и др.). Здесь и находят свое объяснение упомянутые нами выше *ezbide* „незначительный, мелкий“, букв. „не путь“, *hautkin* „детолюбивый“, *minbea* „чувствительный“, букв. „к боли вниз“, т. е. как бы „стремящийся к боли“, „ладкий на нее“, *irrigiga* „смешливый“, букв. „смеха желание“ и др. (ср. постпозитивную группу определения без маркера *txogri raro gogri* „птица-красногрудка“, букв. „птица горло красное“ [5, стр. 83]). Отсюда, видимо, хотя бы отчасти и такие явления, как *gose* „голод“, „голодный“, *irabazbide* „батрак“ как субстантивированное наречие „способом зарабатывания“ (живущий) и т. д., ср. также (по суффиксу *-go*, *-kigo*) *egunego* „ежедневно“ от *egun* „день“, *belargiro* „время трав“ от *belar* „травы“, *aharxikigo* „баран, который дает две шерсти в год“ и т. п. Общая повышенная лабильность строя объясняет нам, почему в баскском языке так легко грамматизируются различные лексические элементы, в том числе романского происхождения, вновь рождаются (несмотря на свою изжитость) префиксы в композитах, почему существует смешанный статус для ряда элементов, таких как *kume* „дитя“ (слово и суффикс), т. е. факт большой размытости границ между уровнями языковых элементов и т. д. Справляясь от этой черты строя, можно было бы, вероятно, получить гораздо более точную и плодотворную типологическую характеристику баскского языка, чем просто „агглютинативный“. В плане той же лексической объективации внимание лингвиста привлекают при такой черте уже разнообразие и широта „работы“ соответствующих способов, из которых некоторые пока едва лишь известны нам—по таким примерам, как франц.

les affaires > les choses à faire или указанное англ. afternoon и др. Далее, в плане ономастиологии строй баскского языка нередко ставит нас перед теми проблемами, которые уже “возбуждены” в лингвистике немецким сложным словом: лексема, неологизм, нечто окказиональное или чисто рабочее временное „сцепление“? (Речь идет при этом о своеобразии даже не порождения, а „зарождения и высвобождения“ номинативного нового из подобных ему—бесчисленных при указанном строе—образовачий). К этому примыкает и весьма интересный вопрос о природе и статусе таких (порожденных той же типологией) образований, как баск. etxe bazterkoa букв „относящаяся к усадьбе“ (сопост. груз. სახლისი).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.5.1977)

ენათმეცნიერება

ი. ზიცარი

ონომასიოლოგია და ტიპოლოგია

(ბასკური ენის მონაცემების მიხედვით)

რეზიუმე

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ე. წ. აგლუტინაციური გრამატიკული წყობით ბასკური ენა ტიპოლოგიურად ლაბილური ენაა, რაც უზრუნველყოფს მისი ყოველგვარი კონვერსიისა თუ ტრანსფორმაციის, სუბსტანტივაციის და ა. შ. იშვიათ თავისუფლებას.

LINGUISTICS

Yu. V. ZYTZAR'

ONOMASIOLOGY AND TYPOLOGY

(as exemplified by the Basque language)

Summary

It is suggested that due to its agglutinative grammatical structure the Basque is a typologically flexible language, permitting unique freedom of all kinds of conversion, transformation, substantivation, etc. Since this feature has hitherto received little attention, it warrants a special study aimed at producing a comprehensive typological description of the Basque. The author has made an attempt at tackling the problem through a study of the system of naming in the Basque language.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Торопцев. Ученые записки ОГПИ, XXII. Орел, 1954.
2. А. А. Потеня. Из записок по русской грамматике, I. Харьков, 1958, 28.
3. P. Lafitte. Grammaire basque, Bayonne, 1962, 39.
4. В. Ф. Шишмарев. Очерки по истории языков Пиренейского полуострова, М.—Л., 1941, 39—40.
5. R. Lafon. Bulletin de la Société de Linguistique de Paris, 59 (1964), № 1, 83—84.



მ. მიქელაძე

ენის შინაარსობრივი სტრუქტურის როლი სიტყვათა ლაპარაკის პროცესში

(ბაცბურ-ქართული ორენოვნების მასალების მიხედვით)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 20.6.1977)

ძნელი წარმოსადგენია სიტყვა ერთბაშად გამოვიდეს ხმარებიდან ანუ დაიკარგოს; ეს პროცესი ლექსიკური ერთეულების თანდათანობითი არქაიზაციის გზით ვითარდება. ამიტომაც ამა თუ იმ ლექსემის მიერ არქაული იერის შექმნას მისი დაკარგვის გზაზე დადგომის სიმპტომად მივიჩნევთ.

სიტყვათა არქაიზაცია შეიძლება სხვადასხვა გარემოებით იყოს შეპირობებული, როგორცაა:

1. საგნის გამოსვლა ხმარებიდან; ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ „საგანთა ბედი წყვეტს სიტყვათა ბედს“ [1].

2. სიტყვის მიერ ლექსიკური პარალელის შექმნა. ეს პარალელი შეიძლება ისევ მშობლიურ ნიადაგზე წარმოიქმნას ან უცხო ენიდან შემოვიდეს. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება გვეთქვას, რომ სიტყვა წყვეტს სიტყვის ბედს. პირველს სიტყვათა ისტორიზმებად ქცევას უწოდებენ, მეორე კი სიტყვათა არქაიზაციის სახელითაა ცნობილი. როგორც საკუთრივ არქაიზმები, ისე ისტორიზმები უდამწერლობო ენაში უკვალოდ იკარგება, დამწერლობის მქონე ენას კი ენახება ლექსიკონებსა თუ სხვა სახის წერილობით ძეგლებში. მიუხედავად ამისა, აქტიური სიტყვათხმარების პროცესში მონაწილეობის მიხედვით ასეთი ერთეულები დაკარგულად უნდა ჩაეთვალოს დამწერლობის მქონე ენასაც.

გარდა აღნიშნულისა, ბაცბურ-ქართული ორენოვანი სიტუაცია სიტყვათა არქაიზაციისა და დაკარგვის კიდევ ერთ, თავისებურ გზას წარმოგვიჩენს. მისი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მხოლოდ ორენოვანი სიტუაციისათვის არის დამახასიათებელი და შეპირობებულია კონტაქტში მყოფ ენათა შინაარსობრივი სტრუქტურების თვისობრივი სხვადასხვაობით.

ენები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო ლექსიკური ფონდითა და გრამატიკული წყობით. მათ შორის თვალსაჩინო განსხვავებას ქმნის აგრეთვე საგნებისა და მოვლენების სხვადასხვაგვარი დაყოფა და სახელდება. ენის ეს მხარე შინაარსობრივი სტრუქტურის სახელწოდებითაა ცნობილი [2]. დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ კონტაქტში მყოფ ენებს შორის ამ თვალსაზრისით არსებული სხვადასხვაობა გარკვეულ როლს ასრულებს სიტყვათა შექმნისა თუ დაკარგვის პროცესებში. ამჯერად ჩვენ სიტყვათა დაკარგვა გვიანტერესებს.

მიუხედავად ბაცბურზე ქართული ენის მრავალსაუკუნოვანი ინტენსიური გავლენისა, ამ ენებში ჯერ კიდევ შეიმჩნევა გარკვეული განსხვავება საგნებისა და მოვლენების კლასიფიკაციისა და აღწერის თვალსაზრისით. ბაცბურ-ქართული ორენოვნების დღევანდელ საფეხურზე სწორედ ამ რიგის განსხვავებათა გასწორება წარმოებს. ბაცბურ კონტაქტებში, სადაც ქართული ენის შესაბამისი კონტექსტის ფონზე ესა თუ ის სიტყვა უჩვეულოდ გამოიყურება, ხდება წევრების შეცვლა ამ უკანასკნელთან მიახლოებული, ისევ ბაცბური ერთეულებით. ეს ცვლა თანდათანობითი ხასიათისაა და ხორციელდება შეცვლილი ლექსემის არქაიზაციის გზით. სიტყვათა ჩვეულებრივი არ-

ქაიხაიციისაგან განსხვავებით მოძველებულ იერს იძენს სიტყვის გამოყენება ზოგიერთ კონტექსტში, თუმცა ზოგჯერ ამავე მიზეზით სიტყვათა მთლიანი არქაიზაციაც ხდება. ასეთი შემთხვევების შესახებ შეიძლება გვეთქვას, რომ ენის შინაარსობრივი სტრუქტურა წყვეტს სიტყვის ბედს.

დავასახელებთ სათანადო მაგალითებს:

1. დეკარ — გადახდას ნიშნავს და ჯერხანად მტკიცედ დგას ისეთ კონტექსტებში, სადაც მისი ხმარება ქართულის ანალოგიურია. ბაცბურ ენაში ის ქმნიდა ქართულისათვის უჩვეულო ერთ წყვილს: *ჲა დეკარ „ზამთრის გადახდა“* ანუ გატარება. იმის გამო, რომ ქართულში *ზამთრის გატარება* იხმარება და არა *გადახდა*, დღეს ამ კონტექსტში ბაცბები დიკარ — გატარება სიტყვას იყენებენ; ასე მივიჩნევთ ახალი წყვილი *ჲა დიკარ*. იმავე კონტექსტში დეკარ სიტყვას უკვე აშკარა არქაული იერი დაჰკრავს.

2. მაჯარ — გამორთმევას ნიშნავს და ჯერჯერობით უცვლელად იხმარება ყველა კონტექსტში, სადაც მისი გამოყენება გამართლებულია ქართული ენის თვალსაზრისით. ბოლო დრომდე ის დამატებით იხმარებოდა აგრეთვე ბუჟსა „ღამე“ სიტყვასთან და მიღებული წყვილი *ბუჟსა მაჯარ* ცვლიდა ქართულ ენაში ხმარებულ ღამის გატარებას. ახლა აქ მის ადგილს ქართული გატარება ზმნის ზუსტი შესატყვისი დიკარ ცვლის; იტყვიან: *ცჰიჲა ბუჟსა დიკანას* „ერთი ღამე გავატარე“-ო.

3. დეტარ — გასკდომას ნიშნავს ჩვეულებრივ, მაგრამ *ბუბუკ* „ყვავილი“ სიტყვასთან ის ქართული გაიშალა სიტყვის მნიშვნელობას გადმოსცემდა. დღეს უზუსტობა სწორდება და ნაცვლად იმისა, რომ თქვან: *ბუბუკ დატეჲ*, ამბობენ: *ბუბუკ დარჲეჲ*. დარჲეჲ ქართული გაიშალა-ს ზუსტი შესატყვისია.

4. დოლარ — შეძვრომას ნიშნავს, მაგრამ *ჲა „ზამთარი“* სიტყვასთან ის ქართული დადგომა სიტყვის შინაარსსაც ითავსებდა. იხმარებოდა *ჲა დოლჲე* და ნიშნავდა „ზამთარი შეძვრა“, ანუ დადგა. დღეს ამ კონტექსტში აღნიშნული ზმნა *ოთჲარ* „დადგომა“ ზმნით იცვლება და ბილინგვთა ასაკობრივი დონეების მიხედვით იხმარება: *ჲა დოლჲე* ან *ჲა ოთჲე*.

5. დალარ — ამოსვლას ნიშნავს და სხვა მრავალთა შორის იხმარებოდა გამოთქმაში: *ჲა დარჲი ორჲე* დალარ, რაც შავების გახდას, სიტყვისიტყვით კი შავებიდან ამოსვლას ნიშნავდა. დღეს ამ გამოთქმაში მას დღესხარ „გახდა“ შეენაცვლა და გვაქვს: *არჲიჲე დღესხარ* „შავების გახდა“.

ისეთ შემთხვევაში, როცა არ ხერხდება ზუსტი შესატყვისის თვით ბაცბურში დაძებნა, კონტექსტში „უჩვეულო“ სიტყვის ადგილს ქართულიდან ნასესხები სათანადო სიტყვა იჭერს. მაგალითად:

1. ბოფხბარ — ჩაცმას ნიშნავს. ქართულთან შეპირასპირებით ის უჩვეულო იყო გამოთქმაში *დოჲ ბოფხბარ* „ცხენის ჩაცმა“, სადაც ის შეკაზმვის მნიშვნელობით იხმარებოდა. საჭირო გახდა შეუსაბამობის გასწორება, მაგრამ, რადგან ასეთი საგანგებო ტერმინი ბაცბურს აკლდა, დანაკლისი სესხებამ დაფარა. ასე გაჩნდა ახალი წყვილი: *დოჲ შეკაზმადბარ* „ცხენის შეკაზმვა“.

2. დარ — ქმნას ნიშნავს და ბაცბური ენის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო გავრცელებულ ზმნას წარმოადგენს. ქართული ჯვარისწერის შინაარსის გადმოსაცემად თავის დროზე აქ მისი დახმარებით აწარმოეს ჰიბრიდუ-

ლი გამოთქმა ჯორ დარ „ჯვრის ქმნა“. დღეს ისევ ქართული ენის გავლენით აღნიშნული ზმნა ქართულიდან ნასესხები და წერადარ ზმნით შეიცვალა (დარ აქ უკვე მეშველი ზმნაა და საწყისს აწარმოებს). პარალელურად იხმარება: ჯორ დარ/ჯორ დაწერადარ.

3. ჰათხრეფ — ქართული წინა და წინიდან სიტყვების მნიშვნელობით იხმარება გარდა იმ კონტექსტებისა, სადაც ის ქართული მაგივრად სიტყვის შინაარსსაც ითავსებდა. როგორც მოსალოდნელი იყო, შეუსაბამოა გასწორდა, მაგრამ იმის გამო, რომ ბაცბურ ენაში ვერ დაიძენა მისი ზუსტი შესატყვისი, მის ადგილას ქართული ლექსემა ჩადგა. ბილინგვთა ასაკობრივი დონეების მიხედვით გავიგონებთ: სოფ ჰათხრეფ ღობ//სოფ მაგვართ ღობ „ჩემ მაგივრად წადი“.

მსგავსი ტიპის ცალკეული მაგალითების დაძებნა კიდევ შეიძლებოდა. როგორც ვხედავთ, ხდება ბაცბური ენის კონტექსტების გასწორება ქართულ ენაში წარმოდგენილი ვითარების მიხედვით. კონტექსტების შესაბამისობაში მოყვანის აღნიშნული პროცესი დიდი სიზუსტით ხორციელდება. ამ მხრივ საინტერესოა ისეთი შემთხვევები, როცა სიტყვა ერთადერთ კონტექსტს ემსახურება და იქიდანაც იღვევება იმის გამო, ქართულს არა აქვს ასეთი სპეციფიკური ტერმინი. მაგალითად, ბაცბურში გვაქვს ზედსართავი სახელი ცუხან, რომელიც მხოლოდ ცომეულის მისამართით იხმარება და ზედმეტად ფქვილშეზელოლის კონკრეტულ შინაარსს ატარებს; გვაქვს აგრეთვე მისგან ნაწარმოები ნასახელარი ზმნა ცუხანარბარ. ქართულს ასეთი სპეციფიკური ზმნა და ზედსართავი არ გააჩნია და მათ მნიშვნელობებს სქელი და შესქელეზა ითავსებს. ამიტომაც, რომ დასახელებულმა სიტყვებმა დატოვეს თავისი ერთადერთი კონტექსტი და ჩვეულებრივი გახდა გამოთქმები: ცომ სტამბარ და სტამის ცომ, რომლებიც ქართული ცომის შესქელეზა და სქელი ცომის ზუსტ შესატყვისებს წარმოადგენენ.

სიტყვათა დაკარგვის დასახელებული შემთხვევები შეიძლება დავასახლოთ, როგორც აზროვნების ქართული მოდელის გავლენა ბაცბური ენის სათანადო მოდელზე. იმის გამო რომ ბაცბები დღეისათვის სრულყოფილად დაეუფლნენ აზროვნების ქართულ მოდელს, მათ ამ უკანასკნელის შესატყვისობაში მოჰყავთ მშობლიური ენა. გასასწორებელი, შეიძლება ითქვას, რომ ამ მიმართულებით ცოტა დარჩა. გასწორდა ფრაზეოლოგიური ერთეულებიც. ხანდაზმულთა მეტყველებაში აქა-იქ სპორადულად შემორჩენილ ბაცბურ ანდაზებსა და ფრთოსან თქმებს ახალი თაობა აღარ იცნობს. ორიგინალური ბაცბური იდიომატური თქმები იმავე შინაარსის ქართულიდან თარგმნილიმა ერთეულებმა შეცვალა.

მსგელობის დასასრულს შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

1. შედეგის მიხედვით სიტყვათა დაკარგვის ორი სახე გვაქვს:
 - ა) როცა სიტყვა იკარგება ყველა კონტექსტიდან და
 - ბ) როცა სიტყვა იკარგება ზოგიერთი კონტექსტიდან.
2. გამომწვევი მიზეზების მიხედვით კი უნდა განვასხვაოთ იმავე პროცესის სამი სახე:
 - ა) როცა სიტყვის ბედს საგნის ბედი წყვეტს;
 - ბ) როცა სიტყვის ბედს სიტყვა წყვეტს და
 - გ) როცა სიტყვის ბედს ენის შინაარსობრივი სტრუქტურა წყვეტს.

ი. გოგებაშვილის სახ.
თელავის სახელმწიფო პედაგოგიური
ინსტიტუტი

М. М. МИКЕЛАДЗЕ

 РОЛЬ СТРУКТУРЫ СОДЕРЖАНИЯ ЯЗЫКА В ПРОЦЕССЕ
УТРАЧИВАНИЯ СЛОВ

(По материалам бацбийско-грузинского двуязычия)

Резюме

На материале бацбийско-грузинского двуязычия показано, что в условиях двуязычия одним из факторов утрачивания слов является существующая разница в структурах содержания контактирующих языков; приведены примеры, где бацбийские слова стали архаизмами и исчезли из некоторых контекстов потому, что соответствующим контекстам грузинского языка было чуждо их применение.

LINGUISTICS

M. M. MIKELADZE

 THE ROLE OF THE STRUCTURE OF THE LANGUAGE CONTENT
IN THE PROCESS OF LOSS OF WORDS (AS EXEMPLIFIED BY
BATSBIAN-GEORGIAN BILINGUALISM)

Summary

Using the material of Batsbian-Georgian bilingualism, it is shown that in conditions of bilingualism one of the factors of archaization and disuse of words is the difference in the content structures of contacting languages. Examples are cited in which Batsbian words have become archaic and disappeared from certain contexts because their use was unusual in corresponding Georgian contexts.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Чикобава. Ежегодник иберийско-кавказского языкознания. Тбилиси, 1975.
2. Г. Глисон. Введение в дескриптивную лингвистику. М., 1959.



ი. ჯოღობაძე

მოკლე და ნაზალური ხმოვნების საკითხისათვის წოვა-თუშურში
 (ბაცვურში)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 5.7.1977)

წოვა-თუშურ ენაში სპეციალისტები გამოყოფენ ოთხ მოკლე და ხუთ ნაზალურ ფონემატური მნიშვნელობის ხმოვანს (წ, ო, ო, უ; აე, ეე, იე, იე, უე).

როგორც ცნობილია, წოვა-თუშური ენის პირველი გრამატიკა შეადგინა ი. ცისკარიშვილმა (Краткая Тушино-цовская Грамматика, рукопись, 1848) ნ. გრეჩის პრაქტიკული რუსული გრამატიკის მიხედვით (Практическая русская Грамматика, СПб, 1827). იობ ცისკარიშვილის გრამატიკას თან ერთვის სალექსიკონო მასალა და გაბმული ტექსტები. ეს ლექსიკური მასალა საფუძვლად დაედო შიფნერის მონოგრაფიას «ცდა თუშთა ენის შესახებ, ანუ ქისტური კილოს შესახებ თუშეთში» [1].

ი. ცისკარიშვილს არც მოკლე ხმოვნები შეუნიშნავს წოვა-თუშურში და არც ნაზალური; ა. შიფნერმა ამ ენაში დაადასტურა ო და უ მოკლე ხმოვნების არსებობა სიტყვის აბსოლუტურ ბოლოში არაფონემატური მნიშვნელობით.

ი. ცისკარიშვილის ენობრივ მასალაში გრაფიკულად არაა ასახული მოკლე და ნაზალური ხმოვნები, მაგრამ ზოგი ფაქტი მიგვანიშნებს აქ მათ არსებობაზე.

ისეთი სიტყვები, რომლებიც დღეისათვის მოკლე ხმოვნებზე თავდებ-, ი. ცისკარიშვილის მასალაში ორ რიგს ქმნის: აქ ზოგი მათგანი სრულ ხმოვნებზე დასრულებულადაა წარმოდგენილი, ზოგს კი ბოლოკიდური ხმოვანი სრულიად აღარ უჩანს. მაგალ.: ერთი მხრით: ეაშო „ძმა“, დაყო „იდაყვი“, ჩაკო „სკამი“, ქორთო „თავი“, ასე „ხბო“... მეორე მხრით: ბაყ „კეცი“, ზოკ „სოკო“, გაუგ „მუხლი“, ჯაუჯ „მტრედი“, კოჟტ „კატა“ ... დღეისათვის გვაქვს: ეაშო, დაყო, ჩაკო, ქორთო, ასე, ბაყო, ზოკო, გაუგო, ჯაუჯო, კოჟტო...

ამრიგად, ავტორი ხან არჩევს სიტყვის ბოლოს მოკლე ხმოვანს და ხან ვერ არჩევს; როცა ვერ არჩევს, ხმოვანმოკვეცილი სახით წარმოგვიდგენს ასეთ სიტყვას, ხოლო როცა არჩევს, — სრულ ხმოვანზე დამთავრებულად.

აი, რას წერს ა. შიფნერი მოკლე ხმოვნების შესახებ: „ორმარცვლიანი სიტყვის ბოლოს ო და უ თუ უმახვილოა, ისე მოკლედ წარმოითქმის, რომ გაპირვებით გაარჩევს კაცი ხმოვანს“ ([1], § 4).

ა. შიფნერი არას ამბობს ა, ე, ი ხმოვანთა სიმოკლის შესახებ, მაგრამ წოვა-თუშურში მრავალმარცვლიანი სიტყვების ბოლოს მოკლე ო და უ ხმოვნების გარდა, დასტურდება აგრეთვე მოკლე ო და უ, ხოლო ა ხმოვანი უკვალოდ ქრება იმავე პოზიციაში, სადაც სხვა დანარჩენები მოკლდება [2].

ა. შიფნერი წერს: „მიუხედავად იმისა, რომ ორმარცვლიან სიტყვათა მნიშვნელოვანი წილი სახელობითის წარმოებისას უცვლელი რჩება (მაგალ.:

ჩაკო „სკამი“, სტაბო „შემოდგომა“, დაყო „იდაყვი“, ბაკო „ფიჭვი“...), ბევრი მათგანი შემოკლებული ფორმითაც გვხვდება (მაგალ.: ქორთო → ქორთო „თავი“, მარლ'ო → მარლ' „ცხვირი“, ყერო → ყერ „ჭვრიე“, თაბწო → თაბწ „შუბი“, პჰოროა → პჰორ „ვახშამი“). სხვა შემთხვევაში კი მხოლოდ ხმოვანმოკვეცილი ფორმები გვაქვს (მაგალ.: ზერ ← ზერა „ქვა“, მარკ ← მარკა „მარკა“, ლამ ← ლამუ „მთა“) [1], § 100.

ა. შიფნერის ამგვარი მსჯელობა მრავალმარცვლიანი სიტყვების ბოლოს ხმოვანთა მოკვეცის სამ სტადიაზე მოგვანიშნებს:

1. ზოგ სიტყვაში ბოლოიდური ხმოვანი ჯერ არ გამქრალა;
2. სრულ ხმოვანზე დამთავრებული და ხმოვანმოკვეცილი ფორმები ჯერჯერობით პარალელურად არსებობენ;
3. ზოგ სიტყვას საბოლოოდ მოკვეცვა ბოლოიდური ხმოვანი.

თუ ვირწმუნებთ სპეციალურ ლიტერატურაში გამოთქმულ მოსაზრებას ა ხმოვნის უკვალოდ გაქრობის შესახებ ბოლოიდურ პოზიციაში [2], რომელსაც მხარს უჭერს ა. შიფნერის გამონათქვამიც — ზერ, პჰორ, მარკ სიტყვებში ბოლოიდური ა-ს საბოლოო მოკვეცის შესახებ (ლამ სიტყვაშიც საბოლოოდ გაუჩინარებულია ბოლოიდური უ ხმოვანი), მაშინ, ა. შიფნერის მიერ პარალელური ფორმებით მოცემულ ე, ი, ო, უ, ხმოვნებზე დასრულებული სიტყვების ბოლოს უნდა ვივარაუდოთ მოკლე ხმოვნები. დღე ი ს ა თ ე ი ს გ ვ ა ქ ე ს: ქორთო, მარლ'ო, ყერო, თაბწო.

ა. შიფნერმა ასეთი სიტყვები ლექსიკონშიც პარალელური ფორმებით შეიტანა, მაგალ.: ავე, ავ „ნადირი“, ალე, ალ „ბატონი“, კოიტი, კოიტ „კატა“, გარგე, გარგ „ახლოს“, გოგო, გოგ „ბეჭედი“, მარხო, მარხ „მარხვა“... დღე ი ს ა თ ე ი ს გ ვ ა ქ ე ს: აგე, ალე, კუატე, გარგე, გოგე, მარხო.

ამრიგად, ა. შიფნერის მიერ ნაჩვენები ენობრივი მასალა იმასაც გვაფარაუდებინებს, რომ მისი დროისათვის გარდა მოკლე ო, უ ხმოვნებისა, არსებობდა ე და ი მოკლე ხმოვნებიც; ამდენად, მისი დებულება მრავალმარცვლიანი სიტყვების ბოლოს უმახვილო პოზიციაში ო და უ ხმოვანთა დასრულების ანუ დამოკლების შესახებ, მისივე მაგალითების მიხედვით ე, ი ხმოვნებზედაც შეიძლება გავრცელდეს.

ფაქტიურად მოკლე ხმოვნებზე დასრულებული სიტყვების მსგავსად, ი. ცისკარიშვილის ენობრივ მასალაში, ნაზალურ ხმოვანზე გათავებული სიტყვები ხან თავდაპირველ ნ-ს გვიჩვენებენ სიტყვის ბოლოს, ხან უმისოდ წარმოვიდგებოან. მაგალ.: ე რ თ ი მ ხ რ ი თ: დო „ცხენი“, ქარსა „საბელი“, გვირგვი „გვირგვინი“, გაზა „თხა“; მ ე ო რ ე მ ხ რ ი თ: ანბან „ანბანი“, ზაფრან „ზაფრანი“... დღე ი ს ა თ ე ი ს გ ვ ა ქ ე ს: დო, ქარსა, გვირგვი, გაზა, ანბა, ზაფრა.

ცხადია, ორსავე შემთხვევაში ნაზალურ ხმოვნებზე იყო დასრულებული ეს სიტყვები, რომელთაც ბოლოიდური ნ დღესაც ნაზალობის სახითა აქვთ შემორჩენილი წინამავალ ხმოვნებში.

სპეციალურ ლიტერატურაში მიჩნეულია, თითქოს ა. შიფნერს წოვათურში დედასტურების ხმოვანთა ნაზალიზაციის ფაქტი [3]. ეს კი გამოწვეულია ა. შიფნერის მონოგრაფიის § 58-ში წამოყენებული დებულების არაზუსტი გაგებით. აქ იგი წერს: თანხმოვნის დაკარგვის აუსლაუტში გვხვდებით: „სახელობითი ბრუნვის წარმოებისას, როცა უმეტესწილად რ და ნ თანხმოვნები სცილდება ფუძეს, რაც პირველ შემთხვევაში ხმოვნის „გაბუნდოვანებას“ (Trübung) იწვევს იხ. § 99, მაგალ.: პჰუ „ძალი“ ფუძიდან — პჰარ, ბსტუ „ხარი“ ფუძიდან — ბსტარ, წე „ცეცხლი“ ფუძიდან — წარ, შო „წელიწადი“ ფუძიდან — შარ, ბსტუ „ქალი“ ფუძიდან — ბსტუნ, ვე „ღვინო“ ფუძიდან — ვენ, დე „დღე“ ფუძიდან — დენ, ცჰა „ერთი“ ფუძიდან — ცჰან, ში „ორი“ ფუძიდან — შინ (§ 142), მე „ვინ“ ფუძიდან — მენ.

§ 99-ში, რომელზედაც მიუთითებს ავტორი ხმოვნის „გაბუნდოვანების“ დასაზუსტებლად, კვითხულობთ: „სიტყვის ბოლოს ფუძისეული თანხმოვნის მოკვეცის შესახებ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს მოვლენა ყოველთვის როდი იწვევის ფუძისეული ხმოვნის ცვლას, როგორც — პჰუ ← პჰარ „ძალი“, ბსტუ ← ბსტარ „ხარი“, შო ← შარ „წელიწადი“, წე ← წარ „ცეცხლი“ სიტყვები გვიჩვენებს, არამედ პირიქითაც ხდება, მაგალ.: ვე ← ვენ „ღვინო“, დე ← დენ „დღე“, ბსტუ ← ბსტუნ „ქალი“.

როგორც ვხედავთ, ავტორი აქაც რ თანხმოვნის მოკვეცის შედეგად ა ხმოვნის უ -დ შეცვლის შესახებ მსჯელობს და არა ნ თანხმოვნის დაკარგვის შედეგად წინამავალი ხმოვნის ელფერის შეცვლაზე.

ა. შიფნერი Trübung („გაბუნდოვანება“) ტერმინს Schwächung-ის („შესუსტება“) პარალელურად ხმარობს Verstärkung-ის („გაძლიერება“) საპირისპიროდ და მასში გულისხმობს ხმოვნის დაეწროვებას, კერძოდ, ა → ე, ა → უ, ო → უ... მონაცვლეობას.

ა. შიფნერს ხმოვანთა ნაზალიზაციის ფაქტი ვამორჩა მხედველობიდან, თორემ სიტყვის ბოლოს ნ თანხმოვნისა და მისი მომდევნო ხმოვნის მოკვეცის ფაქტი ცნობილი იყო მისთვის: „უცხო სიტყვებში ნ მომდევნო ხმოვანთან ერთად სცილდება ფუძეს, მაგალ.: გუთა ← გუთანი, მელა ← მელანი, მღივა ← მღივანი, საპო ← საპონი, საღვი ← საღვინე, ტარხუ ← ტარხუნა (§ 59).

ა. შიფნერს ხმოვანთა ნაზალიზაციის შესახებ არც მაშინ უთქვამს რამე, როცა ისეთ მორფოლოგიურ კატეგორიებს განიხილავდა, სადაც უეჭველად მონაწილეობს ნაზალური ხმოვანი.

1. ა. შიფნერი ხუთივე ხმოვნის დახსიათებისას მიუთითებს, რომ ისინი ზედსართავი სახელების აუსლაუტში დასტურდება (§ 10—15); ო ხმოვნის მიმართ კი საგანგებოდ აღნიშნავს: „მრავალმარცვლიანი სიტყვების ბოლოს იგი იკარგება... მაგრამ რალაც მკვიდრი, მყარი ბუნებისაა იგი ზედსართავებთან (§ 14).

ავტორის დაკვირვება ზედსართავებში ო ხმოვნის სიმყარის მიმართ აიხსნება მისი ნაზალურობით. ცნობილი დებულების თანახმად, ზედსართავი სახელები იწარმოება ნაზალური ხმოვნებით, რაც ხელს უშლის მათ დამოკლებას.

2. ნათესაობითი ბრუნვის ნიშნებად ავტორი ი და ე ხმოვნებს ასახელებს (§ 102). ცნობილია, რომ ნათესაობითის სუფიქსებია ნაზალური ი და ე.

3. ინფინიტივის სუფიქსად ა ხმოვანს თვისის (§ 200) მაშინ, როდესაც ინფინიტივს ნაზალური აჲ აწარმოებს.

4. ნამყო წყვეტილის დაბოლოებად ი და ე ხმოვნებს მიიჩნევს, ფაქტიურად კი ეს ხმოვნები ნაზალურია.

5. სიტყვის ფუძეზე ე კავშირის დართვის შედეგად გამოვლენილი ნ თანხმოვანი ჩართულად, განვითარებულად მიაჩნია (§ 61). სინამდვილეში ეს ის ფუძისეული ნ-აა, რომელიც ნაზალობის სახით არსებობდა წინამავალ ხმოვანში.

ნაზალური ხმოვნები რომ ა. შიფნერის დროისათვის უკვე ჩამოყალიბებული იყო, ამას ცხადყოფს მის მიერ ნ თანხმოვნის მოკვეცის ფაქტის აღნიშვნა: რადგანაც მათი წარმოშობა სწორედ ამ ფონეტიკურ პროცესთანაა დაკავშირებული.

ფაქტიურად ნაზალურ ხმოვნებზე დასრულებული სიტყვები ა. შიფნერის ნაშრომში ჩვეულებრივ ხმოვნებზე დასრულებულად წარმოგვიდგება: აღმია „აღამიანი“, დო „ცხენი“, ქარსა „საბელი“, ქოთა „ქოთანი“, უჩი „უჩინო“, აფე „მწვანე“... უ ნ დ ა ი ყ ო ს: აღმიას, დოს, ქარსას, ქოთას, უჩის, აფეს...

მხოლოდ რამდენიმე სიტყვას ვხედავთ ა. შიფნერის ლექსიკონში, რომლებიც ნაზალური ხმოვნების ნაცვლად თავდაპირველი ნ-თი თავდება. ესე-

ნია: ანბან „ანბანი“, ენ „ჩრდილი“, გონ „გონი“, ღან „სიზმარი“, წვენ „წვენი“, ზაფრან „ზაფრანი“ პჰან „ფრთა“. დღეისათვის გვაქვს: ანბან, ე, გონ, ღან, წვენ, ზაფრან, პჰან.

„ჩაჩხური ენის შტუდიებში“ ა. შიფნერი ორ ნაზალურ ბგერას გამოყოფს — *n*-სა და *ŋ*-ს, გამორიცხავს რა ამ უკანასკნელის არსებობას თუშურში: „ჩაჩხურსა და თუშურში თითქმის ერთნაირი ბგერები გვაქვს, ოღონდ თუშურში არ არის მსუბუქი ნაზალი *n*, რომელიც ჩაჩხურში სიტყვის თავსა და ბოლოში დასტურდება“ [4].

ამრიგად, ვერც ჩაჩხურთან შედარებამ მიიყვანა ა. შიფნერი წოვა-თუშურში ნაზალური ხმოვნების დადასტურებამდე.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 7.7.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

И. Ш. ДЖОЛБОРДИ

К ВОПРОСУ О КРАТКИХ И НАЗАЛЬНЫХ ГЛАСНЫХ В ЦОВАТУШИНСКОМ (В БАЦБИЙСКОМ) ЯЗЫКЕ

Резюме

Специалисты в цова-тушинском языке выделяют четыре кратких и пять назальных гласных (*ē, ī, ō, ū; aⁿ, eⁿ, iⁿ, oⁿ, uⁿ*).

Как известно, первая грамматика цова-тушинского языка принадлежит И. Цискаришвили (рукопись, 1848 г.), а первая монография, составленная на его лексическом материале—А. Шифнеру (1856 г.). Лексический материал, данный в этих трудах, свидетельствует о наличии кратких и назальных гласных в этом языке, однако графически ни в одной из этих работ они не отобразены.

LINGUISTICS

I. Sh. JOLBORDI

CONCERNING SHORT AND NASAL VOWELS IN THE TSOVA-TUSHI (BATSBIAN) LANGUAGE

Summary

Specialists in Tsova-Tushi language identify four short and five nasal vowels (*ē, ī, ō, ū; aⁿ, eⁿ, iⁿ, oⁿ, uⁿ*).

As is known the first grammar of Tsova-Tushian belongs to Iov Tshkar'shvili (manuscript, 1848), and the first monograph compiled on his lexical material to Anton Schifner (1856). The lexical material given in these studies points to the presence of short and nasal vowels in this language; however, they are not represented graphically in either of these works.

In the special literature Schifner was credited with establishing the fact of nasalisation of vowels in Tsova-Tushian, but this appears to have been due to an inexact interpretation of one of his statements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Schifner. Versuch über die Tausch-Sprache, oder die Khistische Mundart in Thuschetien, St-Petersburg, 1856.
2. ი. ჯოლბორდი, VIII, თბილისი, 1956, 469—478.
3. Ю. Д. Дешериев. Батсбийский язык. М., 1953.
4. A. Schifner. Tschetschenzische Studien, St-Petersburg, 1864.

შ. აზრილონიძე

ფონეტიკურ-მორფოლოგიური ცვლილებები და ლექსიკური მნიშვნელობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიურმა 22.6.1977)

§ 1. ჰომორგანული, კერძოდ, სიბილანტური კომპლექსების (სზ, სჟ) გამოთქმის სიძნელე სამართლიანადაა მიჩნეული -ზე და -ში თანდებულდართულ სახელებში მიცემითი ბრუნვის ნიშნის დაკარგვის მიზეზად ([1], გვ. 75). მაგრამ ეგვევი მიზეზი არ უქმნის დაბრკოლებას ვის და მას ნაცვალსახელურ ფორმებს ამ თანდებულთა ხლებსას: ვისზე, ვისში; მასზე, მასში. საქმარისია ამ უკანასკნელს (მა ფუძეს) დაერთოს დეიქტური ნაწილაკები (ა-, ი-), რომ ზემოაღნიშნული დაბრკოლება კვლავ აღდგეს თავის უფლებებში: ამასზე, ამასში; იმასზე, იმასში.

ეგვევი ნაცვალსახელები მოქმედებით და ვითარებით ბრუნვათა პირველად ფორმებს ვერ აწარმოებს ვერც ერთ რიცხვში. დასტურდება მხოლოდ მით ფორმა (აკვია: ვით, ვიდ, მად), მაგრამ პრაქტიკულად იგი იხმარება ან პოეზიაში (მარცვალთა საჭიროებისათვის) ან მყარ შესიტყვებებში: მით უმეტეს, მით უფრო... პირის ნაცვალსახელების ბრუნვათა სისტემაში ოპოზიციას იგი არა ქმნის. როგორც კი მას დეიქტური ნაწილაკები წარემძღვარება, მაშინვე დაუბრუნდება თავისუფალ შესიტყვებებში მონაწილეობის უნარი (ამით, იმით; ამად, იმად). ამ ნაწილაკთა გარეშე ხსენებული ნაცვალსახელები თავიანთ მნიშვნელობას მხოლოდ ორმაგი ბრუნების გზით გვაგებინებენ (ვისით, ვისად; მისით, მისად).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ვი და მა ელემენტები ფუძეებად მხოლოდ იწოდებიან, მათ ლექსიკურ მნიშვნელობას კი ბრუნვის ნიშნისეული თანხმონები (ნ. ს) ან დეიქტური ნაწილაკები (ა-, ი-) გვითვალსაზიროებენ.

მაშასადამე, აღნიშნულ ნაცვალსახელთა ლექსიკური მნიშვნელობების სიცხადისათვის მათი სტრუქტურა, სულ ცოტა, სამბეგროვანი უნდა იყოს: *cvc* (ვინ, ვის; მან, მას) ან *vcv* (ამა, იმა).

§ 2. -ვით თანდებული სამი ბრუნვის მხლებლადაა მიჩნეული ([1], გვ. 70): სახელობითის, მიცემითის და ნათესაობითისა. ამ უკანასკნელზე სალიტერატურო ქართულმა საბოლოოდ იღო ხელი. დანარჩენი ორი ბრუნვიდან სახელობითში მხოლოდ თანხმონეფუძიანი სახელები დგას, მიცემითის ხმარების არე კი უფრო ვრცელია და პერსპექტიულიც [2-4] (შდრ. [5]).

-ვით თანდებულთან სახელობითში წარმოდგენილ საზღვრულთან ჩვენებითი ნაცვალსახელის შეუთანხმებლობა (არ შეიძლება: ეს კაცივით) ექვემდებარება ნომინატივის საკითხს [2]. მართლაც: ა) თანდებულის დართვა სახელობითზე „უჩვეულოა ქართული თანდებულისათვის და საერთოდ წინდებულების მქონე სხვა ენებისთვისაც“ [6]; ბ) ზმნიზედურ-კავშირული წარმოშობა -ვით ელემენტისა არაფერს ამბობს ოდენსახელობითის სასარგებლოდ, რადგან ამ ელემენტთან სახელი იხმარება ყველა ბრუნვაში, გარდა წოდებითისა; გ) ფუნქციური ანალოგები (-ებრ, დარად, მსგავსად) ნათესაობითს მოითხოვს [7]: მგლებრ, და არა მგელებრ (შდრ. [1]), გვ. 603); მიცემითსა და ნათესაობითს ყველაზე მეტი საზიარო თანდებულები დაერთვის [3,8]. ამიტომ გარკვეულ შემთხვევებში ამ ბრუნვათა ფორმები შეიძლება და ომორფორული გამხდარიყოს: ი, ო, უ ხმოვნებზე ფუძეგათავებულ ანელა-

ტივებში, ყველა ფუძემოენიან ანთროპონიმში და ა ხმოვნით ნაწარმოებ სახელებში. სავარაუდებელია, რომ ომოფორმულობის თავიდან ასაცილებლად ენამ მორფოლოგიური დისიმილაციის გზა იპოვა: თანხმოდანფუძიანებთან დატოვა ის ფორმა, რომელიც განამსგავსებდა ნათესაობის მიცემებისგან, ე. ი. -ის ა ელემენტიდან დატოვა ი ელემენტი, რასაც ნომინატივის შიბბე-ჭდილება უნდა შეექმნა. თუ გავიხსენებთ იმასაც, რომ სახელობით და მიცემით ბრუნვათა აღნიშნული დისტრიბუციის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად მიჩნეულია მოქმედებითისა და -ვით თანდებულის ფორმათა აღრევის საფრთხე (მდრ.: ხევი-ით და ხე-ვით [7]), ცხადი გახდება, რომ ფორმალურ დიფერენციაციამე თავისი წვლილი შეაქვს ენის ლექსიკურ-სემანტიკური „თავდაცვის უნარს“

§ 3. სახელებში სონანტების წინამავალი ა, ე, ო ხმოვნების კუმშვის წესი იზღუდება ერთმარცვლიან *cvc* სტრუქტურის მქონე სახელებში: „ერთმარცვლიანი სახელური ფუძეების კუმშვა მეორეულია“ [9]: ქარ-ის, ქერ-ის, ქორ-ის... ცალკეულ გამონაკლისებს ახსნა ეძებნება. საინტერესოა, რომ ამაღამდ კუმშვად ბალ ფუძე ადრე არ იკუმშებოდა, რასაც ადასტურებს ტოპონიმური მასალა: ბალისხიდი (მდრ. ტიპოლოგიურად ზანური ბულიშხიჯი). საკმარისია ისინი გავართულოთ—ზოგჯერ თუნდაც ერთი ბგერით—, რომ კუმშვის პროცესს გზა გაეხსნას: ვალის—კვლის, ველის—შვლის, სარის—ისრის, ბანის—უბნის, ზარის—ბაზრის, კარის—ჭიშკრის და ა. შ. მამასადამე, ყოველი სახის დავრძელება — ხმოვნის, თანხმოვნის, კომპლექსის დამატება, კომპოზიცია — ხელსაყრელი პირობებია კუმშვის პროცესის აქტივიზაციისათვის. „სიტყვის სიგრძეს უეჭველად გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს: რაც უფრო მოკლეა სიტყვები ენაში, მით უფრო მეტი იქნება ომონიმები“ (ულმანი. დამოწმებულია [10]). მართლაც, *cvc* სტრუქტურის სახელთა კუმშვის შემთხვევაში მივიღებდით ასეთი სახის ომონიმებს: სარის ფორმა შეიძლება ყოფილიყო სარ, სერ, სრა ფუძეთა ნათესაობითის ფორმა, ბრის — ბარ, ბერ, ბრა ფუძეებისა და ა. შ. ამას უნდა დავმატოს შესაძლო ზმნური ფორმა -ი თემისნიშნაანთა აქტივისა. მაგ., ცლის ზმნა ომონიმურად შეიძლება დაუკავშირდეს ცალ, ცელ სახელურ ფუძეებს და ცლა საწყისის (ნათ. ბრუნვაში). ომონიმური დამთხვევის შესაძლებლობას ქმნის ყველა ამ რიგის ზმნა: ქრის, ხრის, ცრის, შლის, ჭრის, გვრის და მისთ.

აქვე მოსახსენიებელია კუმშვა-უკუმშველობა პოლისემიური თუ ომონიმური სიტყვების დიფერენცირების მიზნით: თვლის — თვლის, წელის — წლის; ნაწარმოებ სახელებში: ხანოვანი (ხანგრძლივი) — ხნოვანი (ხნიერი) [11]. შემთხვევითი არც ის უნდა იყოს, რომ ნაცვალსახელი ყველა ბოლოუკვეცილთა ტიპს ეკუთვნის: კვეცის შემთხვევაში მისი ნათესაობითის ფორმა დაემთხვეოდა ყველა სახელის ამავე ფორმას. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ყველა მიღებული უნდა იყოს ყოველ-ისაგან, და არა ყოველ-საგან (ა დაბოლოება გაჩნდებოდა მას შემდეგ, რაც დაიკარგებოდა ფუძისეული ო ხმოვანი), დიფერენცირება კანონზომიერი მოგვეჩვენება.

ორაზროვნების საფრთხე სახელებში მიკროგუფების განაწილებასაც არეგულირებს: ნათესაობითი ურთიერთობის აღმნიშვნელი სახელი დედა, თუ ის საზოგადო სახელის ფუნქციით იხმარება, ბოლოუკვეცადი (დედაის დარიგება), ხოლო საკუთარი სახელის ფუნქციის შექმნას იგი ბოლოუკვეცილთა რიგში გადაჰყავს (დედას სათვალე—დედაჩემის სათვალე); ასევე, მდრ. აპელატივი ბიჭი, მოთხრ. ბიჭმა და საკუთარი სახელი ბიჭი, მოთხრ. ბიჭი-მ. დიფერენცირების ტენდენცია ჩანს სოციალური შინაარსით დატვირთულ გორა ტერმინსა („...მოსახლეობის სახე გორა“ [12] და ორდინარულ გეოგრაფიულ გორი ტერმინს შორის მრავლობითში ხმარებისას: გორაები (←გორა), მდრ. გორები (←გორი).

ზემოჩამოთვლილი მავალითები ადასტურებს, რომ ლექსიკის ფონეტიკურ დახასიათებასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ლექსიკოლოგიური საკითხი ომონიმისა [10].



§ 4. ბოლოს, ამავე საკითხთა წრეში შეიძლება მოექცეს ზმნური ფუძის ღრეკის საკითხიც. ღრეკად და არაღრეკად ფუძეთა შედარება ამ კუთხით წარმოაჩენს ერთ კანონზომიერებას: *cvc* სტრუქტურის შქონე სონანტიანი ფუძეები არ იღრეკება, თუ ისინი ქცევის ნიშნებით ან ზმნისწინებით არ არიან გართულებულნი (შდრ. [13, 14]. იქერ-ს (მაგრამ არა: ჰერ-ს) აქედან: დაიქირა; აჩენ-ს (მაგრამ არა: ჩენ-ს) აქედან: გააჩინა; ადენ-ს (მაგრამ არა: დენ-ს), აქედან: აღინა და მისთ. სამაგიეროდ, წეწ-ს — წეწ-ა, ჩეჩ-ს — ჩეჩ-ა, წერ-ს — წერ-ა და ა. შ. შდრ.: გრეხ-ს — გრეხ-ა, ღრეკ-ს — ღრეკ-ა და მისთ. მასხა-დამე, ფუძის ღრეკა მაშინ არის შესაძლებელი, როცა ბგერათა რაოდენობა (მინიმუმ სამი ბგერა) საკმარისია ლექსიკური მნიშვნელობის შესანარჩუნებლად. თუკი ფუძისეული ე ხმოვანი ცალი თანხმოვნების შუაშია მოქცეული და შესაბამის დროით ნაკვეთებში ი-ში გადადის, ლექსიკური მნიშვნელობის შენარჩუნება მორფოლოგიური ფუნქციის მატარებელ ხმოვანს აკისრია.

სიმპტომატურია ისიც, რომ იდენტური შედგენილობის -ავ თემისნიშნითა კუმშვადი და უკუმშველი ფუძეების არსებობა მიჩნეულია მორფოლოგიური ომონიმისაგან დაზღვევის საშუალებად (შეკრავ, შევერავ) ([14], გვ. 94).

ყველა გაანალიზებული შემთხვევა ერთი საერთო ტენდენციის გამოსავლენად იყო მოხმობილი: ყოველგვარ ლექსიკურ გაბუნდოვანებას, ორაზროვნებას, ასემანტურობას ენა გარკვეული დამცველი საშუალებებით ებრძვის. ყველა ჩამოთვლილი საშუალება მოწოდებულია ენობრივ ერთეულთა ლექსიკური მნიშვნელობის სტაბილიზაციისათვის.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 30.6.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ш. Т. АПРИДОНИДЗЕ

ФОНЕТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И
ЛЕКСИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Резюме

В статье рассмотрен ряд фонетических и морфологических изменений (редукция, усечение, аблаут...), влияющих на лексическое значение слов. Ограничения в этих изменениях квалифицируются как защитное средство языка для предотвращения всякого рода лексической неясности, для разграничения омонимов, полисемантических слов, вообще, для стабилизации лексико-семантического значения.

LINGUISTICS

Sh. T. APRIDONIDZE

PHONETIC-MORPHOLOGICAL CHANGES AND LEXICAL MEANING

Summary

The article describes the interaction between some phonetic and morphological changes (syncope, apocope, ablaut) and the lexical meaning of words. Constraints on these changes are explained as a means of avoiding any lexical ambiguity, of differentiating homonyms, polysemantic words, etc.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები, 1. თბილისი, 1973.
2. თ. შარაძენიძე. თსუ შრომები, X, 1939, 157—158.
3. ი. გიგინეიშვილი. ზანამედროვე ქართული სალიტერატურო ენის ნორმები, 1. თბილისი, 1970, 104—105.
4. ზ. ჯაფარიძე. ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები, 3, 1963, 95—96.
5. ი. იმნაიშვილი. „ციცქარი“, 11, 1974, 137—146.
6. ა. მარტიოხოვეი. იპმ, 1, 1946, 236.
7. თ. კვაჭანტირაძე. „მაცნე“, ენისა და ლიტერატურის სერია, 1, 1977, 103.
8. კ. კეკელიძე. საქ. სსრ მეცნ. აკად. შობამე, III, 2—3.
9. თ. უთურგაიძე. ქართული ენის ფონემატური სტრუქტურა. თბილისი, 1976, 183.
10. ბ. ფოჩხუა. ქართული ენის ლექსიკოლოგია. თბილისი, 1974, 84.
11. ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი, VIII. თბილისი, 1964.
12. ნ. ბერძენიშვილი. საქართველოს ისტორიის საკითხები, VIII. თბილისი, 1975, 25.
13. ი. კალაძე. თსუ სტუდენტთა XX სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისები, 1958, 112, 113.
14. ფ. ერთელიშვილი. ზმნური ფუძეების ფონემატური სტრუქტურისა და ისტორიის საკითხები ქართულში. თბილისი, 1970.

8. შანიძე

ვახუშტი ბაგრატიონის ცნობა ღვთისმეტყველების ხუთ წიგნად დაყოფის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. შანიძემ 1.7.1977)

ვახუშტი ბაგრატიონი თავისი საისტორიო ნაშრომის შესაძენად გამოყენებულ წყაროთა ჩამოთვლისას რამდენიმე წიგნს ასახელებს. ერთ-ერთი მათგანი, მისი სიტყვით, ყოფილა „დავითნი მესხური, ხუთ წიგნად განყოფილი“ ([1], გვ. 895). ვახუშტის თხზულების წყაროთა ძიებისას აღრევე მიიქცია ყურადღება ე. წ. „მესხურმა მატინამ“. ეს ქრონიკა, რომელიც ამჟამად თავ-ბოლო-ნაკლულია, მიწერილია დავითნის XVI ს. ხელნაწერის ბოლო, თავისუფალ ფურცლებზე (ხელნაწ. ინსტ. Q-947). თვითონ დავითნისა მხოლოდ ნაშთიდა არის დარჩენილი: ხელნაწერის 15 ფურცლიდან 12 უჭირავს ქრონიკას, 3 კი გალობებს (8,1-დან), რომლებიც დავითნის ხელნაწერებში ჩვეულებრივ ფსალმუნებს მოსდევს ხოლმე. ვახუშტის ისტორიული ნაშრომის კავშირი „მატიანესთან“ თავიდანვე არ ყოფილა სადავო, მაგრამ Q-947 ხელნაწერის ნაკლულობა-დაზიანებულობის გამო მასთან დაკავშირებული მრავალი საკითხი გარკვევას მოითხოვდა. ი. ჭავჭავაძის ვარაუდობდა, რომ ვახუშტს ხელთ ჰქონდა „მატიანის“ უფრო სრული დედანი, რომელიც ხუთ წიგნად იყო გაყოფილი ([2], გვ. 270, 275). გამოკვლევაში, რომელიც სამხრეთ საქართველოს ისტორიის საკითხებს ეხება, ქ. შარაშიძემ გაიზიარა ჩვენი მოსაზრება, რომ ვახუშტის სიტყვები „მესხური დავითნის“ ხუთად გაყოფის შესახებ, შესაძლოა, შეეხებოდა არა თვითონ ქრონიკას, არამედ ფსალმუნის იმ ხელნაწერს, რომელსაც ერთოდა ეს ქრონიკა ([3], გვ. 110). შემდგომში გამოვლინებული ახალი მასალები ადასტურებს ამ ვარაუდს.

დავითნი ებრაული ბიბლიის კანონიკურ ტექსტში (ე. წ. მასორაში) ხუთ წიგნად არის გაყოფილი. ეს დაყოფა შედარებით აღრეულია, თუმცა იგი პირველადი არ არის. ფსალმუნთა წიგნმა საზოგადოდ დიდი ცვლილება განიცადა, განსაკუთრებით კი მასორის რედაქტორების ხელში; კუმრანის ტექსტებში გამოავლინა, რომ მასორაში შეცვლილია კანონიკურად ცნობილი ფსალმუნების ტექსტი, რაოდენობა და რიგი ([4], გვ. 35). ფსალმუნთა წიგნის ებრაული ტექსტი მასორაში შემდეგნაირად იყოფა: I: ფს. 1—41 (ბერძნული და ქართული სათვალავით 40); II: 42(41)—72(71); III: 73(72)—89(88); IV: 90(89)—106(105); V: 107(106)—150([5], გვ. 367). თითოეული წიგნის ბოლოში ტექსტში შეტანილია ე. წ. დოქსოლოგია („დიდება“). იგი მოწმობს, რომ ებრაული ფსალმუნის ხუთივე ნაწილი (წიგნი) თავდაპირველად წარმოადგენდა ცალკე კრებულს, რომელიც მღვდელთმსახურებისათვის იყო განკუთვნილი. მეხუთე წიგნის ბოლო 150-ე ფსალმუნი კი მთლიანად წარმოადგენს „დიდებას“—შდრ. ქართული ტექსტის 40,14; 71,18—19; 88,53; 105, 48 და 150-ე ფსალმუნი.

დავითნის ტექსტის დაყოფა ხუთ წიგნად უძველესი ბერძნული თარგმანის—სეპტუაგინტის ებრაულ დედანებში უკვე უნდა ყოფილიყო. მართალია, ბერძნულში ცალ-ცალკე წიგნებს არა აქვთ თავ-თავისი სათაური, მათი რიგის მაჩვენებელი, როგორც ებრაულში, მაგრამ ყველა სათანადო ადგილზე დოქსოლოგია ტექსტში არის შეტანილი. ათანასის ალექსანდრიელი, ევსევი კესარიელი და სხვა ბიზანტიელი ავტორები ფსალმუნთა წიგნის შესახებ 48. „მოამბე“, ტ. 87, № 3, 1977

მსჯელობის დროს ხშირად ახსენებენ ებრაული ფსალმუნის დაყოფას ხუთ წიგნად და ცდილობენ გაარკვიონ მისი მიზეზი.

ფსალმუნთა წიგნის ქართულ ტექსტში ამგვარი დაყოფა ჩვეულებრივ არ გვხვდება; იგი არ არის უძველეს ხელნაწერებში, მაგრამ ნათარგმნი და ორიგინალური ეგზეგეტიკური ლიტერატურა მოწმობს, რომ ძველად საქართველოში ფსალმუნთა წიგნის ხუთად დაყოფას კარგად იცნობდნენ. „მცხეთის დავითის“ (A-38) ანონიმურ დანართებში ნათქვამია: „ხუთად წიგნად განჰყოფენ იგინივე ებრაელთა ყრმანი პირველით ფსალმუნით... ხოლო მეორედ წიგნად — მა ფსალმუნითგან...“ (ეს ნაწილი, შესაძლოა, ეპიფანე კუპრელის თხზულებიდან იყოს ამოღებული, [6], გვ. 459). ასეთივე მსჯელობა მოიპოვება აგრეთვე „შატბერდის კრებულის“ (S-1141, X ს.) იმ ნაწილში, რომელიც მ. ჯანაშვილმა დაბეჭდა „სასწავლო წიგნის“ სახელწოდებით: „დავითსაცა მ წიგნად განჰყოფენ პირველით ფსალმუნითგან, რომელ არს „ესრია“, რომელ გამოითარგმანების: ნეტარ არს...“, ოღონდ გამოცემაში ე-ს მაგიერ დაბეჭდილია ი ([7], გვ. 128). ებრაულ ფსალმუნთა რიგისა და მათი ხუთ წიგნად დაყოფის შესახებ წერს ეფრემ მცირეც შესავალში, რომელიც მან წაუშმძღვარა მის მიერ შედგენილ ფსალმუნთა თარგმანებს ([8], გვ. 98).

ყველაფერი ეს იძლეოდა საფუძველს, გამოგვეთქვა ვარაუდი, რომ დავითის ხუთ წიგნად დაყოფა რეალურად უნდა ყოფილიყო ნაჩვენები იმ ქართულ ხელნაწერსა თუ ხელნაწერებში, რომლებსაც ვახუშტი იყენებდა. ასეთ შემთხვევაში ისტორიკოსს საგანგებოდ უნდა აღინიშნა ეს დაყოფა, როგორც ქართული პრაქტიკისათვის უჩვეულო, რადგან იგი მის მიერ გამოყენებულ დავითის ხელნაწერს სხვებისაგან განასხვავებდა. მართლაც, წიგნებად დაყოფა გამოვლინებული იყო XVI ს. S—2602 ხელნაწერში ([3], გვ. 111). წიგნის დასაწყისი და დასასრული ნაჩვენებია II—III და III—IV წიგნებისათვის; იქ, სადაც I—II წიგნებისათვის საჭირო აღნიშნვა უნდა იყოს, ტექსტს აკლია, ხოლო IV—V შესახებ მოსალოდნელ ადგილას არაფერია ნათქვამი.

ირკვევა, რომ დავითის წიგნებად დაყოფის მეტ-ნაკლებად თანმიმდევრული ჩვენება სხვა ქართულ ხელნაწერებშიც მოიპოვება. ესენია: H-1717 (XV—XVI სს.), მესტიის მუხ. № 7 (XV—XVI), A-782a ((XIII—XIV), A-211 (XVI), A-429 (XVII), A-582b (XVII). ამასთან პირველი ორი სამხრეთ საქართველოსთან კავშირს ამჟღავნებს: ორივეში არის ცნობები ათაბაგთა სახლის წევრების შესახებ. H-1717-ში სულთა მატეიანის ამჟამად ბოლონაკულ ფრაგმენტში ჩამოთვლილია ყვარყვარე II, მისი მეუღლის დედისიმედის, შვილებების ბაადურის, ქაინოსროსა [და მზეჭაბუკის] გარდაცვალების თარიღები და წლოვანება ([9], გვ. 203). ასეთივე ქრონიკა ერთვის მესტ. № 7 ხელნაწერს, თანაც იგი ავსებს H-1717-ის უქანასკნელ ბოლონაკულ ჩანაწერს: „წელთა დასაბამითგანთა შუდიათას ოცდასამსა, ივნისსა ხუთსა, მესტ. ვ, დღესა სამშაბათსა, ჟამსა მზის ამოსლვისასა, ძმად მათი, ღმრთის მოყუარე, მკნე, უძ (აქ წყდება H-1717) ლეველი, მკედარი განთქმული, ახოვანი ბრძოლათა შინა, ყოვლითურთ და ყოვლადვე უმჯობესი კაცთა ამ ჟამისათა, სრული საღმრთოთაცა შინა და საკაცობოთა, პატრონი მზეჭაბუკ, რომელი მონაზონ იქმნა და ეწოდა სახელად იოაკიმ და მერმე სქემოსან იქმნა და ეწოდა იაკობ, რომელმან განვლო მდენი ესე...“ (წყდება). სვანური ხელნაწერი არა მარტო ავსებს H-1717-ს, არამედ ახალ ცნობასაც გვაწვდის მზეჭაბუკის შესახებ: მას ბერობაში ჯერ იოაკიმი პრქმევი, იაკობი კი სქემის მღვდლის შემდეგ. მისი დახასიათება სიტყვა-სიტყვით ემთხვევა ქაინოსროსას (მღრ. [9], გვ. 199).

დავითის წიგნებად დაყოფა ორივეში ასეთია: „დაესრულა მეორე წიგნი ფსალმუნთაჲ. მესამე წიგნი ფსალმუნთაჲ (ოა ფს. დასაწყისთან, უნდა ყოფილიყო მის ბოლოში); „დაესრულა მესამე წიგნი ფსალმუნისა“ (პე ფს. დასაწყისთან, უნდა ყოფილიყო პჲ ფს. ბოლოში). ეს აღნიშვნები ორივეში გადამწერს ეკუთვნის. შეცდომების მიზეზი, ალბათ, ის არის, რომ ასეთი დაყოფა საყოველთაოდ ცნობილი არ იყო, თანაც მოგვიანო ხანებში გადა-

მწერებს ბუნდოვანი წარმოდგენა უნდა ჰქონოდათ ებრაულ და ბერძნულ-ქართულ ნუმერაციათა განსხვავებულობის შესახებ.

ამ ორ ხელნაწერს კიდევ ერთი საერთო ნიშანი აქვს: 103,17 მუხლთან („მუნ სირთა ბუდე-იღვან, და ჰეროდიაჲს სამკვდრებელი შერაცხილ მათდა“) მიწერილია გიორგისეული რედაქციის ტექსტის ვარიანტი („მუნ მფრინველთა მართუე-ისხან, და ბუდე ყარყატთაჲ შერაცხილ მათდა“) შენიშვნით: „ორივე გიორგის თარგმნილია, ერთი, რომელიცა გინდეს, თქუთ“. ასეთი შენიშვნაც უჩვეულოა და ესეც მიუთითებს ამ ორი ხელნაწერის საერთო წარმომავლობაზე, ათაბაგთა ქრონიკის შეტანა კი მას სამხრეთ საქართველოდან გვავარაუდებინებს. მართალია, ვახუშტი არ იცნობდა უშუალოდ ამ ქრონიკას: ზემოხსენებულ პირთა გარდაცვალების თარიღები ვახუშტის ისტორიაში განსხვავებულია ([9], გვ. 203). მაგრამ ათაბაგთა სახლის წევრთა მოსახსენებლების დართვა წიგნებად დაყოფილი დავითნის ტექსტზე გვაფიქრებინებს, რომ დავითნის წიგნებად დაყოფის ტრადიცია თუ პრაქტიკა მართლაც ცნობილი იყო სამხრეთ საქართველოში და რომ ასეთი ხელნაწერები სხვაც არსებობდა. შესაბამისად, ვახუშტის სიტყვები გულისხმობს ხუთ წიგნად დაყოფილი დავითნის ხელნაწერს, რომელსაც ერთოდა მის მიერ გამოყენებული ისტორიული ქრონიკა — „მეცხური მატიანე“.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტი

(შემოვიღა 1.7.1977)

ФИЛОЛОГИЯ

М. А. ШАНИДЗЕ

СООБЩЕНИЕ ВАХУШТИ БАГРАТИОНИ О ДЕЛЕНИИ ПСАЛТЫРИ НА ПЯТЬ КНИГ

Резюме

Деление Псалтыри на пять книг, хорошо известное в грузинской экзегетической литературе, в самих списках грузинской Псалтыри встречается редко. Подобное деление имеется в рукописях Псалтыри, происходящих из Южной Грузии, о чем свидетельствует наличие в них фрагментов из хроники местных правителей — Атабагов. Слова историка Вахушта, упоминающего использованную им в качестве источника «Месхскую Псалтырь, деленную на пять книг», относятся не к исторической хронике, внесенной в список, а к самой Псалтыри.

PHILOLOGY

M. A. SHANIDZE

VAKHUSHT'S EVIDENCE ON THE DIVISION OF THE PSALTER

Summary

The division of the Psalter into five books, though well-known in Georgian exegetical literature, is usually not to be found in the text of the Georgian Psalter. Lately MSS. in which the text is divided into books have come to light. Some of these MSS. are of southern origin, and contain fragments from the chronicles of the Atabag house. Therefore, the words of Vakhusht concerning "The Meskhian Psalter, divided into five books" are to be understood as referring to the MS. of the Psalter to which the chronicles used by him were attached and not to the latter.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვახუშტი ბაგრატიონი. ქართლის ცხოვრება, ტ. IV. თბილისი, 1973.
2. ი. ჯავახიშვილი. ძველი ქართული საისტორიო მწერლობა. თბილისი, 1945.
3. ქ. შარაშიძე. სამხრეთ საქართველოს ისტორიის მასალები. თბილისი, 1961.
4. J. Sanders. The Psalms Scroll of the Qumran Cave Q 11. Discoveries in the Judaean Desert IV. Oxford, 1965.
5. S. Driver. An Introduction to the Literature of the Old Testament. New York, 1956.
6. ფსალმუნის ძველი ქართული რედაქციები. თბილისი, 1960.
7. მ. ჯანაშვილი. აღვადგინე. ტფილისი, 1891.
8. მ. შანაძე. თსუ. ძვ. ქართ. ენის კათ. შრომები. 11, 1968.
9. ქ. შარაშიძე. მასალები საქართველოსა და კავკასიის ისტორიისათვის, ნაკვ. 30. თბილისი, 1954.

87-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბესაძე ი. 87
 ალექსიშვილი მ. 648
 ალტუხოვი ვ. 580
 ანთელავა ნ. 560
 არეშიძე მ. 364
 არეშიძე ქრ. 375, 611
 არსენიშვილი გ. 560
 ასათიანი ლ. 372
 აფრიდონიძე შ. 749
 აფხაიძე ნ. 200
 ახოზაძე დ. 624
 ახვლედიანი დ. 108, 384
 ახვლედიანი რ. 112
- ბაგრატიშვილი გ. 328
 ბაზღაძე გ. 663
 ბალავაძე ვ. 415
 ბალავაძე მ. 459
 ბარაბაძე ქ. 715
 ბარაბაძე შ. 639
 ბახტურიძე გ. 639
 ბეგალიშვილი ნ. 76
 ბეგიაშვილი გ. 312
 ბეგიაშვილი ვ. 172
 ბეგიაშვილი ც. 466
 ბეიტრიშვილი თ. 36
 ბენიაშვილი ჯ. 192
 ბენიაშვილი ე. 364
 ბერაძე ი. 179
 ბერიშვილი თ. 671
 ბიჩინაშვილი ც. 501
 ბობროვიცი ა. 163
 ბორუბაევი ა. 547
 ბრაილოვსკი გ. 67
 ბუგიანიშვილი ჯ. 627
 ბულია ნ. 124, 408
 ბურდული ვ. 668
- გაბადაძე დ. 151
 გაბელია ა. 320
 გაბელია ც. 195
 გაბრიჩიძე გ. 668
 გაგუა ა. 484
 გაგაშვილი ა. 655
 გარიშვილი თ. 708
 გაჩეჩილაძე თ. 324
 გაჩეჩილაძე ც. 488
- გაჯიევი მ. 611
 გედევანიშვილი დ. 168
 გელაშვილი ე. 616
 გვარაძე მ. 51
 გვერდწითელი ი. 372, 616
 გიორგაძე ა. 63
 გიორგაძე რ. 659
 გიორგობიანი ნ. 60
 გობეჩია ლ. 172
 გოგუაძე გ. 44
 გორგაძე ზ. 275
 გრიბოვ ვ. 652
 გუგუშვილი გ. 711
 გულბათაშვილი მ. 596
 გულისაშვილი ა. 299
 გუსეინოვა ი. 652
- დავითაშვილი ნ. 144, 420
 დაშინანი ტ. 103
 დევდარიანი თ. 96, 632
 დონინი მ. 103
 დუდუჩავა რ. 56
 დუმბაძე გ. 387
- ედილაშვილი ი. 639
 ელაშვილი ა. 28
 ელიაშვილი ჯ. 127
 ენუქიძე ა. 588
- ვადაჭკორია გ. 160, 432
 ვარსიმაშვილი რ. 140
 ვაშკაძე დ. 588
 ველთაური ს. 596
 ვეფხვაძე გ. 168
 ვორობიოვი ლ. 176
 ვოროტინცევი ლ. 675
- ზამთარაძე გ. 437
 ზარბიძე ა. 187
 ზიციარი ი. 740
- თაყაძე ფ. 136
 თაყეღიძე დ. 144, 420
 თოფურბიძე ნ. 334, 644
- იაშვილი დ. 480, 731
 იაშვილი ნ. 616
- ივანიცი თ. 120, 392
 იორამაშვილი ი. 83
 იოსელიანი დ. 620
- კაცილაძე მ. 120, 392
 კაქუბავა რ. 688
 კახანაძე ჯ. 532
 კახიაშვილი ა. 83
 კვარცხია ვ. 203
 კვასცხიაძე კ. 91
 კვაჭაძე ვ. 580
 კვერნაძე მ. 360
 კიანეცო ვ. 136
 კირვალიძე ი. 590
 კირთაძე გ. 324
 კლებანოვი ლ. 554
 კორმილიცინი კ. 492
 კოტია ა. 160, 432
 კუდრიანი ა. 176
 კუჭუჭაძე გ. 588
 კუპრავა შ. 87
 კუჭუხიძე ზ. 403
- ლაბაძე მ. 488
 ლალიძე რ. 87
 ლაშვი ა. 40
 ლესელიძე ი. 339
 ლოლაძე ნ. 87
 ლომსაძე ბ. 176
 ლორთქიფანიძე მ. 415
 ლორთქიფანიძე ჯ. 671
 ლურსმანაშვილი თ. 604
- მაზია ვ. 56
 მალაშხია ი. 728
 მალაღეტენევი ვ. 455, 696
 მამფორია ბ. 552
 მამუკაშვილი ც. 476
 მანჯგალაძე ს. 103
 მაული ი. 308, 572
 მცალაშვილი ვ. 334
 მალაღაშვილი-ყანჩაგელი თ. 443
 მაჩხიშვილი რ. 360
 მაჭავარიანი მ. 466
 მაკლობიშვილი ზ. 720
 მეგრელიძე გ. 179

- მელამედი ი. 554
 მელაძე ვ. 172
 მელაძე რ. 351
 მენაბდე მ. 312
 მესარქიშვილი ს. 147
 მითავგარია ნ. 172
 მირიანაშვილი რ. 71
 მიქაუტაძე დ. 80
 მიქაძე ი. 688
 მიქელაძე დ. 704
 მიქელაძე მ. 411
 მიქელაძე მ. 741
 მოიანოვა ს. 455, 696
 მოსაშვილი ვ. 447
 მღვდელაძე ტ. 324
 მშვიდლობაძე მ. 724
 მძინარიშვილი ვ. 436
 მჭედლიშვილი-პეტროსია-
 ნი თ. 652
- ნადიბაძე გ. 76, 348
 ნადირაშვილი მ. 83
 ნაზაროვა თ. 332
 ნასყიდაშვილი პ. 449
 ნაცვლიშვილი გ. 339
 ნგუენ სუან ტუნენი 284
 ნიკოლაიშვილი ნ. 131
- ნოლაიდელი ა.** 368, 624
- ოკლი ლ. 671
 ონიანი გ. 24, 279
 ონიანი ჯ. 176
 ოპოიცივი ვ. 568
- პანკოვი ა. 295
 პანოვი ა. 28
 პეტრიაშვილი გ. 684
 პისკანოვსკი ლ. 328
- ჟორჯოლიანი ბ. 334
- რამიშვილი გ. 680
 რამიშვილი ნ. 466
 რევიშვილი დ. 312
 რობიტაშვილი გ. 348
- როზინი ა. 32
 სამსონია გ. 87
 სამსონია ც. 183
 სამსონიძე გ. 715
 სანადირაძე გ. 168
 სანაძე ა. 428
 სანაძე დ. 47
 სანაძე თ. 71, 332
 სარჩიმელია რ. 496, 736
 საღირაშვილი ლ. 668
 საყვარელიძე ვ. 424
 სემიონოვი ა. 351
 სერგეენკო ნ. 60
 სიღამონიძე შ. 96, 632,
 636
 სილაგაძე მ. 632
 სიხარულიძე თ. 99
 სტეფანიანი ლ. 60
 სტრადომსკაია ა. 351
 სულიანიჭიგა პ. 540
 სუპატაშვილი გ. 351, 396
 სურმავა გ. 136
- ურუშაძე თ. 691
- ფირანაშვილი ზ. 316
 ფირაშვილი თ. 536
 ფირცხალავა ნ. 360
 ფიფია ც. 163
 ფრანგიშვილი ლ. 144,
 420
- ქავთარაძე რ. 156
 ქაშუშაძე თ. 67
 ქართველიშვილი კ. 608
 ქორიძე ზ. 632
- ღულუნისშვილი გ. 380
- შალამბერიძე თ. 627
 შანიძე მ. 753
 შანშაშვილი ს. 576
 შარაბიძე ლ. 636
 შენგელია დ. 112
 შიოლაშვილი ზ. 328
 შონია თ. 596
- ჩიგოვიძე ა. 292
 ჩივაძე გ. 620
 ჩიუასი ა. 400
 ჩიტაშვილი ლ. 500
 ჩილდინაძე გ. 343
 ჩიხლაძე მ. 588
 ჩოგოვაძე თ. 368
 ჩხაიძე ზ. 463
 ჩხარტიშვილი ი. 671
 ჩხეიძე გ. 375
 ჩხოტუა თ. 116
- ცანდუკოვა ზ. 67
 ციმაკურიძე გ. 112
 ცისკარიშვილი პ. 91
 ციციშვილი გ. 96, 632
- წაქაძე ს. 584
 წერეთელი კ. 172
 წერეთელი ტ. 334
 წითლანაძე კ. 287
 წიქარიძე ზ. 472
 წიქარიძე თ. 472
- ჟანკოტაძე ი. 447
 ჟანტურია ზ. 562
 ჟოტორლიშვილი ლ. 600
- ხანთაძე ჯ. 644
 ხარაზიშვილი ა. 544
 ხარაძე ბ. 560
 ხახუტაშვილი ე. 596
 ხელაძე თ. 636
 ხუროძე თ. 568
 ხუციშვილი ნ. 316
- ჯავრიშვილი თ. 700
 ჯანელიძე თ. 303
 ჯანელიძე რ. 328
 ჯანელიძე ქ. 691
 ჯანყარაშვილი დ. 400
 ჯაფარიძე კ. 91
 ჯებაშვილი თ. 63
 ჯვარშიშვილი ი. 19
 ჯიოშვილი ბ. 627
 ჯიშიაშვილი დ. 328
 ჯოღორდოვი ი. 745
 ჯორბენაძე ბ. 505

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 87-го ТОМА

- Абесадзе И. Г. 85
 Алексишвили М. М. 645
 Алтухов В. И. 577
 Антелава Н. И. 557
 Апридонидзе Ш. Т. 751
 Апхандзе Н. А. 197
 Арешидзе Х. И. 373, 609
 Арешидзе М. Л. 361
 Арсенишвили Г. Л. 557
 Асатиани Л. П. 369
 Ахвледиани Д. Г. 105,
 381
 Ахвледиани Р. А. 109
 Ахобадзе Д. Ш. 621
- Багратишвили Г. Д.
 325
- Базгадзе Г. Ш. 661
 Балавадзе В. К. 413
 Балавадзе М. В. 457
 Барабадзе К. Н. 713
 Барабадзе Ш. Ш. 637
 Бахтуридзе Г. Ш. 637
 Бегалишвили Н. А. 73
 Бегиашвили В. Т. 169
 Бегиашвили Г. А. 309
 Бегишвили Ц. К. 465
 Беитришвили Т. В. 33
 Бенашвили Е. М. 361
 Бениашвили Д. Ш. 189
 Берадзе И. А. 177
 Беришвили Т. К. 669
 Бичинашвили Ц. Н. 303
 Бобровицкий А. В. 161
 Борубаев А. А. 545
 Браиловский Г. Г. 65
 Бугианишвили Д. Я.
 625
 Булия Н. П. 121, 405
 Бурдули В. И. 665
- Вадачкория Г. В. 157,
 429
- Варсимашвили Р. Ш.
 137
- Вашакидзе Д. З. 585
 Велтаури С. В. 593
 Вепхвадзе Г. Л. 165
 Воробьев Л. Н. 173
- Воротынцев Л. В. 673
- Габаладзе Д. Т. 149
 Габелая А. Г. 317
 Габелая Ц. Д. 193
 Габричидзе Г. К. 665
 Гавашели А. М. 653
 Гагуа А. М. 481
 Гаджиев М. К. 609
 Гаришвили Т. Г. 705
 Гачечиладзе Т. Г. 321
 Гачечиладзе Ц. В. 185
 Гваддзе М. И. 49
 Гвердцители И. М. 369,
 613
- Гедеванишвили Д. М.
 165
- Гелашвили Е. С. 613
 Гиоргадзе А. Х. 61
 Гиоргадзе Р. Д. 657
 Гиоргобнани Н. М. 57
 Гобечия Л. Ш. 169
 Гогуадзе Д. Ф. 41
 Годердзишвили К. Г.
 353
- Горгадзе З. Г. 273
 Грибко В. Ф. 649
 Гугунишвили Г. Г. 377
 Гугушвили Г. К. 709
 Гулбаташвили М. И.
 593
- Гулисашвили А. Б. 297
 Гусейнова И. А. 649
- Давиташвили Н. С. 141,
 417
- Дашниани Т. С. 101
 Девдариани О. Г. 33,
 629
- Джавришвили Т. Д. 697
 Джanelидзе О. П. 301
 Джanelидзе Р. Б. 325
 Джanelидзе Ч. П. 689
 Джанкарашвили Д. Г.
 397
- Джапаридзе К. К. 89
 Джваршейшвили И. А.
 17
- Джебашвили Т. Л. 61
 Джиошвили Б. Д. 625
- Джишиашвили Д. А.
 325
- Джолборди И. Ш. 748
 Джорбенадзе Б. А. 507
 Дони М. А. 101
 Дудучава Г. В. 53
 Думбадзе Г. Д. 385
- Енукидзе А. А. 585
- Жоржолани В. Т. 333
- Замтарадзе Г. К. 440
 Заридзе А. Л. 187
 Зыцарь Ю. В. 737
- Иваницкий Т. В. 117,
 389
- Иорамашвили Д. Ш. 81
 Иоселиани Д. К. 617
- Кавиладзе М. Ш. 117,
 389
- Кавтарадзе Р. З. 153
 Какубава Р. В. 685
 Капанадзе Т. Д. 65
 Капанадзе Д. В. 529
 Картвелишвили К. М.
 605
- Кахниашвили А. И. 81
 Кварчия В. Е. 201
 Квасхадзе К. С. 89
 Квачадзе В. Г. 577
 Квернадзе М. С. 357
 Кирвалидзе И. Д. 589
 Киртадзе Г. Ш. 321
 Кияненко В. В. 133
 Клебанов Л. Б. 553
 Коридзе З. И. 629
 Кормилицын К. А. 489
 Котия А. К. 157, 429
 Кудрин А. Н. 173
 Кукуладзе Г. В. 585
 Куправа Ш. Д. 85
 Кучухидзе З. А. 401
- Лабадзе М. В. 485

- Лагидзе Р. М. 85
 Лашхи А. А. 37
 Леселидзе И. К. 337
 Лоладзе Н. Р. 85
 Ломсадзе Б. А. 173
 Лордкипанидзе Дж. Т. 669
 Лордкипанидзе М. М. 413
 Лурсманашвили О. В. 601
- Магалашвили П. В. 333
 Магалашвили-Канчавели Т. Д. 441
 Мазья В. Г. 53
 Малашхия Ю. А. 725
 Малолетнев В. И. 453, 693
 Мампория Б. И. 549
 Мамукашвили Ц. И. 473
 Манджгаладзе С. Н. 101
 Мауль И. 305, 569
 Мачавариани М. З. 465
 Мачхощвили Р. И. 357
 Мглоблишвили З. Г. 717
 Мгвделадзе Т. Н. 321
 Мдзинаришвили В. В. 433
 Мегрелидзе Г. И. 177
 Меладзе В. Г. 169
 Меладзе Р. Г. 349
 Меламед И. А. 553
 Менабде М. А. 309
 Месаркишвили С. С. 145
 Микадзе И. С. 685
 Микаутадзе Д. К. 77
 Микеладзе Д. Г. 701
 Микеладзе М. М. 744
 Микеладзе М. Ш. 409
 Мирианашвили Р. И. 69
 Митагвария Н. П. 169
 Мосашвили В. А. 445
 Мойнова С. Г. 453, 693
 Мчедlishvili-Петросян О. П. 649
 Мшвидобадзе М. В. 721
- Надибаидзе Г. А. 73, 345
- Надирашвили М. Д. 81
 Назарова О. В. 329
 Наскидашвили П. П. 450
 Нацвлишвили Г. И. 337
 Нгуен Суан Туен 281
 Николаишвили Н. С. 129
 Ногайдели А. И. 365, 621
- Оклея Л. Н. 669
 Оннани Г. А. 21, 277
 Оннани Д. А. 173
 Опойцев В. И. 565
- Панков А. А. 293
 Панов А. Н. 25
 Петриашвили Г. Г. 681
 Пипия Ц. И. 161
 Пиранашвили З. А. 313
 Пиравшвили Т. И. 533
 Пирцхалава Н. И. 357
 Пискановский Л. В. 325
 Прангишвили Л. В. 417
- Рамишвили Г. Я. 677
 Рамишвили Н. М. 465
 Ревишвили Л. В. 309
 Робиташвили Г. А. 345
 Розин А. Л. 29
- Сагирашвили Л. И. 665
 Сакварелидзе В. В. 421
 Самсонидзе Г. Г. 713
 Самсония Г. Г. 85
 Самсония Ц. И. 181
 Санадзе А. Д. 425
 Санадзе Д. К. 45
 Санадзе Т. И. 69, 329
 Санадирадзе Г. С. 165
 Сарчимелия Р. А. 493, 733
- Семенов А. Д. 349
 Сергеенко Н. Д. 57
 Сидамонидзе Ш. И. 93, 629, 633
 Силагадзе М. Д. 629
 Сихарулидзе Т. Г. 97
 Степанян Л. М. 57
 Страдомская А. Г. 349
- Суляндзига П. Б. 537
 Супаташвили Г. Д. 349, 393
 Сурмава Г. М. 133
- Тавадзе Ф. Н. 133
 Тавхелидзе Д. С. 141, 417
 Топуридзе Н. И. 641
 Топуридзе Н. С. 333
- Урушадзе Т. Ф. 689
- Хантадзе Д. В. 641
 Харадзе Б. И. 557
 Харацишвили А. Б. 541
 Хахуташвили Э. И. 593
 Хеладзе Т. А. 633
 Хуродзе Т. А. 565
 Хуцишвили Н. Г. 313
- Цакадзе С. Дж. 581
 Цандекова З. М. 65
 Церетели К. В. 169
 Церетели Т. П. 333
 Цикаридзе З. Л. 469
 Цикаридзе О. Н. 469
 Цимакуридзе Г. К. 109
 Цискаришвили П. Д. 89
 Цитланадзе К. Э. 286
 Цицишвили Г. В. 93, 629
- Чанкотадзе И. С. 445
 Чантурия З. А. 561
 Чивадзе Г. О. 617
 Чигвинадзе Г. Д. 341
 Чигогидзе А. Ч. 289
 Чижас А. П. 397
 Читашвили Л. Г. 497
 Чихладзе М. Н. 585
 Чоговадзе Т. В. 365
 Чоторлишвили Л. С. 597
 Чхаидзе З. К. 461
 Чхартишвили И. В. 669
 Чхендзе Г. С. 373
 Чхотуа Т. Г. 113
- Шаламберидзе Т. В. 625

Шанидзе М. А. 755	Шония О. К. 593	Элиашвили Д. Г. 125
Шаншашвили С. И. 573		
Шарабидзе Л. М. 633		
Шенгелиа Д. М. 109	Эдилашвили И. Л. 637	Яшвили Д. Ю. 477, 729
Шолашвили З. Н. 325	Элашвили А. Г. 25	Яшвили Н. М. 613

AUTHOR INDEX TO VOLUME 87

- Abesadze I. G. 88
 Akhobadze D. Sh. 624
 Akhvlediani D. G. 108, 384
 Akhvlediani R. A. 112
 Aleksishvili M. M. 648
 Altukhov V. I. 580
 Antelava N. I. 560
 Apkhaidze N. A. 200
 Apridonidze Sh. T. 571
 Areshidze Ch. I. 376, 612
 Areshidze M. L. 364
 Arsenishvili G. L. 560
 Asatiani L. P. 372
- Bagratishvili G. D. 328
 Bakhturidze G. Sh. 640
 Balavadze M. V. 459
 Balavadze V. K. 415
 Barabadze K. N. 716
 Barabadze Sh. Sh. 640
 Bazgadze G. Sh. 663
 Begalishvili N. A. 76
 Begiashvili G. A. 312
 Begiashvili V. T. 172
 Begishvili Ts. K. 466
 Beitrishvili T. V. 36
 Benashvili E. M. 364
 Beniashvili D. Sh. 192
 Beradze I. A. 179
 Berishvili T. K. 671
 Bichinashvili Ts. N. 503
 Bobrovitsky A. V. 164
 Borubaev A. A. 547
 Brailovskii G. G. 67
 Bugianishvili J. I. 628
 Bulia N. P. 124, 408
 Burduli V. I. 668
- Chan Kotadze I. S. 448
 Chanturia Z. A. 562
 Chigogidze A. Ch. 292
 Chigvinadze G. D. 344
- Chikhladze M. N. 588
 Chitashvili L. G. 500
 Chivadze G. O. 620
 Chizhas A. P. 400
 Chogovadze T. V. 368
 Chotorlishvili L. S. 600
 Chkaidze Z. K. 463
 Chkhartishvili I. V. 671
 Chkheidze G. S. 376
 Chkhotua T. G. 116
- Dashniani T. S. 103
 Davitashvili N. S. 144, 420
 Devdariani O. G. 96, 632
 Donin M. A. 103
 Duduchava R. V. 56
 Dumbadze G. D. 388
- Edilashvili I. L. 640
 Elashvili A. G. 28
 Eliashvili J. G. 128
 Enukidze A. A. 588
- Gabadadze D. T. 152
 Gabelaia A. G. 320
 Gabelaia Ts. D. 195
 Gabrichidze G. K. 668
 Gachechiladze Ts. V. 488
 Gachechiladze T. G. 324
 Gadgiev M. K. 612
 Gagua A. M. 484
 Garishvili T. G. 708
 Gavasheli A. M. 655
 Gedevanishvili D. M. 168
 Gelashvili E. S. 616
 Giorgadze A. Kh. 64
 Giorgadze R. D. 659
 Giorgobiani N. M. 60
 Gobechia L. Sh. 172
 Goderdzishvili K. G. 355
- Gugvadze D. F. 44
 Gorgadze Z. G. 275
 Gribko V. F. 652
 Gugunishvili G. G. 380
 Gugushvili G. K. 711
 Gulbatashvili M. I. 596
 Gulisashvili A. B. 299
 Guseynova I. A. 652
 Gvaradze M. I. 51
 Gverdsiteli I. M. 372, 616
- Iashvili D. Yu. 480, 732
 Iashvili N. M. 616
 Ioramashvili D. Sh. 84
 Ioseliani D. K. 620
 Ivanitski T. V. 120, 392
- Janelidze Ch. P. 692
 Janelidze O. P. 303
 Janelidze R. B. 328
 Jankarashvili D. G. 400
 Japaridze K. K. 91
 Javrishvili T. D. 700
 Jebashvili T. L. 64
 Jioshvili B. D. 628
 Jishiashvili D. A. 328
 Jolbordi I. Sh. 748
 Jorbenadze B. A. 508
 Jvarsheishvili I. A. 19
- Kakhniashvili A. I. 84
 Kakubava R. V. 688
 Kamushadze T. D. 67
 Kapanadze J. V. 532
 Kartvelishvili K. M. 608
 Kaviladze M. Sh. 120, 392
 Kavtaradze R. Z. 156
 Khakhutashvili E. I. 596
 Khantadze D. V. 644
 Kharadze B. I. 560
 Kharazishvili A. B. 544

- Kheladze T. A. 636
 Khurodze T. A. 568
 Khutsishvili N. G. 316
 Kirtadze G. Sh. 324
 Kirvalidze I. D. 590
 Kiyanenko V. V. 136
 Klebanov L. B. 555
 Koridze Z. I. 632
 Kormilitsyn K. A. 492
 Kotia A. K. 160. 432
 Kuchukhidze Z. A. 404
 Kudrin A. N. 176
 Kukuladze G. V. 588
 Kuprava Sh. D. 88
 Kvachadze V. G. 580
 Kvarchia V. E. 204
 Kwashvadze K. S. 91
 Kvernadze M. S. 360
- Labadze M. V. 488
 Lagidze R. M. 88
 Lashi A. A. 40
 Leselidze I. K. 399
 Loladze N. R. 88
 Lomsadze B. A. 176
 Lordkipanidze D. L. 671
 Lordkipanidze M. M. 4r5
 Lursmanashvili O. V. 604
- Machavariani M. Z. 466
 Machkhoshvili R. I. 360
 Magalashvili P. V. 335
 Magalashvili-Kanchaveli
 T. D. 444
 Mchedlishvili-Petrosyan
 O. P. 652
 Malashkhia Y. A. 728
 Maloletnev V. I. 456,
 696
 Mamporia B. I. 552
 Mamukashvili Ts. I. 476
 Manjgaladze S. N. 103
 Maul J. 308, 572
 Mazya V. G. 56
 Mdzinarishvili V. V. 436
 Megrelidze G. I. 179
 Meladze R. G. 352
 Meladze V. G. 172
 Melamed I. A. 555
 Menabde M. A. 312
 Mesarkishvil S. S. 148
- Mikadze I. S. 688
 Mikautadze D. K. 80
 Mikeladze D. G. 704
 Mikeladze M. M. 744
 Mikeladze M. Sh. 412
 Mirianashvili R. I. 72
 Mitagvaria N. P. 172
 Mgaloblishvili Z. A. 720
 Mgvdeladze T. N. 324
 Mojarova S. G. 456,
 696
 Mosashvili V. A. 448
 Mshvidobadze M. V. 724
- Nadibaidze G. A. 76,
 348
 Nadirashvili M. D. 84
 Naskidashvili P. P. 451
 Natsvlshvili G. I. 339
 Nazarova O. V. 332
 Nguyen Xuan Tuyen 284
 Nikolaishvili N. S. 132
 Noaideli A. I. 368,
 624
- Oklei L. N. 671
 Oniani G. A. 24, 280
 Oniani J. A. 176
 Opoitsev V. I. 568
- Rankov A. A. 295
 Ranov A. N. 28
 Petriashvili G. G. 684
 Pipia Ts. I. 164
 Piranashvili Z. A. 316
 Pirashvili T. I. 536
 Pirtskhalava N. I. 360
 Piskarovskii L. V. 328
 Prangishvili L. V. 144, 420
- Ramishvili G. I. 680
 Ramishvili N. M. 466
 Revishvili L. V. 312
 Robitashvili G. A. 348
 Rozin A. L. 32
- Sakvarelidze V. V. 424
 Samsonia G. G. 88
 Samsonia Ts. I. 183
 Samsonidze G. G. 716
 Sanadiradze G. S. 168
 Sanadze A. D. 428
 Sanadze D. K. 48
 Sanadze T. I. 72, 332
 Sarchimelia R. A. 496,
 736
 Semyonov A. D. 352
 Sergeenko N. D. 60
 Shalamberidze T. V.
 628
 Shanidze M. A. 755
 Shanshashvili S. I. 576
 Sharabidze L. M. 636
 Shengelia D. M. 112
 Shiolashvili Z. N. 328
 Shonia O. K. 596
 Sidamonidze Sh. I. 96,
 632, 636
 Sikharulidze T. G. 99
 Silagadze M. D. 632
 Stepanyan L. M. 60
 Stradomskaya A. G.
 352
 Sulanzida P. B. 540
 Supatashvili G. D. 352,
 396
 Surmava G. M. 136
- Tavadze F. N. 136
 Tavkhelidze D. S. 144,
 420
 Topuridze N. I. 644
 Topuridze N. S. 335
 Tsakadze S. J. 584
 Tsandekova Z. M. 67
 Tsereteli K. V. 172
 Tsereteli T. P. 335
 Tsikaridze O. N. 470
 Tsikaridze Z. L. 470
 Tsimakuridze G. K. 112
 Tsiskarishvili P. D. 91
 Tsitlanadze K. E. 288
 Tsitsishvili G. V. 96,
 632
- Urushadze T. F. 692

Vadachkoria G. V. 160,
432
Varsimashvili R. Sh. 140
Vashakidze D. Z. 588

Veltauri S. V. 596
Vepkhvadze G. L. 168
Vorobyov L. N. 176
Vorotyntsev L. K. 676

Zamtaradze G. K. 440
Zaridze A. L. 187
Zhorzholiani B. T. 335
Zytzar' Yu. V. 740

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном



листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ს ბ ტ რ ტ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჯერნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიმიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ლებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადაჭრითული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით ზამბოციებულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოვრება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური, ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები წერილები უნდა იყოს კალკაზე მხარეს, წარმომდგენმა ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიული და ისეთი ზომისა, რომ შეემიერებინა შემთხვევაში კარვად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნა-



ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე გვერდებზე; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეყვას 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 მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე. (ორ ცალად).

11. ავტორს წააკითხად 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.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ბ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.



6 76/2 29

ՅՅԿՈՒ 1 856.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181