

524
1992

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF
SCIENCES OF GEORGIA

ტომი 145 ტომ

№ 3

მარტი 1992 მარტ



524
1992
პ. 145
ა-3

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

გზნმგზ

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

91

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF GEORGIA

ტომი 145 TOM

№ 3

მარტი 1992 MART

ქართული ლიტერატურის 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ჟურნალი „მოამბე“
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Ежемесячный научный журнал АН Грузии „Сообщения“
на грузинском, русском и английском языках

ს ა რ მ დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე ბ ი ა

მ. ალექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. გამყრელიძე, თ. გამყრელიძე, გ. გველსიანი, ე. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, ა. თავხელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კილერაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. კობახიძე, ჯ. ლომიძე, რ. მებრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანუაშვილი, თ. ივანიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. სენიანი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ჭოგოშვილი, მ. ხვინგია

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе, (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкредидзе, Э. П. Гамкредидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаури, Р. Б. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Квесиანი, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора), Т. И. Копалешвили, Д. Г. Ломინაძე, Р. В. Метრელი, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редактора), Б. Р. Нануаშვილი, Т. Н. ივანიანი, М. Е. Салукваძე (заместитель главного редактора), Э. А. Сехნაშვილი, А. Н. Тавхелиძე (главный редактор), Т. Ф. Урушадзе, М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

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

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუშოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.
საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუშოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97

Адрес редакции: 380050, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.
Типография АН Грузии, 380060, Тбилиси, ул. Кутузова, 19, тел. 37-22-97

გადაეცა წარმოებას 1.6.1992, ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.12.1992, ფორმატი
70×108¹/₁₆. მაღალი ბეჭედი. პირობითი ნაბ. თ. 16.81.
საბარეგო-საგამომცემლო თაბახი 14.5. ტირაჟი 600.
შეკვ. № 630, ფასი 1 მან. 90 კაბ.

Сдано в набор 1.6.1992. Подписано к печати 25.12.1992. Формат 70×108¹/₁₆.
Печать высокая. Усл.-печ. л. 16,81, уч.-изд. л. 14,5.
Тираж 600. Зак. № 630. Цена 1 р. 90 к.

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- *თ. შ ა რ ი ა. პარამეტრის რეკურენტული შეფასება დისკრეტული დროის ზოგად სტატისტიკურ მოდელში 468
- *ზ. გ ო რ გ ა ძ ე. უიშარტის არაცენტრალური განაწილების შესახებ 471
- *მ. თ ე თ რ უ ა შ ვ ი ლ ი. რანგთა შედარების პრედიკტიან სიმრავლეთა უქვანტორო თეორიის ამოხსნადობის სირთულე 475
- *ი. ა ბ დ უ ლ ა ე ვ ა. რიმანის ზედაპირზე დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნების ცალსახობის შესახებ 480
- *ი. თ ა ვ ზ ე ლ ი ძ ე. ნახევარსივრცეში ბიპარმონიული განტოლების ამოხსნათა ზოგიერთი თვისების შესახებ 483
- *მ. ა ქ უ ბ ა რ დ ი ა. პირველი რიგის აუცილებელი პირობებზე ნებტრალური ტიპის ობტიმალურ ამოცანებში არაფიქსირებულ საწყისი მომენტით 488
- *რ. ტ ყ ვ ბ უ ნ ა ვ ა. მარკოვის ჯაჭვებზე არეკლით ხეტიალი 491

მათემატიკური ფიზიკა

- *რ. ჭ ი ჭ ი ნ ა ძ ე. დრეკადობის თეორიის მესამე და მეოთხე სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა ბირთვისათვის 498

დრეკადობის თეორია

- *ე. ფ უ ლ ა ძ ე. ნაწილობრივ უცნობსაზღვრიანი ფირფიტის ღუნვის ერთი ამოცანის შესახებ 502
- *შ. ზ ა ზ ა შ ვ ი ლ ი. ღუნვის ამოცანა თხელი უსასრულო ანიზოტროპული ფირფიტისათვის ელიფსური ხვრელითა და კრილით 507

კიბერნეტიკა

- *ე. ს ი ტ ნ ი კ ო ვ ა. ობიექტების სატრანსპორტო მომსახურების პროცესის კვლევა და ოპტიმიზაცია გეგმების მიმდევრობითი აგების მეთოდის გამოყენებით 510
- *ა. ბ ა რ დ ი ნ ი, მ. ს ა ლ უ ქ ე ვ ა ძ ე (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი) მინი-მაქსური რისკი 513

ფიზიკა

- *გ. მ ი რ ი ა ნ ა შ ვ ი ლ ი, შ. მ ი რ ი ა ნ ა შ ვ ი ლ ი, ი. ი ო რ დ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი, ვ. ნ ო ვ ი კ ო ვ ი, დ. ბ ა ი დ ა უ რ ი. დიფუზური და ეპიტაქსიალური შექვილებების ეფექტური სწრაფმოქმედება 519

* ვარსკლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქართველოს

- *ლ. ბიჩკოვა, თ. დაეარაშვილი, ა. შოტოვი. კომპერენტული გამოსხივების გენერაციის თავისებურებანი დვს ლაზერებში $PbSe/PbSnSe$ 524
- *ვ. ჯაყელი. ფოტოფერმული იონიზაცია და მინარეველი გარღვევა 527
- *ნ. ცინცაძე (საქ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. პატარაია. არა-ერთფაზოვან პლავში მალასისშირული ელექტრომაგნიტური ტალღების გამოსხივება ლენგმიურის აჩქარებულად მოძრავე სოლიტონის მიერ 532
- *ფ. ბოგდანოვი, გ. ქევეანიშვილი, ლ. კოკილაშვილი. სქელი ლითონური ცილინდრებისაგან შემდგარი ორფენოვანი მესერის დიფრაქციული თვისებები 536
- *ზ. შავთვალიშვილი, ი. ვაშაყშაძე. ფერმიონულ კლასტერთა შორის გამზიდავი გულის შესახებ 539

გიოფიზიკა

- *გ. მანაგაძე, მ. ბერაძე, ლ. ეპიტაშვილი. ლოკალიზებული ანომალიის შეფეობით ნებისმიერი ფორმის ანომალიური სხეულის მასისა და სიმძიმის ცენტრის კოორდინატების განსაზღვრა 544
- *თ. ადეიშვილი, ნ. შენგელია, ლ. ხვედელიძე. ნეიტრალური ლითონების გამოსხივების ინტენსივობის რაკეტული გაზომვები ბინდის დროს 548
- *მ. ზაქარაძე. ნახევარსივრცისათვის თეორიული სეისმოლოგიის დინამიკის ზოგიერთი პირდაპირი ამოცანის ფუნდამენტურ ამოხსნათა მეთოდით მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ 552
- *ლ. ფიშკოვა, ნ. კაპანაძე. დედამიწის ზედა ატმოსფეროს ღამის გამოსხივების ვარიაციებში სეისმური აქტიურობის ეფექტის შემდგომი დადასტურების შესახებ 556

ანალიზური ქიმია

- ხ. ბოქორიშვილი, ლ. გველესიანი, თ. მანჯგალაძე, ნ. თელია, ნ. ბასარგინი. სულფოროდაზოლით ნიკელის იონების სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრის საკითხისათვის 557

ზოგადი და არაორბანული ქიმია

- რ. ჯანჯღავა, ვ. მოსიძე, ვ. ბახტაძე, ნ. ჩოჩიშვილი. კობალტ-მანგანუმიანი კატალიზატორის ვოკირდმედეგობა მეთანის წყლის ორთქლით კონვერსიის პროცესში 561

ფიზიკური ქიმია

- თ. კორძაია, ლ. გამყრელიძე, ლ. ეპრიკაშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ნ. კორძაია. კლინობტილოით-შემცველი ტუფების კათიონების გავლენა დიფუზიონალური მანძილის გაუწყლოების ხარისხზე 567

ელექტროკიზმა

- *რ. კვარაცხელია, მ. ჟამიერაშვილი, ე. კვარაცხელია. ელექტრო-
ქიმიურად აქტიური ანიონების შემცველი მჟავების ელექტროაღდგენის პროცე-
სების პოლარიზაციული მახასიათებლების შესახებ 571
- შ. ჯაფარიძე, მ. წეროძე, ჯ. ჯაფარიძე (საქართველოს მეცნ. აკად. წევრ-
კორესპონდენტი), ი. გურგენიძე. მონო-, დი-, და ტრინიტოვოლიცერინის
ადსორბცია ვერცხლისწყალზე ეთანოლის ხსნარებიდან 573

ბეოლოგია

- *ა. გავაშელი, თ. კობაძე. საქართველოს სბილიტური პილოუ-ლაგების შიგა
სიცარიელეების მინერალური წარმონაქმნები 580

სამშენებლო მიმართება

- *ა. ახვლედიანი. პლასტიკური ნაგებობების ზღვრული ანალიზის ექსტრემალური
ამოცანები რთული დატვირთვის პირობებში 584

მიტალურგია

- *ქ. ბერძენიშვილი, გ. დარსაველიძე, მ. კეკუა, ლ. გაბრიქიძე.
დაქანვის გავლენა დარიშხანით ლეგირებული სილიციუმის მონოკრისტალების
შინაგან ხახუნზე 589

მიმცენარეობა

- გ. გაგუა, ვ. გოგიტიძე. ბამბის მოყვანის აგროკლიმატური პირობები საქართველოში 591

გოტანიკა

- ნ. ზაზანაშვილი. სუბალპური ველები ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიონზე 595

ენტომოლოგია

- *მ. სტოლიაროვი. ზეოჯახი Tridactyloidea (Orthoptera, Brachycera) წარმომად-
გენლები საბჭოთა კავშირში 602

ზოოლოგია

- ჯ. რატიანი. საქართველოში გავრცელებული ტყის თაგვისა და საზოგადოებრივი მე-
მინდვრიას სისხლის პლაზმის ცილების ამინომჟავური შემცველობა 603

- *ი. ბაღრიძე, ზ. გურიელიძე, ს. თოდუა. მგლის რიცხოვნობის შემცირების ფონზე ირმის პოპულაციაში მიმდინარე პროცესების შესახებ 609
- *პ. საგაღიევა. გამაზური ტიპების *Eulaelaps stabularis*-ის (Parasitiformes, Laelaptidae) მორფოლოგიური და მორფომეტრული შესწავლისათვის 614

ციტოლოგია

- მ. მშვიდლობაძე. პერიფერიული ლიმფოიდური ორგანოების ცვლილებები თიმალინისა და პლაფერონის ზემოქმედებისას 615

მასპირიმიენტული მედიცინა

- თ. კერესელიძე, ვ. თევზაძე, მ. ლობჯანიძე, ი. ნოდარაშვილი, ჯ. ბენიაშვილი. შაიმუნებში *Helicobacteria Pylori* არსებობის შესწავლა 619
- *ზ. მგალობლიშვილი. თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქოვანი ნივთიერების სტრუქტურის ცვლილებები შიშვლის შემდეგ 626
- გ. ჯაფარიძე, დ. კვერნაძე, თ. გელაძე, ზ. ქვეციანიშვილი. კარბამაზეპინის გავლენა თავის ტვინის ღვროს სმენის გამოწვეულ პოტენციალზე 627
- შ. კიკნაძე. უეცარი სიცვდილის ბიოქიმიური რისკ-ფაქტორები გულის ქრონიკული უკმარისობის დროს 631
- *ა. მაკარიძე. თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის განსაზღვრა შიზოფრენიული და ციკლოფრენიის დეპრესიების დროს 637
- *დ. ტატიშვილი, ვ. დელიაგინი, ი. ნარიჩევა, ა. შინდაძე, ა. გედენიძე. მარფანის სინდრომის დიფერენციალური დიაგნოსტიკა (კლინიკურ-ემპირიული შედარება) 641
- *შ. ჯაფარიძე. მაკრანიტებელი მექანობრატეზის დაცვიით მოქმედება ლოკოინაზე ბგერითი ზემოქმედების დროს 645

პალეობოტანიკა

- *ე. კორდიკოვა. ყაზახეთის სამბრუკალიანი ნამარხ კუთა პროქორების დროისა და და გზების შესახებ 649
- *ი. შატილოვა, ნ. მჭედლიშვილი. გვარი *Pteris Linne* დასავლეთ საქართველოს გვიანმიოცენურ და პლიოცენურ პალეოფლორაში 653

ფსიქოლოგია

- კ. კობლატაძე, ნ. ჭიჭინაძე, გ. ქავთარაძე. ფიქსირებული განწყობის ტიპები და პორმონთა პლასტიკური შემცველობა მეზღვურებში 655
- *ი. გერსამია. თბილისის კონსერვატორია: ვოკალურ განყოფილებაზე შემსვლელთა პროფესიული შერჩევა 663

ენათმეცნიერება

- *ნ. ქემერტელიძე. სიტყვების შეფასების შესახებ მათი გადატანითი მნიშვნელობის დროს 667

ფილოლოგია

- *ე. ელიავა. სხვადასხვაენოვანი ფრაზეოლოგიზმების ეკვივალენტურობის საკითხისადმი (ი. ჭავჭავაძის „ეაცია-ადამიანის?!“ რუსული თარგმანების მიხედვით) 672

არქეოლოგია

- *გ. ცეცხლაძე, დ. ბრაუნდი. „კოლხები“ ატიკაში 674

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Т. Г. Шариа. Рекуррентное оценивание неизвестного параметра в общей статистической модели с дискретным временем	465
* З. Г. Горгадзе. О нецентральном распределении Уишарта	471
М. Р. Тетрашвили. Сложность разрешимости бескванторной теории множеств с предикатом сравнения рангов	473
И. И. Абдулаева. Об однозначности решений дифференциальных уравнений на римановых поверхностях	477
И. Н. Тавхелидзе. О некоторых свойствах решений бигармонического уравнения в полупространствах	481
М. З. Акубардия. Необходимые условия первого порядка для оптимальных задач нейтрального типа с нефиксированным начальным моментом	485
Р. С. Ткебучава. Блуждание на цепи Маркова с отражением	489

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Р. К. Чичинадзе. Решение третьей и четвертой краевых задач теории упругости для шара	493
--	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Э. П. Пуладзе. Об одной задаче изгиба пластинки с частично-неизвестной границей	499
Ш. П. Зазашвили. Задача изгиба бесконечной тонкой анизотропной пластинки с эллиптическим отверстием и разрезом	503

КИБЕРНЕТИКА

Е. Э. Ситникова. Применение метода построения последовательности планов для исследования и оптимизации процесса транспортного обслуживания объектов	508
А. Е. Бардин, М. Е. Салуквадзе (член-корреспондент АН Грузии). Минимаксный риск	511

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ФИЗИКА

- Г. М. Мирианашвили, Ш. М. Мирианашвили, М. Д. Иорданишвили, В. А. Новиков, Д. И. Байдаури. Эффективное быстродействие диффузионных и эпитаксиальных светодиодов 515
- Л. П. Бычкова, О. И. Даварашвили, А. П. Шотов. Особенности генерации когерентного излучения в ДГС лазерах Pb Se/Pb Sn Se 521
- В. Г. Джакели. Фототермическая ионизация и примесный пробой 525
- Н. Л. Цинцадзе (член-корреспондент АН Грузии), Т. А. Патарая. Излучение высокочастотных электромагнитных волн ленгмюровским ускоренным солитоном в немагнитной неоднородной плазме 529
- Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили, Л. Г. Кокилашвили. Дифракционные свойства двухлоуной решетки из толстых металлических цилиндров 533
- * И. Г. Вашакмадзе, З. Д. Шавтвалишвили. Об отталкивающей сердцевине между фермионными кластерами 539

ГЕОФИЗИКА

- Г. Д. Манагадзе, М. А. Берадзе, Л. С. Эпиташвили. Об определении массы и координат центра тяжести аномальных тел произвольной формы с помощью локализованной аномалии силы тяжести 541
- Т. Г. Адеишвили, Н. Ш. Шенгелия, Л. Л. Хведелидзе. Сумеречные ракетные измерения интенсивности свечения нейтрального лития 545
- М. В. Закрадзе. О приближенном решении некоторых прямых задач динамики теоретической сейсмологии для полупространства методом фундаментальных решений 549
- Л. М. Фишкова, Н. Г. Капанадзе. О новых подтверждениях эффекта сейсмической активности в вариациях ночного излучения верхней атмосферы Земли 553

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- * Х. Н. Бочоришвили, Л. Т. Гвелесиани, О. В. Манджгаладзе, Н. М. Телия, Н. Н. Басаргин. К вопросу спектрофотометрического определения ионов никеля с помощью сульфородазола 560

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- * Р. В. Джанджгава, В. П. Мосидзе, В. Ш. Бахтадзе, Н. Чочишвили. Сероустойчивость кобальт-марганцевого катализатора в процессе конверсии метана водяным паром 563

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Н. Кордзахия, Л. А. Гамкрелидзе, Л. Г. Эприкашвили,
 Т. Г. Андроникашвили (академик АН Грузии), Н. М. Кордзахия. Влияние природы катионов клиноптилолитсодержащего туфа на степень обезвоживания диметилформаида

565

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. К. Кварацхелия, М. Т. Жамирашвили, Е. Р. Кварацхелия.
 О поляризационной характеристике процессов электровосстановления кислот с электрохимически активными анионами
- * Ш. С. Джапаридзе, М. П. Церодзе, Д. И. Джапаридзе (член-корреспондент АН Грузии). И. А. Гургенидзе. Адсорбция моно-, ди- и тринитроглицерина на ртути из этанольных растворов

569

576

ГЕОЛОГИЯ

- А. М. Гавашели, Т. В. Копадзе. Минералогические образования полостей спилитовых пиллоу-лав Грузии

577

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- А. Н. Ахвледиани. Экстремальные задачи предельного анализа пластических сооружений при сложном нагружении

581

МЕТАЛЛУРГИЯ

- К. С. Бердзенишвили, Г. Ш. Дарсавелидзе, М. Г. Кекуа, Л. Л. Габричидзе. Влияние окисления на внутреннее трение монокристаллов кремния, легированного мышьяком

585

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- * Г. И. Гагуа, В. М. Гогитидзе. Агроклиматические условия выращивания хлопчатника в Грузии

594

БОТАНИКА

- * Н. И. Зазанашвили. Субальпийские степи в северо-восточной части Большого Кавказа

598

ЭНТОМОЛОГИЯ

- М. В. Столяров. Триперстовые (Orthoptera, Brachycera, Pridactyloidea) Советского Союза

599

ЗООЛОГИЯ

- * Дж. П. Ратиани. Аминокислотный состав белков плазмы крови лесной мыши и общественной полевки, распространенных в Грузии 605
- Я. К. Бадридзе, З. В. Гуриелидзе, С. Г. Тодуа. О некоторых процессах в популяции благородного оленя, протекающих на фоне снижения численности волка 607
- * П. Д. Сагдиева. К морфологическому и морфометрическому изучению гамазового клеща *Eulaelaps stabularis* (Parasitiformes, Laelaptidae) 614

ЦИТОЛОГИЯ

- * М. Г. Мшвидобадзе. Изменения периферических лимфоидных органов после воздействия тималина и плаферона 617

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- * Т. С. Кереселидзе, В. Б. Тевзадзе, М. З. Лобжанидзе, И. В. Нодарашвили, Д. Ш. Бениашвили. Изучение наличия *Neisseria pylori* у обезьян 621
- З. Г. Мгалоблишвили. Изменения структуры коркового вещества надпочечника при голодании 623
- * Г. А. Джапаридзе, Д. Т. Квернадзе, Т. Ш. Геладзе, З. Ш. Кеванишвили. Влияние карбамазепина на стволомозговой слуховой вызванный потенциал 630
- * М. П. Кикнадзе. Биохимические риск-факторы внезапной смерти при хронической сердечной недостаточности 633
- А. А. Макаридзе. Исследование биоэлектрической активности головного мозга при шизофренических и циклофренических депрессиях 635
- Д. Г. Татишвили, В. М. Делягин, И. А. Нарычева, А. А. Мидадзе, А. В. Геденидзе. Дифференциальная диагностика синдрома Марфана 639
- Ш. В. Джапаридзе. Защитное действие экранирующего слухового механопротеза при шумовом воздействии на улитку 643

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Е. Г. Кордикова. О времени и путях прохорезов ископаемых трехкоготных черепах Казахстана 647
- И. И. Шатилова, Н. Ш. Мчедlishvili. Род *Pretis* Linne в позднемiocеновых плиоценовых палеофлорах Западной Грузии 651

ПСИХОЛОГИЯ

- * К. Г. Коплатадзе, Н. К. Чичинадзе, Г. В. Кавтарадзе. Типы фиксированной установки и плазменное содержание гормонов у моряков 653
 И. Е. Герсамия. Тбилисская консерватория: профессиональный отбор поступающих на вокальное отделение 658

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- Н. Д. Кемертелидзе. Об оценке слов при их переносном значении 665

ФИЛОЛОГИЯ

- Е. Г. Элиава. К вопросу об эквивалентности разноязычных фразеологизмов (на материале русских переводов произведения И. Г. Чавчавадзе „სიკვამლეობა?“) 669

АРХЕОЛОГИЯ

- Г. Р. Цецхладзе, Д. Браунд. «Колхи» в Аттике 673

CONTENTS*

MATHEMATICS

T. Sh a r i a. On the recursive parameter estimation for general statistical model in discrete time	468
Z. G o r g a d z e. On non-central Wishart distribution	471
M. T e t r u a s h v i l i. The complexity of Solvability of the unquantified set theory with the rank comparison	476
I. A b d u l a e v a. On the Single-valuedness of solutions of differential equations on Riemannian surfaces	480
I. T a v k h e l i d z e. On some properties of the solutions of the biharmonic equation in the halfspace	483
M. A k u b a r d i a. The first order necessary conditions for neutral type problems with non-fixed initial moment	488
R. T k e b u c h a v a. Markov chain reflected random walk	492

MATHEMATICAL PHYSICS

R. C h i c h i n a d z e. Solution of the third and the fourth boundary value problems of elasticity for a ball	498
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

E. P u l a d z e. On one problem of bending of a plate with partially unknown boundary	502
Sh. Z a z a s h v i l i. The bending problem for a thin anisotropic plate with an elliptic hole and cut	507

CYBERNETICS

E. S i t n i k o v a. Application of the construct sequence of planes method for investigation and optimization of the object's transport service process	510
A. B a r d i n, M. S a l u k v a d z e. Minimax risk	513

PHYSICS

G. M i r i a n a s h v i l i, Sh. M i r i a n a s h v i l i, M. I o r d a n i s h v i l i, V. N o v i k o v, D. B a i d a u r i. The effective fast-function of diffusion and epitaxial light-diodes	519
L. B y c h k o v a, G. D a v a r a s h v i l i, A. S h o t o v. Particularities of coherent radiation in PH PbSe/PbSnSe lasers	524
V. J a k e l i. Photothermal ionization and impurity breakdown	527
N. T s i n t s a d z e, T. P a t a r a y a. Radiation of high frequency electromagnetic waves by accelerated langmuir soliton in weakly unhomogeneous plasmas	532
F. B o g d a n o v, G. K e v a n i s h v i l i, L. K o k i l a s h v i l i. Diffraction properties of a double-layer grating of thick metallic cylinders	536
Z. S h a v t v a l i s h v i l i, I. V a s h a k m a d z e. On the repulsive core between fermion clusters	537

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

GEOPHYSICS

- G. Managadze, M. Beradze, L. Epitashvili. Determination of the mass and the coordinates of the anomalous body of any shape with the help of the local anomaly 544
- T. Adeshvili, N. Shengelia, L. Khvedelidze. The rocket measurements of radiation intensivity of neutral lithium at the twilight 548
- M. Zakradze. On the approximate solution of some direct problem of dynamics of the theoretic seismology for half-space by method of fundamental solutions 552
- L. Fishkova, N. Kapanadze. About new conformations of seismic activity effect in variations of the upper atmosphere night airglow 556

ANALYTICAL CHEMISTRY

- Kh. Bochorishvili, L. Gvelesiani, O. Mandjgaladze, N. Telia, N. Basargin. About spectrophotometrical determination of nickel ions with sulphobenzolazorodanyne 560

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- R. Janjghava, V. Mosidze, V. Bakhtadze, N. Chochishvili. Sulphur stability of cobalt-manganic catalist in the process methan conversion with water stream 564

PHYSICAL CHEMISTRY

- T. Kordzakhia, L. Gamkrelidze, L. Eprikashvili, T. Andronfikashvili, N. Kordzakhia. The effect of the nature of clinoptilolite containing tuff cations on the degree of dewatering of dimethylformamide 568

ELECTROCHEMISTRY

- R. Kvaratskhelia, M. Zhamierashvili, H. Kvaratskhelia. On the polarization characteristic of the processes of electroreduction of the acids containing electrochemically active anions 572
- Sh. Japaridze, M. Tserodze, J. Japaridze, J. Gurgendze. Adsorption of mono-, di- and trinitroglycerol at a mercury electrode from solutions of ethanol 576

GEOLOGY

- A. Gavasheli, T. Kopadze. The mineral formation of the cavities of the spilite pillow lavas of Georgia 580

STRUCTURAL MECHANICS

- A. Akhvlediani. Extreme problems of the limit analysis of flexible structures under complex loading 583

METALLURGY

- K. Berdzenishvili, G. Darsavelidze, M. Kekua, L. Gabrichidze. Oxidation influence on internal friction of silicon monocrystals doped by arsenicum 589



PLANT GROWING

- G. Gagua, V. Gogitidze. Agroclimatic conditions of cotton growing in Georgia 594

BOTANY

- N. Zazanashvili. Subalpine steppes of the north-east Great Caucasus 598

ENTOMOLOGY

- M. Stolyarov. Tridactyloidea (orthoptera, brachycera) in the Soviet Union 602

ZOOLOGY

- J. Ratiiani. Amino-acid composition of blood plasma proteins in wood mouse and social vole spread in Georgia 606
 J. Badridze, Z. Gurielidze, S. Todua. On the processes in population of deer against a background of reduction of wolf number 609
 P. Sagdieva. Morphological and morphometrical studies on gamasid mite eulaelaps stabularis (parasitiformes, laelaptidae) 611

CITOLOGY

- M. Mshvidobadze. Changes of the peripheral lymphoid organs after the influence of timalin and plaferon 618

EXPERIMENTAL MEDICINE

- T. Kereselidze, V. Tevzadze, M. Lobzhanidze, I. Nodarashvili, D. Beniashvili. Helicobacter pyloris presence in monkeys 621
 Z. Mgaloblishvili. Changes of adrenal gland cortical substance structure on starvation 626
 G. Japaridze, D. Kvernadze, T. Geladze, Z. Kevanishvili. The effects of carbamazepine upon brainstem auditory evoked potential 630
 M. Kiknadze. Biochemical risk-factors of sudden death in the patients with chronic heart failure 634
 A. Makaridze. Analysis of bioelectric activity of brain with depressive schizophrenia and cyclophrenia 637
 D. Tatishvili, V. Deliagin, I. Narycheva, A. Mindadze, A. Gedenidze. Differential diagnosis fo Marphan syndrome (Clinical-sonographic comparisons) 642
 Sh. Japaridze. Protecting effect of screening prothesis under the danger of accoustic trauma 645

PALAEOBIOLOGY

- E. Kordikova. About time and ways of prochoreses of the fossil trionychids in Kazakhstan 649
 I. Shatilova, N. Mchedlishvili. The genus pteris linne in late miocene and pliocene paleofloras of western Georgia 650

PSYCHOLOGY

- K. Koplatadze, N. Chichinadze, G. Kavtaradze. The different set types and plasma hormone levels in sailors 654

- I. G e r s a m i a. Professional choice of applicants in vocal department of conservatoire

664

LINGUISTICS

- N. K e m e r t e l i d z e. On the estimation of words with their shifted meaning

668

PHILOLOGY

- E. E l i a v a. On the problem of equivalence between idiomatic phrases in different languages (according to Russian translations of „Is that a man?“ by I. Chavchavadze)

672

ARCHAEOLOGY

- G. T s e t s k h l a d z e, D. B r a u n d. „Kolkhoi“ in attica

675



Т. Г. ШАРИА

РЕКУРРЕНТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ НЕИЗВЕСТНОГО ПАРАМЕТРА
 В ОБЩЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ДИСКРЕТНЫМ
 ВРЕМЕНЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Вахания 12.9.1991)

В статье рассмотрена рекуррентная процедура для построения оценки неизвестного параметра. Показано, что рекуррентная оценка состоятельна, и установлен порядок сходимости. Также установлено, что эта оценка асимптотически линейна, и, следовательно, отсюда можно заключить, что она имеет «хорошие» асимптотические свойства (например, асимптотическую нормальность и эффективность).

Пусть $(\Omega, (F_t)_{t \geq 0}, P, P_t^\theta, \theta \in R^1)$ — статистическая модель, где вероятность P^θ локально доминируется вероятностью P для любого $\theta \in R^1$.

Обозначим $p_t(\theta) = dP_t^\theta/dP_t$, где $p_t^\theta = P^\theta|F_t$ и $p_t = P|F_t$ — сужения мер на σ -алгебру F_t и

$$\hat{f}_t(\theta) = d\mu_t^\theta/d\mu_t$$

— условная вероятность, где

$$\mu_t^\theta(\cdot) = p_t^\theta(\cdot|F_{t-1}), \mu_t(\cdot) = p_t(\cdot|F_{t-1}).$$

Допустим, что $\hat{f}_t(\theta)$ почти всюду дифференцируема по θ и дифференцирование возможно под знаком интеграла. Обозначим

$$\dot{\hat{f}}_t(\theta) = \frac{d\hat{f}_t(\theta)}{d\theta}, l(\theta) = \frac{\dot{\hat{f}}_t(\theta)}{\hat{f}_t(\theta)}$$

и предположим

$$0 < i_t(\theta) = \int (l_t(\theta))^2 d\mu_t^\theta = \int (l_t(\theta))^2 \hat{f}_t(\theta) d\mu_t < \infty, P^\theta \text{ — п. н.}$$

Рассмотрим оценку $(\hat{\theta}_t)_{t \geq 0}$, которая дается рекуррентным уравнением

$$\hat{\theta}_t = \hat{\theta}_{t-1} + I_t^{-1}(\hat{\theta}_{t-1}) l_t(\hat{\theta}_{t-1}), t \geq 1, \quad (1)$$

где

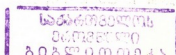
$$I_t(\theta) = \sum_{s=1}^t i_s(\theta)$$

— эмпирическая информация Фишера ($\hat{\theta}_0$ — некоторая случайная величина).

Предположим, что наша модель удовлетворяет условию эргодичности, т. е.

$$P^\theta \left\{ \omega : \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{I_t(\theta)}{I_t(\theta)} = 1 \right\} = 1,$$

где $\hat{I}_t(\theta) = \int I_t(\theta) dP_t^\theta$.



Введем следующие функции:

$$i_t(\theta, u) = \int I_t^2(\theta + u) f_t(\theta) d\mu_t,$$

$$b_t(\theta, u) = \int I_t(\theta + u) f_t(\theta) d\mu_t$$

и рассмотрим условия:

а) для любого $\varepsilon > 0$

$$u b_t(\theta, u) = -\beta_t^0(u) < 0, \text{ и } \sum_{t=1}^{\infty} \inf_{\varepsilon < |u| < 1/\varepsilon} \frac{\beta_t^0(u)}{I_t(\theta + u)} = \infty, P^0\text{-п. н.}$$

$$b) \frac{i_t(\theta, u)}{I_t^2(\theta + u)} \leq B_t^0(1 + u^2), \text{ и } \sum_{t=1}^{\infty} B_t^0 < \infty. P^0\text{-п. н.}$$

Теорема 1. Если для любого θ выполнены условия а) и б), то оценка $(\theta_t)_{t \geq 0}$ состоятельна для любого начального значения $\widehat{\theta}_0$, т. е.

$$P^0 \{ \omega : \lim_{t \rightarrow \infty} \widehat{\theta}_t = \theta \} = 1.$$

Следующая теорема дает порядок сходимости оценки $(\theta_t)_{t \geq 0}$.

Обозначим

$$c_t(\theta, u) = - \frac{I_t(\theta)}{I_t(\theta + u)} \frac{b_t(\theta, u)}{u}$$

и рассмотрим условия:

$$c) \sum_{t=1}^{\infty} \frac{i_t^2(\theta)}{I_t^2(\theta)} < \infty \text{ и } \sum_{t=1}^{\infty} \frac{i_t(\theta)}{I_t(\theta)} = \infty, P^0\text{-п. н.}$$

д) для некоторого $\delta > 0$ и любой последовательности предсказуемых случайных величин $(u_s)_{s \geq 1}$, для которых $u_s \rightarrow 0$ P^0 -п. н.

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{[c_t(\theta, u_t) - (1/2 + \delta) i_t(\theta)]^-}{I_t(\theta)} < \infty \text{ и } \sum_{t=1}^{\infty} \frac{c_t^2(\theta, u_t)}{I_t^2(\theta)} < \infty, P^0\text{-п. н.}$$

(где $[x]^-$ отрицательная часть x);

Для любой последовательности предсказуемых случайных величин $(u_s)_{s \geq 1}$, для которых $u_s \rightarrow 0$ P^0 -п. н.,

$$e) \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{I_t(\theta)} \sum_{s=1}^t [i_s(\theta + u_s) - i_s(\theta)] = 0, P^0\text{-п. н.};$$

$$f) \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{I_t(\theta)} \sum_{s=1}^t [i_s(\theta, u_s) - i_s(\theta)] = 0, P^0\text{-п. н.}$$

Теорема 2. При условиях а)–f) последовательность

$$(\sqrt{I_t(\theta)}(\widehat{\theta}_t - \theta))_{t \geq 0}$$

стохастически ограничена.

Перейдем к формулировке основного результата статьи.



Рассмотрим линейную статистику

$$\Delta_t^* = \frac{1}{I_t(\theta)} \sum_{s=1}^t I_s(\theta),$$

(которая, как обычно, фигурирует как главный член в асимптотическом разложении оценки максимального правдоподобия, см., например, [1]).

Мы должны усилить некоторые условия, рассмотренные выше.

Для любой последовательности предсказуемых случайных величин $(u_s)_{s \geq 1}$, для которых $u_s \rightarrow 0$ P^{θ} -п. н.,

$$d') \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{I_t(\theta)} \sum_{s=1}^t [c_s(\theta, u_s) - i_s(\theta)] = 0 \quad P^{\theta}\text{-п. н.}$$

$$f') \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{I_t(\theta)} \sum_{s=1}^t \int [I_s(\theta + u_s) - I_s(\theta)]^2 f_s(\theta) d\mu_s = 0 \quad P^{\theta}\text{-п. н.}$$

Теорема 3. Если для любого θ выполнены условия а)–е), d') и f'), то

$$I_t^{1/2}(\theta) (\Delta_t - \Delta_t^*) \rightarrow 0$$

по вероятности P^{θ} , где $\Delta_t = \widehat{\theta}_t - \theta$.

Замечание. Условия, используемые в статье; можно разделить на три различные группы. Условия а) и б) существенны для глобальной сходимости (т. е. для любого начального значения θ_0); условие с) ограничивает порядок сходимости информации Фишера как снизу, так и сверху; условия d) — f) есть требование асимптотической непрерывности (в некотором смысле) логарифмической производной $I_t(\theta)$ по θ .

Пример. Для классической схемы независимых одинаково распределенных случайных величин X_1, X_2, \dots , с общей плотностью $f(x, \theta)$ рекуррентную оценку можно построить уравнением

$$\widehat{\theta}_t = \widehat{\theta}_{t-1} + \frac{1}{I_t(\widehat{\theta}_{t-1})} \frac{\dot{f}(\widehat{\theta}_{t-1}, x_t)}{f(\widehat{\theta}_{t-1}, x_t)}, \quad t \geq 1, \quad (1')$$

где

$$I_t(\theta) = t i(\theta) = t \int (l(x, \theta))^2 f(x, \theta) \mu(dx)$$

— информация Фишера.

В этом случае результаты этой статьи можно сформулировать в следующем виде.

Допустим, что для любого $\theta \in R^1$ выполнены условия:

1) $f(x, \theta)$ почти всюду дифференцируема по θ и дифференцирование возможно под знаком интеграла;

$$2) \quad \inf_{\varepsilon < |u| < 1/\varepsilon} u \int l(x, \theta + u) f(x, \theta) \mu(dx) < 0;$$

$$3) \quad 0 < \frac{1}{i^2(\theta + u)} \int (l(x, \theta + u))^2 f(x, \theta) \mu(dx) \leq B_{\theta} (1 + u^2),$$

где B_{θ} — некоторая константа;

$$4) \quad \lim_{u \rightarrow 0} \int [l(x, \theta+u) - l(x, \theta)]^2 f(x, \theta) \mu(dx) = 0;$$

5) информация Фишера $i(\theta)$ положительна и непрерывна по θ .

Следствие. При условиях 1) — 5) рекуррентная оценка $(\hat{\theta})_{t \geq 0}$ (построенная по (1')) состоятельна, асимптотически нормальна и эффективна в смысле Фишера.

Заметим, что аналогичный результат Невельсона и Хасминского ([2], теорема 4.1, стр. 248) легко можно получить из данного следствия.

Академия наук Грузии
 Тбилисский математический институт
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 1.10.1991)

მათემატიკა

თ. შარია

პარამეტრის რეკურენტული შეფასება დისკრეტული დროის ზოგად
 სტატისტიკურ მოდელში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია პარამეტრის შეფასების აგების რეკურენტული მე-
 თოდი ზოგად სტატისტიკურ მოდელში დისკრეტული დროით. დადგენილია,
 რომ ამგვარად აგებული შეფასება ძალდებულია და დადგენილია ძალდებუ-
 ლობის რიგი. აგრეთვე ნაჩვენებია, რომ ეს შეფასება არის ასიმპტოტურად
 წრფივი, საიდანაც კერძოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ მას აქვს კარგი ასი-
 მპტოტური თვისებები, მაგალითად, ასიმპტოტური ნორმალურობა და ეფექტუ-
 რობა. მოდელის რეგულარობის და ერგოდულობის პირობები ჩაწერილია ჩე-
 ზაროს ჯამების ტერმინებში, რაც ბუნებრივად აზოგადებს კლასიკურ სქემაში
 ადრე მიღებულ ანალოგიურ შედეგებს.

MATHEMATICS

T. SHARIA

ON THE RECURSIVE PARAMETER ESTIMATION FOR GENERAL STATISTICAL MODEL IN DISCRETE TIME

Summary

In this paper a recursive procedure for estimation of an unknown para-
 meter is considered. It is established that thus constructed estimator is
 consistent and the rate of consistency is given. It is also shown that this
 estimator is asymptotically linear, and hence it can be derived that it has
 asymptotically "good" properties (for example, asymptotical normality and
 efficiency). Conditions of regularity and ergodicity are written in form of
 Chezaro sums, which naturally generalizes similar results in the classical
 scheme obtained before.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. J. Chitashvili, N. L. Lazrieva, T. A. Toronjadze. (1990). Report BS-R9019 and BS-R9020, Asimptotic Theory of M-estimators in General Statistical Models. Centre for Mathematics and Computer Science. Department of operations Research, Statistics, and System Theory, Amsterdam. (См. также: Н. Лазриева, Т. Торонджадзе, Р. Читашвили. Труды Тбил. матем. ин-та, т. т. 92, 1989.
2. М. Б. Невельсон, Р. З. Хасминский. Стохастическая аппроксимация и рекуррентное оценивание. М., 1972.

Z. GORGADZE

ON NON-CENTRAL WISHART DISTRIBUTION

(Presented by N. N. Vakhania, Corr. Member of the Academy 28.09. 1991)

In the previous part [1] we have introduced the Wishart centered distribution in a Hilbert space. Here we intend to study the non-central case. We again refer to the bibliography listed in [1].

Recall that H denotes a separable Hilbert space over reals R , $L(H)$ stands for the class of all bounded linear operators in H , $N(H)$ is the class of the operators with the finite trace $\text{tr} \sqrt{A^*A}$ and the symbol " $+$ " always indicates that positive and symmetric operators are considered.

Let $\xi: \Omega \rightarrow H$ be a Gaussian random variable on a probability space (Ω, A, P) with the mean $a \in H$ and the covariance operator $S \in N_+(H)$ and, what is decisive, we claim that $a \in S^{1/2}H$, i. e. $a = S^{1/2}m$ for certain $m \in H$. Let further $\{g_k, k \geq 1\}$ be any orthonormal sequence in H . Consider a sequence $\{\gamma_k, k \geq 1\}$ of independent real Gaussian random variables, such that $E\gamma_k = m, g_k = m_k, E(\gamma_k - m_k)^2 = 1, k \geq 1$ and let us introduce the H -valued random variable $\eta = \sum_k \gamma_k S^{1/2} g_k$. We have:

$$\begin{aligned} E\|\eta\|_H^2 &= \sum_k \sum_j \langle S^{1/2} g_k, S^{1/2} g_j \rangle E\gamma_k \gamma_j = \\ &= \sum_k \langle S g_k, g_k \rangle + \sum_k \sum_j \langle S g_k, g_j \rangle m_k m_j = \\ &= \text{tr } S + \|a\|_H^2 < +\infty. \end{aligned}$$

So, $E\|\eta\|_H^2 < +\infty$ and, indeed, $\eta \in H$ with probability 1.

Next, it is easy to see that $E\eta = S^{1/2}m = a, E\langle \eta - a, x \rangle^2 = \langle Sx, x \rangle, x \in H$. Hence, η is a Gaussian random variable in H with the parameters a and S , i. e. it has the same distribution as ξ does.

We are interested now in deriving of the distribution of the quadratic form $\zeta = \langle T\xi, \xi \rangle, T \in L(H)$. For this purpose we take the orthonormal sequence $\{g_k, k \geq 1\}$ to be that of the eigenvectors of the operator $U = \frac{1}{2} S^{1/2} (T + T^*) S^{1/2}$. Namely, let $Ug_k = \lambda_k g_k, k \geq 1$.

Proposition. The quadratic form $\langle T\xi, \xi \rangle$ is distributed like the sum $\sum_k \lambda_k \gamma_k^2$ is, where $\{\gamma_k, k \geq 1\}$ is a sequence of independent Gaussian random variables, $E\gamma_k = m_k, E(\gamma_k - m_k)^2 = 1, k \geq 1$.



Proof. The random variables $\langle T\xi, \xi \rangle$, $\langle T^* \eta, \eta \rangle$ and $\langle T\eta, \eta \rangle$ are identically distributed. But,

$$\begin{aligned} \langle T\eta, \eta \rangle &= \left\langle \frac{1}{2} (T+T^*)\eta, \eta \right\rangle + \sum_k \sum_j \gamma_h \gamma_j \langle U g_k, g_j \rangle = \\ &= \sum_k \sum_j \lambda_k \gamma_h \gamma_j \langle g_k, g_j \rangle = \sum_k \lambda_k \gamma_k^2. \end{aligned}$$

Knowing the distribution of the individual γ_k^2 (c. f. [2], 6.3), the independence arguments give that the characteristic functional (the Fourier transform) of the distribution of ζ has the following expression:

$$E e^{i\zeta} = \exp \left\{ i \sum_k m_k^2 \lambda_k t (1 - 2i \lambda_k t)^{-1} \right\} \prod_k (1 - 2i \lambda_k t)^{-1/2}, \quad t \in R. \quad (*)$$

Next, our aim is to derive the distribution of the random operator $R = \zeta \otimes \zeta$. (Recall that by definition $(x \otimes y)z = \langle x, y \rangle z$, $x, y, z \in H$.) Here, as above, the random variable ζ is Gaussian.

Theorem. The distribution $W_{a,S}$ of $R: \Omega \rightarrow L(H)$ has the following properties.

(i) $W_{a,S}(N_+(H)) = 1$;

(ii) mean value of $W_{a,S}$ is $S+a \otimes a$ and for the covariance operator $K: L(H) \rightarrow N(H)$ one has $KT = 2(S+a \otimes a)T^*(S+a \otimes a)$, $T \in L(H)$;

(iii) the characteristic functional is

$$E \exp \{ i \operatorname{tr} (TR) \} = \exp \{ i \langle (1-iU)^{-1} a, a \rangle \} |1-iU|^{-1/2}, \quad T \in L(H),$$

where $U = \frac{1}{2} S^{1/2} (T+T^*) S^{1/2}$, \sim stands for the complexification and $|\cdot|$ denotes the determinant.

Proof. It is obvious that $\operatorname{tr} (TR) = \langle T\xi, \xi \rangle$ and the first two could be proved as in centered case. To show (iii) we need some preparation.

Let \tilde{H} be the complexification of the real Hilbert space H . We recall (c. f. [3], 1.7) that $\tilde{H} = H \times H$ over R , the map $u(x_1, x_2) = (-x_2, x_1)$ is an automorphism of \tilde{H} with the property $u^2 = -1$. Define a multiplication on scalars from C as follows: $(\alpha + i\beta)(x_1, x_2) = \alpha(x_1, x_2) + \beta u(x_1, x_2)$, put $i(x_2, 0) = (0, x_2)$ and agree to write x_1 instead of $(x_1, 0)$. Then each $(x_1, x_2) \in \tilde{H}$ has the unique representation $(x_1, x_2) = x_1 + ix_2$, $x_1, x_2 \in H$. Now, \tilde{H} endowed with the scalar product

$$\langle (x_1, x_2), (y_1, y_2) \rangle \sim = \langle x_1, y_1 \rangle + \langle x_2, y_2 \rangle + i(\langle x_2, y_1 \rangle - \langle x_1, y_2 \rangle).$$

is said to be the complexification of H . It is clear that H is embedded in \tilde{H} in the sense mentioned above.

Each $U \in L(H)$ can be expanded to $\tilde{U} \in L(\tilde{H})$ if we put $\tilde{U}(x_1, x_2) = (Ux_1, Ux_2)$, $x_1, x_2 \in H$. The additivity of \tilde{U} is obvious and to make sure in the homogeneity over C it is sufficient to see that $\tilde{U}(u(x_1, x_2)) = \tilde{U}(-x_2, x_1) = (-Ux_2, Ux_1) = u(Ux_1, Ux_2) = u\tilde{U}(x_1, x_2)$, that is $\tilde{U}i = i\tilde{U}$.

So, denote $U = \frac{1}{2} S^{1/2} (T + T^*) S^{1/2}$, $S \in N_+(H)$, $T \in L(H)$. Then $U \in L(H)$ is symmetric and so, i can not belong to the spectrum of \tilde{U} . Thus, the map $\tilde{I} - i\tilde{U}$ is bijective with the bounded inverse. Now it is clear that the eigenvectors of $(\tilde{I} - i\tilde{U})^{-1}$ are (g_k, g_k) , $k \geq 1$, and the corresponding eigenvalues are exactly $1 - i\lambda_k$, $k \geq 1$. This together with the formula (*) gives (iii).

Finally, it seems natural to call the non-central Wishart distribution the distribution in $N_+(H)$ of the sum $R = \sum_k \xi_k \otimes \xi_k$ where $\{\xi_k, k \geq 1\}$ is a sequence of independent Gaussian random variables in H with the parameters $\{S_k, k \geq 1\}$ and $\{a_k = S_k^{1/2} m_k, k \geq 1\}$ such that $\sum_k \text{tr } S_k < +\infty$.

The corresponding Fourier transform is just the product of the expressions in (iii).

Remark. It is obvious that the condition $a \in S^{1/2} H$ for finite dimensional H is automatically satisfied for ξ having the non-degenerated distribution. The essentiality of this condition in general (infinite dimensional) case is under question.

Tbilisi State University

(Received on 1. 10. 1991)

მათემატიკა

ზ. გორგაძე

უიშარტის არაცენტრალური განაწილების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია პილბერტის სივრცეში გაუსის არაცენტრალური შემთხვევითი ვექტორის კვადრატული ფორმის განაწილების საკითხი. მოძებნილია უიშარტის, არაცენტრალური განაწილების მახასიათებელი ფუნქციის ზოგადი სახე.

МАТЕМАТИКА

З. Г. ГОРГАДЗЕ

О НЕЦЕНТРАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ УИШАРТА

Резюме

Изучается вопрос о распределении квадратичной формы от нецентрального гауссовского случайного элемента в гильбертовом пространстве. Найден общий вид характеристического функционала нецентрального распределения Уишарта.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Z. G. Gorgadze. On Wishart Distribution. Bulletin of the Academy of Sciences of Georgia. 145; 2, 1992, pp. 241—244.
2. В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М., 1985.
3. Н. Н. Schaefer. Topological Vector Spaces MacMillan, 1966.

М. Р. ТЕТРУАШВИЛИ

СЛОЖНОСТЬ РАЗРЕШИМОСТИ БЕСКВАНТОРНОЙ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ С ПРЕДИКАТОМ СРАВНЕНИЯ РАНГОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 10.11.1991)

Пусть MLS — бескванторная теория множеств, язык которой содержит символы $\cup, \setminus, =, \in$. Проблема разрешимости теории Γ заключается в нахождении алгоритма для определения истинности произвольной формулы языка теории Γ . Проблема разрешимости для MLS легко сводится [1] к проверке выполнимости конъюнкции q литералов следующих видов: $(=) x = y \cup z$, $x = y \setminus z$, $(\in) x \in y$, $(\notin) x \notin y$.

Определение 1. Пусть q — формула теории MLS . Интерпретация α языка (MLS называется сингелтон-моделью формулы q , если каждой переменной она сопоставляет подмножество множества $\{\emptyset\}$ и q истинна при α).

Определение 2. Сингелтон-модель α множества литералов вида $(=)$ формулы назовем местом q . (Конъюнкция литералов рассматривается как множество этих литералов).

Если α — место формулы q , y — переменная q , то $y(\alpha)$ — значение y при интерпретации α .

Определение 3. Пусть y — переменная q . Место α формулы q назовем местом при y , если

$$y(\alpha) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in y \text{ входит в } q, \\ 0, & \text{если } x \notin y \text{ входит в } q. \end{cases}$$

Пусть q — конъюнкция литералов видов $(=)$, (\in) , (\notin) , y_i, y_j — различные переменные q , а Γ — множество мест формулы q . Запись $y_i \Gamma y_j$ означает, что $\forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = y_j(\alpha))$.

Определим иерархию множеств по фон Нейману и ранг множества в этой иерархии:

$$(i) V_0 = \emptyset,$$

$$(ii) V_{\beta+1} = \text{pow}(V_\beta),$$

$$(iii) V_\beta = \bigcup_{\gamma < \beta} V_\gamma, \text{ если } \beta \text{ — предельный ординал.}$$

Ранг множества X ($\text{rank}(X)$) из иерархии фон Неймана есть наименьший ординал β , такой, что $X \in V_{\beta+1}$.

Расширим теорию MLS добавлением ей бинарного предиката $RC(x, y)$, который интерпретируется как $\text{rank}(x) \leq \text{rank}(y)$. Класс формул полученной теории $MLSRC$ является пропозициональным замыканием класса формул

(¹ Теорию и ее язык иногда обозначают одинаково.

вида $(=)$, (\in) и (RC) $RC(x, y)$. Проблема разрешимости для $MLSRC$ сводится к проблеме выполнимости конъюнкций видов $(=)$, (\in) , (\notin) , (RC) , $\neg RC(x, y)$.

Теорема 1. (Cantone D., Ferro A., Sorace G., Micale B.) [2]. Пусть q —конъюнкция литералов видов $(=)$, (\in) , (\notin) , (RC) , $(\neg RC)$, а y_1, y_2, \dots, y_m —все попарно-различные переменные, входящие в q . Конъюнкция q выполнима тогда и только тогда, когда существуют: множество $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$ попарно-различных мест q , функция $F: \{1, 2, \dots, m\} \rightarrow \{1, 2, \dots, n\}$ и последовательность натуральных чисел r_0, r_1, \dots, r_k , $0 = r_0 < r_1 < \dots < r_k = n$, такие, что выполнены следующие условия:

(а) $\alpha_{F(i)}$ есть место при y_i для каждого $i \in \{1, 2, \dots, m\}$.

(б) Если $y_i \Gamma y_j$, то $F(i) = F(j)$ для всех $i, j \in \{1, 2, \dots, m\}$.

Для каждого $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ k_j обозначает такое число r_s , что $r_{s-1} < j \leq r_s$.

(с) Если $y_i(\alpha_j) = 1$, то $k_j < k_{F(i)}$ для каждого $i \in \{1, 2, \dots, m\}$ и каждого $j \in \{1, 2, \dots, n\}$.

(д) Если $RC(y_i, y_j)$ входит в q , то либо $\forall k \in \{1, \dots, n\} [y_i(\alpha_k) = y_j(\alpha_k)]$, либо $\exists l \in \{1, \dots, n\} [y_j(\alpha_l) = 1 \ \& \ \forall l \in \{1, \dots, n\} [y_i(\alpha_l) = 1 \Rightarrow k_l \leq k_i]]$.

(е) Если $\neg RC(y_i, y_j)$ входит в q , то $\exists l \in \{1, \dots, n\} [y_l(\alpha_i) = 1 \ \& \ \forall l \in \{1, \dots, n\} [y_l(\alpha_j) = 1 \Rightarrow k_l < k_i]]$.

Доказательство необходимости условий этой теоремы использует диаграмму Венна [3] для m множеств. Следовательно, число мест, вообще говоря, порядка 2^m . Поэтому хотя теорема 1 и решает проблему разрешимости для формул теории $MLSRC$, однако разрешающая процедура имеет экспоненциальную вычислительную сложность (по емкости). Таким образом, представляет большой интерес нахождение такого алгоритма, который решает проблему разрешимости для теории $MLSRC$ с полиномиальной вычислительной сложностью (по емкости).

Теорема 2. Пусть конъюнкция q литералов видов $(=)$, (\in) , (\notin) , (RC) , $(\neg RC)$ выполнима и y_1, \dots, y_m —все попарно-различные переменные q , тогда существует множество $\bar{\Gamma} = \{\bar{\alpha}_1, \dots, \bar{\alpha}_n\}$ попарно-различных мест q , функция $\bar{F}: \{1, 2, \dots, m\} \rightarrow \{1, 2, \dots, n\}$ и последовательность $0 = \bar{r}_0 < \bar{r}_1 < \dots < \bar{r}_k = n$ натуральных чисел, таких, что выполнены все условия (а)—(е) теоремы 1 и $\bar{n} < c[\delta(q)]^2$.

Доказательство. Пусть q выполнима. По теореме 1 существуют множество $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$, функция F и последовательность r_0, r_1, \dots, r_k , которые удовлетворяют условиям (а)—(е) теоремы 1.

Обозначим через $\Gamma^{(1)}$ множество $\{\alpha_{F(i)} : i = 1, \dots, m\}$ мест. Пусть $\langle i_\nu, j_\nu \rangle, \dots, \langle i_\tau, j_\tau \rangle$ —все такие пары, что $F(i_\nu) \neq F(j_\nu)$, $\nu = 1, \dots, \tau$. Тогда по условию (б) $y_{i_\nu} \Gamma y_{j_\nu}$, $\nu = 1, \dots, \tau$. Значит, для каждой пары $\langle i_\nu, j_\nu \rangle$, $\nu = 1, \dots, \tau$ существует такое место $\alpha_{i_\nu} \in \Gamma$, что $y_{i_\nu}(\alpha_{i_\nu}) \neq y_{j_\nu}(\alpha_{i_\nu})$. Обозначим $\bar{\Gamma} = \{\alpha_{i_\nu} : \nu = 1, \dots, \tau\}$. Ясно, что $\tau \leq m(m-1)$.

Пусть $RC(y_i, y_j)$ входит в q . Тогда выберем (если существует) одно из таких мест $\alpha_\mu \in \Gamma$, что $y_j(\alpha_\mu) = 1$ и $\forall l \in \{1, \dots, n\} [y_l(\alpha_l) = 1 \Rightarrow k_l \leq k_i]$. Γ^{RC} —множество всех выбранных таким образом мест.



Если $\neg RC(y_i, y_j)$ входит в q , то выберем одно из таких мест (оно существует) $\alpha_k \in \Gamma$, что $y_i(\alpha_k) = 1$ и $\forall i \in \{1, \dots, n\} [y_j(\alpha_i) = 1 \rightarrow k_i < k_i]$. Γ^{RC} — множество всех выбранных таким образом мест.

Положим $\bar{\Gamma} = \Gamma^{(1)} \cup \tilde{\Gamma} \cup \Gamma^{RC} \cup \Gamma^{RG}$ и $\bar{n} = \text{card}(\bar{\Gamma})$. $\bar{n} < [\delta(q)]^2 + 2\delta(q)$.

Отождествим места $\alpha_i \in \Gamma$ с их индексами i . Тогда $\bar{\Gamma}$ отождествится с подмножеством множества $\{1, \dots, n\}$. Пусть $[r_{s_{v-1}}, r_{s_v}]$, $v = 1, \dots, k_0$ — сегменты, которые содержат места из множества $\bar{\Gamma}$. Их число $< \bar{n}_0$. Разделим сегмент $[r_{s_{v-1}}, r_{s_v}]$ с помощью дополнительных натуральных чисел на несколько сегментов так, что сегмент, содержащий место, имеет минимальную длину. Таким образом мы получим новую последовательность (*) сегментов на сегменте $[0, n]$, такую, что длина сегмента, содержащего место из $\bar{\Gamma}$, имеет минимальную длину: $[\bar{r}_{s-1}, \bar{r}_s]$, $s = 1, \dots, \bar{k}$, причем сегмент $[\bar{r}_{i-1}, \bar{r}_i]$ предшествует сегменту $[\bar{r}_{j-1}, \bar{r}_j]$, если $i < j \leq \bar{k}$. Ясно, что $\bar{k} < \bar{n}$.

На сегменте $[0, \bar{n}]$, от точки o отложим правее первый сегмент из (*). Правый конец этого сегмента займет некоторое положение $M(\bar{r}_1)$. От точки $M(\bar{r}_1) = 1$ отложим правее второй сегмент и т. д. до последнего сегмента из (*). При этом если сегменту $[\bar{r}_{s-1}, \bar{r}_s]$ принадлежал индекс j места $\alpha_j \in \bar{\Gamma}$, то j считается отмеченным, а при откладывании на $[0, \bar{n}]$ сегмента метка переносится, т. е. сегменты из $[0, n]$ переносятся на $[0, \bar{n}]$ с сохранением порядка и меток. Таким образом, на сегменте $[0, \bar{n}]$ мы получим последовательность $0 = \bar{r}_0 < \bar{r}_1 < \dots < \bar{r}_{\bar{k}} = \bar{n}$ натуральных чисел. Определим функцию $\bar{F}: \{1, \dots, m\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$ так: $\bar{F}(i)$ есть то число из $[0, \bar{n}]$, в которое переходит $F(i)$ при откладывании содержащего его сегмента.

Нетрудно проверить, что множество $\bar{\Gamma}$ мест, функция \bar{F} и последовательность $\bar{r}_0, \dots, \bar{r}_{\bar{k}}$ удовлетворяют условиям (a)–(e) теоремы 1, причем $\bar{n} < c[\delta(q)]^2$. Теорема 2 доказана.

С помощью теоремы 2 можно доказать следующую теорему:

Теорема 3. *Существует машина Тьюринга, которая для любой формулы q теории MLSRC решает, истинна q или нет, используя емкость $\leq c\delta^3$, где $x = \delta(q)$.*

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

(Поступило 14.11.1991)

მათემატიკა

ა. თეთრუაშვილი

რანგთა შედარების კომპლექტური სიმრავლეთა უქვანტორო თეორიის ამოხსნადობის სირთულე

რ ე ზ ი უ მ ე

აგებულია ალგორითმი, რომელიც cm^3 გამოთვლითი სირთულით წყვეტს ამოხსნადობის პრობლემას რანგთა შედარების კომპლექტური სიმრავლეთა უქვანტორო თეორიისათვის

M. TETRUASHVILI

THE COMPLEXITY OF SOLVABILITY OF THE UNQUANTIFIED
SET THEORY WITH THE RANK COMPARISON

Summary

The unquantified set theory MLSRC with the rank comparison is studied. It is proved that there exists an algorithm which for any formula q of the theory MLSRC determines its validity with the space cn^3 ($n = \text{length}(q)$).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Р. Тетруашвили. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987, 245—247.
2. Cantone *et al.* *Comm. Pure and Appl. Math.*, vol. XI, № 1, 1987, 33-77.
3. А. С. Кузичев. Диаграммы Вейля. М., 1968.

И. И. АБДУЛАЕВА

ОБ ОДНОЗНАЧНОСТИ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА РИМАНОВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 11.11.1991)

Пусть S — конечная риманова поверхность рода $g > 1$. Рассмотрим на S эллиптическое уравнение второго порядка с вещественно аналитическими коэффициентами:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a(p) \frac{\partial u}{\partial x} + b(p) \frac{\partial u}{\partial y} + c(p) u = 0, \quad (1)$$

где величины $a(p)$, $b(p)$, $c(p)$ при замене локального параметра точки $p(z = x + iy)$ изменяются по закону, обеспечивающему инвариантность уравнения.

Пусть $M = S \times \tilde{S}$, где \tilde{S} — поверхность, гомеоморфная S , на которой выбрана конформная структура, комплексно сопряженная со структурой S , и пусть $R = \{p \in S, q \in \tilde{S}, p = \tilde{q}\}$ — диагональное подмногообразие многообразия M . Очевидно, что R гомеоморфна S , и если в качестве локального параметра точки (p, \tilde{p}) взять $z(p)$, то R превращается в риманову поверхность, конформно эквивалентную исходной поверхности S . Тогда уравнение (1) можно считать заданным на R . Поскольку коэффициенты уравнения предполагаются вещественно аналитическими, то их можно аналитически продолжить в комплексно двумерную окрестность точки (p, \tilde{p}) в многообразии M , и тогда известным способом уравнение (1) распространяется на комплексно двумерную область и принимает следующий вид:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial p \partial q} + A(p, q) \frac{\partial U}{\partial p} + B(p, q) \frac{\partial U}{\partial q} + C(p, q) U = 0, \quad (2)$$

где $p \in S$, $q \in \tilde{S}$, а $\frac{\partial}{\partial p}$, $\frac{\partial}{\partial q}$ означают дифференцирование по соответствующим локальным параметрам, $A(p, q)$ — функция на S и коварианта на \tilde{S} , $B(p, q)$ — коварианта на S и функция на \tilde{S} , $C(p, q)$ — коварианта и по p и по q . В дальнейшем будем предполагать (ср. в [1] определение основной области), что коэффициент $A(p, q)$ аналитически продолжаем на все M и является аналитической функцией на S по p при фиксированном q и аналитической ковариантой по q на \tilde{S} при фиксированном p .

Рассечем конечную риманову поверхность S вдоль системы кусочно гладких циклов с единственной общей точкой p^* , превратив ее в многоугольник $\tilde{S} = a_1 b_1 a_1^{-1} b_1^{-1} \dots a_g b_g a_g^{-1} b_g^{-1} c_1 l_1 c_1^{-1} \dots c_r l_r c_r^{-1}$, где g — род поверхности S , r — число граничных кривых [2]. Циклы $a_i, b_i, i = 1, 2, \dots, g, l_j, j = 1, 2, \dots, r-1$, образуют базис гомологий поверхности S [3]. Функ-

ция Римана $G(p, q, p', q')$ (см. [1]) для уравнения (2) является, вводя, говоря, многозначной функцией на $S \times S$. Общее решение уравнения (2) на \widehat{S} дается формулой [1]

$$u(x, y) = \alpha_0 G(p_0, p_0, p, \widetilde{p}) + \operatorname{Re} \int \Phi(t) G(t, p_0, p, \widetilde{p}) dt, \quad (3)$$

где α_0 — произвольная действительная постоянная, $\Phi(p)$ — произвольная голоморфная в \widehat{S} коварианта. Заметим, что в формуле (3) и в дальнейшем интегрирование будет происходить вдоль кривых, целиком лежащих в рассеченной поверхности \widehat{S} .

Найдем условия, которым должна удовлетворять голоморфная на \widehat{S} коварианта $\Phi(p)$, чтобы решение (3) было однозначным на \widehat{S} .

Для того чтобы функция была однозначной на S , необходимо и достаточно, чтобы вдоль разрезов $a_i, b_i, i=1, \dots, g, c_j, j=1, \dots, r-1$, совпадали значения функции $u(x, y)$, а также значения ее нормальной производной. Приравнявая значения нормальной производной и значения касательной производной вдоль кривых a_i, b_i и c_i на разных берегах разрезов, получаем следующую граничную задачу: найти кусочно голоморфную на S коварианту, непрерывно продолжаемую на кривые $a_i, b_i, i=1, 2, \dots, g, c_j, j=1, 2, \dots, r-1$, и удовлетворяющую граничному условию

$$\begin{aligned} a^+(p)\Phi^+(p) + \int_{p_0}^{p^+} \Phi(t) \frac{\partial G(t, \widetilde{p}_0, p^+, \widetilde{p}^+)}{\partial t} dt - a^-(p)\Phi^-(p) - \\ - \int_{p_0}^{p^-} \Phi(t) \frac{\partial G(t, \widetilde{p}_0, p^-, \widetilde{p}^-)}{\partial t} dt = g(p), \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$g(p) = \alpha_0(1+i) \left[\frac{\partial G(p_0, \widetilde{p}_0, p^-, \widetilde{p}^-)}{\partial p} - \frac{\partial G(p_0, \widetilde{p}_0, p^+, \widetilde{p}^+)}{\partial p} \right],$$

$$a^+(p) = G(p^+, \widetilde{p}_0, p^+, \widetilde{p}^+) = \exp \int_{\widetilde{p}^+}^{\widetilde{p}_0} A(p^+, \eta) d\eta,$$

$$a^-(p) = G(p^-, \widetilde{p}_0, p^-, \widetilde{p}^-) = \exp \int_{\widetilde{p}^-}^{\widetilde{p}_0} A(p^-, \eta) d\eta,$$

p^+ и p^- — точки, соответствующие точке p на разных берегах разреза.

Решение задачи (4) ищется в виде

$$\Phi(p) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \mu(t) K(p, t) dt + \frac{1}{2\pi i} \int_L \nu(t) K(p, t) dt, \quad (5)$$

где $\mu(p)$ — коварианта, удовлетворяющая на Γ условию Гельдера, Γ — кусочно гладкая кривая, состоящая из кривых $a_i, b_i, i=1, \dots, g$, и $c_j, j=$



$= 1, \dots, r$, L —совокупность замкнутых кривых l_1, l_2, \dots, l_r , $\nu(p)$ —коварианта, удовлетворяющая на L условию Гельдера и $K(p, t)$ —ядро Коши на S [5].

В результате простых преобразований граничное условие (4) приводится к сингулярному интегральному уравнению для искомых ковариант μ и ν :

$$\frac{a^+(p)+a^-(p)}{2} \mu(p) + \frac{a^-(p)-a^+(p)}{2\pi i} \int_{\Gamma} \mu(t)K(p, t) dt + \\ + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \mu(t)k(p, t) dt = f(p), \quad (6)$$

где

$$f(p) = \alpha_0(1+i) \left[\frac{\partial G(p_0, \tilde{p}_0, p^-, \tilde{p}^-)}{\partial p} - \frac{\partial G(p_0, \tilde{p}_0, p^+, \tilde{p}^+)}{\partial p} \right] - \\ - \frac{1}{2\pi i} \int_L \nu(\tau) \left\{ [a^+(p)-a^-(p)]K(p, \tau) + \int_{p_0}^{p^+} \frac{\partial G(t, \tilde{p}_0, p^+, \tilde{p}^+)}{\partial t} K(t, \tau) dt - \right. \\ \left. - \int_{p_0}^{p^-} \frac{\partial G(t, \tilde{p}_0, p^-, \tilde{p}^-)}{\partial t} K(t, \tau) dt \right\} d\tau.$$

Уравнение (6) нормального типа, и, учитывая предположение об аналитическом продолжении коэффициента $A(p, q)$ на M , подсчетом устанавливается, что индекс этого уравнения $\kappa=0$. Кроме того, из представления (5) вытекает, что коварианты μ и ν должны удовлетворять условию

$$\int_{\Gamma} \mu(t) dt + \int_L \nu(t) dt = 0. \quad (7)$$

Однако даже при существовании решения уравнения (6), удовлетворяющего условию (7), решение $u(x, y)$, вообще говоря, будет аддитивно многозначной функцией на R , поскольку при выводе сингулярного уравнения приравнявались не значения функции на разных берегах разрезов, а значения ее касательных производных. Чтобы обеспечить однозначность функции $u(x, y)$ на R , как легко видеть, достаточно потребовать совпадение ее значений в одной произвольно выбранной точке контура Γ , откуда получаем еще одно условие:

$$\operatorname{Re} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \mu(\tau)P(\tau, p_1) d\tau + \operatorname{Re} \frac{1}{2\pi i} \int_L \nu(\tau)P(\tau, p_1) d\tau = \\ = \alpha_0[G(p_0, \tilde{p}_0, p_1^-, \tilde{p}_1^-) - G(p_0, \tilde{p}_0, p_1^+, \tilde{p}_1^+)], \quad (8)$$

где

$$P(\tau, p_1) = \int_{p_0}^{p_1^+} G(t, \tilde{p}_0, p_1^+, \tilde{p}_1^+) K(t, \tau) dt - \int_{p_0}^{p_1^-} G(t, \tilde{p}_0, p_1^-, \tilde{p}_1^-) K(t, \tau) dt.$$



Наконец заключаем, что, для того чтобы представленное формулой (3) решение уравнения (1) было однозначным на R , необходимо и достаточно, чтобы коварианты $\mu(t)$ и $\nu(t)$ удовлетворяли уравнению (6) и условиям (7) и (8).

Академия наук Грузии
Тбилисский математический
им. А. М. Размадзе

(Поступило 15.11.1991)

მათემატიკა

ი. აბდულაევა

რიმანის ზედაპირზე დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნების
ცალსახობის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია რიმანის სასრულ ზედაპირზე ანალიზურ კოეფიციენტებიანი მეორე რიგის ელიფსური ტიპის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნათა ცალსახობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

I. ABDULAEVA

ON THE SINGLE-VALUEDNESS OF SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS ON RIEMANNIAN SURFACES

Summary

The necessary and sufficient conditions of single-valuedness of solutions of a second order elliptic type differential equation with real analytic coefficients on a finite Riemannian surface are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М., 1948.
2. Р. Неванлинна. Униформизация. М., 1955.
3. Дж. Спрингер. Введение в теорию римановых поверхностей. М., 1960.
4. W. Koppelman. Singular Integral equations, Boundary Value Problems and the Riemann—Roch Theorem. Journal of Math. and Mech., vol. 10. № 2 (1961).

И. Н. ТАВХЕЛИЦЕ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ РЕШЕНИЙ БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ В ПОЛУПРОСТРАНСТВАХ⁽¹⁾

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 6.11.1991)

В полупространстве $R_+^n = \{x_1, \dots, x_n; x_n > 0\}$ рассмотрим уравнение

$$\Delta^2 u(x) = f(x), \quad (1)$$

где Δ —оператор Лапласа, а $f \in C_0^\infty(R_+^n)$. Для уравнения (1) рассмотрим две различные граничные задачи:

$$u \Big|_{x_n=0} = \frac{\partial u}{\partial x_n} \Big|_{x_n=0} = 0 \quad (\text{задача Дирихле}), \quad (2)$$

и

$$u \Big|_{x_n=0} = \Delta u \Big|_{x_n=0} = 0 \quad (\text{задача Рикье}). \quad (3)$$

Всюду далее будем предполагать, что решения поставленных задач удовлетворяют условию

$$\int_{R_+^n} \sum_{i,j=1}^n \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} \right)^2 dx < \infty, \quad (4)$$

а иногда и условию

$$\int_{R_+^n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial u}{\partial x_i} \right)^2 dx < \infty. \quad (5)$$

В настоящем сообщении на основании обобщенного неравенства Харди (см. [1], стр. 69) доказываются следующие теоремы единственности:

Теорема 1. Пусть u —обобщенное решение однородного уравнения (1) с граничными условиями (2). Если выполнено дополнительное условие вида (4), тогда $u(x) \equiv 0$ в R_+^n .

Теорема 2. Пусть u —классическое решение однородного уравнения (1) с граничными условиями (3). Если выполнено условие (4), тогда $u(x) = c x_n$, где c —произвольная постоянная.

Теорема 3. Если в условиях теоремы 2 дополнительно потребовать выполнение условия (5), тогда $u(x) \equiv 0$ в R_+^n .

⁽¹⁾ Результаты статьи доложены на Международном симпозиуме по механике сплошной среды и родственным вопросам анализа, посвященном 100-летию со дня рождения акад. Н. И. Мухелишвили (Тбилиси, 5—12 июня 1991 г.).

Далее исследуется вопрос о структуре решения обеих задач в полупространстве \mathbb{R}_+^n .

Теорема 4. Пусть $u(x)$ — обобщенное решение задачи (1), (2), (4) в полупространстве \mathbb{R}_+^n , $f \in C_0^\infty(\mathbb{R}_+^n)$. Тогда представление

$$u(x) = \int_{\mathbb{R}_+^n} G_{n,2}(x, y) f(y) dy, \quad (6)$$

даёт единственное решение этой задачи.

Теорема 5. Пусть $u(x)$ — классическое решение задачи (1), (3), (4) в полупространстве \mathbb{R}_+^n , $f \in C_0^\infty(\mathbb{R}_+^n)$. Тогда представление

$$u(x) = \int_{\mathbb{R}_+^n} G_{n,2}^*(x, y) f(y) dy, \quad (7)$$

даёт при $n \geq 5$ единственное решение этой задачи, а при $n=3, 4$ это представление — единственное решение с точностью до одночлена cx_n , где c — произвольная постоянная.

В формулировках теорем 4 и 5

$$G_{n,2}(x, y) = \frac{1}{2(n-4)} \left[|x-y|^2 G_{n,1}(x, y) - \frac{2x_n y_n}{|x-\bar{y}|^{n-2}} \right],$$

где $G_{n,1}(x, y)$ — функция Грина для уравнения Лапласа задачи Дирихле в полупространстве, а

$$G_{n,2}^*(x, y) = \frac{1}{2\sigma_n(n-2)(n-4)} \left[\frac{1}{|x-y|^{n-4}} - \frac{1}{|x-\bar{y}|^{n-4}} \right], \quad n \neq 4, 2;$$

$$G_{1,2}^*(x, y) = c_4 \left[\ln \frac{1}{|x-y|} - \ln \frac{1}{|x-\bar{y}|} \right];$$

$$G_{2,2}^*(x, y) = \frac{1}{8\pi} \left[|x-y|^2 \left[\ln \frac{1}{|x-y|} - \ln \frac{1}{|x-\bar{y}|} \right] + 4x_2 y_2 \ln \frac{1}{|x-\bar{y}|} \right].$$

Явные виды функции Грина получены благодаря работе [2] и на основе формул Альманси. Опираясь на эти представления, непосредственно можно проверить, что решения удовлетворяют условиям (4). Более того, представление (7) при $n \geq 5$ даёт решение, которое удовлетворяет также условию (5); следовательно, оно единственно.

На основе представлений (6) и (7) исследована структура решений при больших значениях аргумента x .

Теорема 6. В условиях теоремы 4 справедлива следующая асимптотическая формула:



$$u(x) = c_{n,2} \left(\int_{\mathbb{R}_+^n} y_n^2 f(y) dy \right) \frac{x_n^2}{|x|^n} + O(|x|^{1-n}), \quad (8)$$

где $c_{n,2} = \text{const.} > 0$.

Теорема 7. В условиях теоремы 5 справедлива следующая асимптотическая формула:

$$u(x) = k_{n,2} \left(\int_{\mathbb{R}_+^n} y_n f(y) dy \right) \frac{x_n}{|x|^{n-2}} + O(|x|^{2-n}), \quad (9)$$

где $k_{n,2} = \text{const.} > 0$.

Из формул (8) и (9) явно видно, что поведение решения на бесконечности зависит от пути стремления аргумента x к бесконечности, а порядок стремления определяет краевая задача.

При доказательстве теорем 6 и 7 используется явный вид функции Грина соответствующих задач.

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

(Поступило 18.11.1991)

მათემატიკა

ი. თავხელიძე

ნახევარსივრცეში ბიჰარმონიული განტოლების ამონახსნთა ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

წარმოდგენილ ნაშრომში ჩამოყალიბებულია ნახევარსივრცეში ბიჰარმონიული განტოლების დირიხლესა და რიკიეს ამოცანების ამონახსნების ერთადერთობის თეორემები. აგრეთვე შესწავლილია ამ ამოცანების ამონახსნთა ერთი კლასის ყოფაქცევა უსასრულობის მიღამოში.

MATHEMATICS

I. TAVKHELIDZE

ON SOME PROPERTIES OF THE SOLUTIONS OF THE BIHARMONIC EQUATION IN THE HALFSPACE

Summary

The paper contains the uniqueness theorems for the solutions of Dirichlet and Riquier problems for the biharmonic equation in the case of a



halfspace. The asymptotic behaviour in the neighbourhood of the infinity for the special class of such solutions is also treated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Кондратьев, О. А. Олейник. УМН, т. 43, вып. 5 (263), 1988, 55—98.
2. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М., 1948.

М. З. АКУБАРДИЯ

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ДЛЯ
 ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НЕЙТРАЛЬНОГО ТИПА
 С НЕФИКСИРОВАННЫМ НАЧАЛЬНЫМ МОМЕНТОМ

(Представлено академиком Г. Л. Харатишвили 4.11.1991)

В работе рассмотрены оптимальные задачи нейтрального типа, когда в нефиксированном начальном моменте времени значение начальной функции, вообще говоря, не совпадает (всегда совпадает) с начальным значением траектории, задача с разрывным начальным условием (задача с непрерывным начальным условием). Для этих задач сформулированы необходимые условия оптимальности первого порядка.

Задача с разрывным начальным условием. Рассмотрим оптимальную задачу

$$x(t) = f(t, x(t), u(t), u(\theta(t))) + B(t)x(\tau(t)) + C(t)\dot{x}(\tau(t)),$$

$$t \in [t_0, t_1] \subset]a, b[; u(\cdot) \in \Omega, \quad (1)$$

$$x(t) = \varphi(t), \quad t \in [\tau(t_0), t_0]; \quad \varphi(\cdot) \in E_\varphi^1$$

$$q^i(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) = 0, \quad i = 1, \dots, e, \quad (2)$$

$$q^0(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $f: \bar{J} \times G \times U^2 \rightarrow R^n$ функция удовлетворяет стандартным условиям:

1. При каждом фиксированном $t \in \bar{J}$ она непрерывна по (x, u, v) и непрерывно-дифференцируема по x ; при каждом $(x, u, v) \in G \times U^2$ она измерима по t вместе с матрицей: $f_x(t, x, u) = \left(\frac{\partial f^j(t, x, u, v)}{\partial x^i} \right)$, $i, j = 1, \dots, n$.

2. Для любого компакта $K \subset G$ существует число $M_k > 0$ и суммируемая на J функция $L_k(t)$ такая, что при любом $(x, u, v) \in k \times v^2$ и почти для всех $t \in J$

$$|f(t, x, u, v)| \leq M_k, \quad |f_x(t, x, u, v)| \leq L_k(t),$$

$G \subset R^n$ — открытое множество; $B(t)$ — непрерывная матричная функция; $C(t)$ — непрерывно-дифференцируемая матричная функция; $\tau(t), t \in R$ — дважды непрерывно-дифференцируемая функция: $\tau(t) > 0, \tau(t) < t; \theta(t)$ — непрерывно-дифференцируемая функция: $\theta(t) > 0, \theta(t) < t; E_\varphi^1$ — множество непрерывно-дифференцируемых функций: $\varphi: [\tau_0, b] \rightarrow N, \tau_0 = \tau(a); N \subset G$ — выпуклое ограниченное множество; U — ограниченное множество; Ω — множество измеримых ограниченных функций $u: [\theta_0, b] \rightarrow U, \theta_0 = \theta(a); Q = (q^0, \dots, q^e): J^2 \times G^2 \rightarrow R^{1+e}$ — дифференцируемая функция.

Определение 1. Элемент $(t_0, t_1, \varphi(\cdot), x(\cdot), u(\cdot))$ называется допустимым, если $x(t) = \varphi(t), t \in [\tau_0, t_0[$ на отрезке $[t_0, t_1], x(t) \in G$ абсо-

лютно непрерывна и удовлетворяет граничным условиям (2); пара $(x(\cdot), u(\cdot))$ на отрезке $[t_0, t_1]$ почти всюду удовлетворяет системе (1).

Определение 2. Элемент $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{\varphi}(\cdot), \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$ называется решением задачи (1)–(3), если для \forall допустимого элемента $(t_0, t_1, \varphi(\cdot), x(\cdot), u(\cdot))$ выполняется неравенство

$$q^0(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{x}(\tilde{t}_0), \tilde{x}(\tilde{t}_1)) \leq q^0(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)).$$

Теорема 1. Пусть $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{\varphi}(\cdot), \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$ — решение задачи (1)–(3). Пусть \tilde{t}_0, \tilde{t}_1 точки Лебега для функции $F(t) = \tilde{f}(t) + B(t)\tilde{x}(\tau(t)) + C(t)\tilde{x}(\tau(t))$. Тогда \exists — вектор $\pi = (\pi_0, \dots, \pi_n) \neq 0, \pi_0 \leq 0$ и решение $\psi(t)$ уравнения

$$\frac{d}{dt} \psi(t) = \frac{d}{dt} [\psi(\gamma(t)) C(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t) - \psi(t) \tilde{f}_x(t) - \psi(\gamma(t)) B(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t)],$$

$$t \in [\tilde{t}_0, \tilde{t}_1], \psi(t) = 0, \quad t > \tilde{t}_1,$$

такое, что выполняются условия:

1. Условия максимума:

$$\int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) \tilde{f}(t) dt = \sup_{u(\cdot) \in \Omega} \int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) \tilde{f}(t, \tilde{x}(t), u(t), u(\theta(t))) dt,$$

$$\int_{\tau(\tilde{t}_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t) [B(\gamma(t)) \tilde{\varphi}(t) + C(\gamma(t)) \tilde{\varphi}(t)] dt = \sup_{\varphi(\cdot) \in E_{\varphi}^1}$$

$$\int_{\tau(\tilde{t}_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t) [B(\gamma(t)) \varphi(t) + C(\gamma(t)) \varphi(t)] dt.$$

2. Условия трансверсальности:

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_0} = \psi(\tilde{t}_0) F(\tilde{t}_0) + \psi(\gamma(\tilde{t}_0)) \dot{\gamma}(\tilde{t}_0) [B(\gamma(\tilde{t}_0)) (\tilde{x}_0 - \tilde{\varphi}(\tilde{t}_0)) - C(\gamma(\tilde{t}_0)) \tilde{\varphi}(\tilde{t}_0)],$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_1} = -\psi(\tilde{t}_1) F(\tilde{t}_1),$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_0} = -\psi(\tilde{t}_0) + \psi(\gamma(\tilde{t}_0)) C(\gamma(\tilde{t}_0)) \dot{\gamma}(\tilde{t}_0),$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_1} = \psi(\tilde{t}_1).$$

Здесь $\tilde{f}(t) = \tilde{f}(t, \tilde{x}(t), \tilde{u}(t), \tilde{u}(\theta(t)))$, $\gamma(t)$ — обратная функция функции $\tau(t)$. Тильда над Q означает, что соответствующий градиент вычисляется в точке $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{x}(\tilde{t}_0), \tilde{x}(\tilde{t}_1))$



Замечание 1. Если $\dot{\psi}(t) \equiv 0$, то условия 1, 2 становятся тривиальными. Для исключения этого случая достаточно потребовать, чтобы

матрица $\left(\frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_0}, \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_1}, \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_0}, \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_1} \right)$ имела ранг $i + e$.

Задача с непрерывным начальным условием. Рассмотрим оптимальную задачу

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), x(\tau(t)), u(t), u(\theta(t))) + C(t)x(\tau(t)), \quad t \in [t_0, t_1], \quad u(\cdot) \in \Omega, \quad (4)$$

$$x(t) = \varphi(t), \quad t \in [\tau(t_0), t_0]; \quad \varphi(\cdot) \in E_{\varphi}^1,$$

$$q^i(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) = 0, \quad i = 1, \dots, e, \quad (5)$$

$$q^0(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $f: J \times G^2 \times U^2 \rightarrow R^n$ -функция удовлетворяет стандартным условиям.

Теорема 2. Пусть $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{\varphi}(\cdot), \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$ —решение задачи (4)—(6). Пусть \tilde{t}_0, \tilde{t}_1 —точки Лебега для функции $F(t) = \tilde{f}(t) + C(t)\tilde{x}(\tau(t))$. Тогда \exists —вектор $\pi = (\pi_0, \dots, \pi_e) \neq 0, \pi_e \leq 0$ и такое решение $\psi(t)$ уравнения

$$\frac{d}{dt} \psi(t) = \frac{d}{dt} [\psi(\gamma(t)) C(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t)] - \psi(t) \tilde{f}_x(t) - \psi(\gamma(t)) \tilde{f}_v(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t),$$

$$t \in [\tilde{t}_0, \tilde{t}_1], \quad \psi(t) = 0, \quad t > \tilde{t}_1$$

такое, что выполняются условия:

1. Условия максимума:

$$\int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) \tilde{f}(t) dt = \sup_{u(\cdot) \in \Omega} \int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) f(t, \tilde{x}(t), \tilde{x}(\tau(t)), u(t), u(\theta(t))) dt,$$

$$\int_{\tau(\tilde{t}_0)}^{\tau^0} \psi(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t) [\tilde{f}_v(\gamma(t)) \tilde{\varphi}(t) + C(\gamma(t)) \tilde{\varphi}(t)] dt = \sup_{\varphi(\cdot) \in E_{\varphi}^1}$$

$$\int_{\tau(\tilde{t}_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma(t)) \dot{\gamma}(t) [\tilde{f}_v(\gamma(t)) \varphi(t) + C(\gamma(t)) \varphi(t)] dt.$$

2. Условия трансверсальности:

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_0} = \psi(\tilde{t}_0) F(\tilde{t}_0) - \psi(\gamma(\tilde{t}_0)) C(\gamma(\tilde{t}_0)) \dot{\gamma}(\tilde{t}_0) \tilde{\varphi}(\tilde{t}_0)$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_1} = -\psi(\tilde{t}_1) F(\tilde{t}_1)$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_0} = -\psi(\tilde{t}_0) + \psi(\gamma(\tilde{t}_0)) C(\gamma(\tilde{t}_0)) \dot{\gamma}(\tilde{t}_0)$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_1} = \psi(\tilde{t}_1)$$

где $\tilde{f}(t) = f(t), \tilde{x}(t), \tilde{x}(t), \tilde{x}(\tau(t)), \tilde{u}(t), \tilde{u}(\theta(t))$.

Теоремы 1, 2 доказываются методом, данным в [1].

Тбилисская школа менеджеров
 Фирма «PRO'22»

(Поступило 6.11.1991)

მათემატიკა

მ. აკუბარდია

პირველი რიგის აუცილებელი პირობები ნეიტრალური ტიპის
 ოპტიმალურ ამოცანებში არაფიქსირებული საწყისი მომენტით

რეზიუმე

ნეიტრალური ტიპის ოპტიმალური ამოცანებისთვის, როცა არაფიქსირებულ საწყის მომენტში საწყისი ფუნქციის მნიშვნელობა ემთხვევა ან არ ემთხვევა ტრაექტორიის საწყის მნიშვნელობას, ჩამოყალიბებულია ოპტიმალუბის აუცილებელი პირობები.

MATHEMATICS

M. AKUBARDIA

THE FIRST ORDER NECESSARY CONDITIONS FOR NEUTRAL TYPE PROBLEMS WITH NON-FIXED INITIAL MOMENT

Summary

For neutral type optimal control problems, when at a non-fixed initial moment of time the value of the initial function either coincides or does not coincide with the initial value of trajectory, the necessary conditions of the first order optimality are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. B. Гамкрелидзе, Г. Л. Харатишвили. Изв. АН СССР, сер. мат., 33, № 4, 1969, 781—839.

Р. С. ТКЕБУЧАВА

БЛУЖДЕНИЕ НА ЦЕПИ МАРКОВА С ОТРАЖЕНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 23.11.1991)

Пусть заданы следующие объекты:

1. Неприводимая, непериодичная, сильно эргодичная цепь Маркова x_n , принимающая значения в счетном фазовом пространстве I .
2. Семейство случайных величин ξ_{ij} ; $i, j \in I$, независимых в совокупности, не зависящих от x_n . Распределение случайных величин ξ_{ij} для всех i, j сосредоточено на множестве $\{-1, 0, \dots\}$.

Пусть $P=(p_{ij})$ —матрица переходных вероятностей цепи x_n , $fij(s) = MS^{\xi_{ij}}$, $|S| \leq 1$.

Положим

$$S_{k+1} = S_k + \xi_{x_k x_{k+1}}, \quad k \geq 0; \quad S_0 = 0.$$

О п р е д е л е н и е. Блуждание (S_k, x_k) называется непрерывным снизу, если найдутся $i_0, j_0 \in I$ такие, что $P_{i_0 j_0} > 0$ и $P\{\xi_{i_0 j_0} = -1\} > 0$.

Пусть $0 \leq n \leq T$. Для непрерывного снизу блуждания (S_k, x_k) определим блуждание (\bar{S}_k, x_k) : $\bar{S}_0 = 0$,

$$S_{k+1} = S_k + \min(0, S_k - n + T).$$

Блуждание \bar{S}_n развивается следующим образом: если $\bar{S}_k > n - T$, то $\bar{S}_{k+1} = \bar{S}_k + \xi_{x_k x_{k+1}}$, а если $\bar{S}_k = n - T$, то $\bar{S}_{k+1} = n - T + \max(0, \xi_{x_k x_{k+1}})$.

Другими словами, на уровне $n - T$ происходит отражение.

Положим

$$\bar{\tau}(T, n) = \min\{k : \bar{S}_k > n\}, \quad \bar{\eta}^+(T, n) = \bar{S}_{\bar{\tau}(T, n)} - n,$$

и обозначим $V(T, n, z) = (M\{z^{\bar{\tau}(T, n)}, \bar{\eta}^+(T, n) = u, x_{\bar{\tau}(T, n)} = j/x_0 = i\})$. Функция $V(T, n, z)$ определяет совместное распределение момента достижения уровня n блужданием \bar{S}_k и его значение в момент достижения.

Введем также обозначения:

$$k(z) = \sum_{n=1}^{\infty} z^n (P\{\max_{0 < m < n} S_m = S_n = -1, x_n = j/x_0 = i\}),$$

$$C(z, k) = \sum_{n=1}^{\infty} z^n (P\{\max_{0 < m < n} S_m \leq S_n = k, x_n = j/x_0 = i\}),$$

$C_0(z, 0) = E_+ C(z, 0)$, E —единичная матрица,

$$C_0(z, k) = C(z, k), \quad k > 0, \quad R(z, k) = \sum_{n=0}^k C_0(z, n) k^n(z).$$

Теорема 1. Для всех $|z| < 1$, $k > 0$, матрица $(R(z, n+1) - R(z, n)k(z))^{-1}$ ограниченная.

Здесь и далее норма матрицы $A = (O_{ij})$ определяется равенством $\|A\| = \sup_i \sum_j |a_{ij}|$.

Теорема 2. При $0 < z < 1$, $0 \leq n \leq T$ справедливо представление

$$V(T, n, z) = zR(z, n)k^{T+1-n}(z)(R(z, T+1) - R(z, T)k(z))^{-1} \times \\ \times \left(\sum_{k=0}^{T+1} C_0(z, k)k_z f(T+1-k) - \sum_{k=0}^T C_0(z, k)k_z f(T-k) \right) - \\ - z \sum_{k=0}^n C_0(z, k)k_z f(n-k), \quad \text{где}$$

$$f(n) = \sum_{k=n+1}^{\infty} (q_{ij} p \{ \xi_{ij} = k \}), \quad k_z f(k) = \sum_{l=-\infty}^0 k^{-l}(z) f(k-l).$$

Пусть для некоторого $S_l > 1$ выполняется условие

$$A) \sup MS_{ij}^{\pm} < \infty.$$

$$\text{Положим } R(s) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|A(s)\|^n}, \quad 0 < s \leq S_+,$$

где $A(S) = (P_{ij} MS_{ij}^{\pm})$; $R(S)$ — спектральный радиус матрицы $A(S)$.

В [1] получены следующие результаты.

Существуют единственные векторы $\pi(S)$, $y(S)$ с неотрицательными координатами, такие, что

$$\pi(S)A(S) = R(S)\pi(S), \quad A(S)y(S) = R(S)y(S), \quad 0 < S \leq S_+$$

и $\pi(+)=\pi=(\pi_i, i \in I)$ — вектор стационарных вероятностей цепи x_n , $y(+)=y=I$ — единичный вектор.

Для оператора $(E - zA(S))^{-1}$ справедливо представление

$$(E - zA(S))^{-1} = O \frac{(S_+(z'))}{(S_+(z) - S)\beta_+(z)} + \Pi \frac{S_-(z)}{(S_-(z) - S)\beta_-(z)} + \\ + \sum_{k=-\infty}^{\infty} S^k W_k(z),$$

где $S_{\pm}(z)$ — корни уравнения $(R(S) = z^{-1} z \leq 1)$, причем $S_+(z) \leq 1 \leq S_+(z)$, $\beta_{\pm}(z) = zR'(S_{\pm}(z))$, $\Pi(S) = \Pi(S) \circ y(S) = (\pi_i(S) y_i(S))$ а $\varepsilon > 0$ — некоторое достаточно малое число, не зависящее от z .

Для операторов (или матриц) $W_k(z)$ справедливы равномерные по z оценки:

$$\|W_k(z)\| = O(S_+(z) + \varepsilon)^{-k}, \quad k \rightarrow \infty,$$

$$\|W_k(z)\| = O(S_-(z) - \varepsilon)^{-k}, \quad k \rightarrow \infty.$$



Теорема 3. Пусть $R'(1)=0$, а z и T измеряются так, что $T \rightarrow \infty, z \rightarrow 1$,

$$T^2(1-z) - \lambda = 0 \quad (1/T), \quad \lambda > 0.$$

Тогда

$$R(z, T+1) - R(z, T) k(z) = R(\lambda) + Q(T, \lambda),$$

где

$$R(\lambda) = \frac{2}{C^2} \Pi_1 + \Pi \left(\sigma^{-2} e^{-\frac{2\sqrt{2\lambda}}{2}} - \frac{2}{3} \frac{R'''(+)}{c^2} \right) - W_0(1) + W_{-1}(1);$$

$\Pi = \pi_0 I$ — стационарный проектор цепи x_n ,

$$\Pi_1 = \pi'(1) \circ I + \pi \circ y'(1),$$

$$\sigma^2 = R''(1),$$

а для матрицы $Q(T, \lambda)$ справедлива оценка $\|Q(T, \lambda)\| = 0(1/T)$.

Лемма. Пусть $R'(1)=0$, тогда существует

$$B \equiv -\lim_{z \rightarrow 1} \frac{\pi(S_+(z')(E - S_+^{-1}(z)k(z))}{\beta_+(z)} \quad \text{и} \quad \|B\| > \infty.$$

Теорема 4. Пусть $R'(1)=0, \|R^{-1}(\lambda)\| < \infty$, и $n \rightarrow \infty, T \rightarrow \infty$ так, что $n/T \rightarrow \beta > 0$. Тогда

$$\begin{aligned} & \left(M \left\{ e^{-\frac{\lambda \tau(T, n)}{T^2}} \bar{\eta} + (T, n) \geq k, x_{\tau(T, n)} = j/x_0 = i \right\} \right) = \\ & = \left(\frac{2\sqrt{\lambda}}{\sigma^2} \text{Sh} \frac{\sqrt{2\lambda}}{\sigma} \beta \Gamma R^{-1}(\lambda) - e^{-\frac{\sqrt{2\lambda}}{\sigma} \beta} \cdot E \right) \cdot \\ & \quad \cdot B \sum_{n=0}^{\infty} k_1 f(n) + 0 \left(\frac{1}{T} \right), \end{aligned}$$

а $f(n)$ определено в теореме 2.

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахидшвили

(Поступило 23.11.1991)

მათემატიკა

რ. ტყეშელაშვილი

მარკოვის ჯაგვებზე არეკვლით ხმებიანი

რეზიუმე

განიმარტება მარკოვის ჯაგვის გარკვეულ დონემდე მიღწევის მომენტისა და ამ მომენტში მისი მნიშვნელობის ერთობლივი განაწილების ფუნქცია, ამ უკანასკნელისთვის მტკიცდება ზღვარიანი თეორემები როგორც დროითი, ასევე სივრცითი პარამეტრის უსასრულოდ ზრდის შემთხვევაში.

R. TKEBUCHAVA

MARKOV CHAIN REFLECTED RANDOM WALK

Summary

The moment when a Markov chain attains a certain level, the joint distribution function of this moment and the corresponding Markov chain values for this moment are found. Limit theorems are proved for this function when time and space parameters tend to the infinity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Братийчук. Спектральные свойства операторов, связанных с блужданиями на счетнозначной цепи Маркова. Киев, 1987.

Р. К. ЧИЧИНАДЗЕ

РЕШЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ШАРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелиа 24.3.1992)

Уравнение классической теории упругости в случае статического состояния при отсутствии массовых сил имеет вид [1]

$$\mu \Delta u(x) + (\lambda + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div} u(x) = 0, \quad (1)$$

где $x = (x_1, x_2, x_3)$ — точка трехмерного евклидова пространства \mathbb{R}^3 , $u = (u_1, u_2, u_3)$ — вектор смещения, λ и μ — постоянные Ламе; $3\lambda + 2\mu > 0$, $\mu > 0$.

Пусть $\tau^{(n)} = (\tau_1^{(n)}, \tau_2^{(n)}, \tau_3^{(n)})$ — вектор напряжения [2]:

$$\tau_i^{(n)}(x) = \lambda n_i \operatorname{div} u(x) + \mu n_j \left(\frac{\partial u_j(x)}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i(x)}{\partial x_j} \right), \quad i = 1, 2, 3.$$

Введем обозначения: $B^+ = \{x \in \mathbb{R}^3 \mid |x| < R\}$ — шар с центром в начале координат и радиусом R ; $S = \{x \in \mathbb{R}^3 \mid |x| = R\}$ — сфера; $\bar{B}^+ = B^+ \cup S$; $B^- = \mathbb{R}^3 \setminus \bar{B}^+$.

В работе решаются следующие краевые задачи [2].
 Найти в B^+ решение u уравнения (1), если на S удовлетворяется одно из следующих краевых условий:

$$\forall y \in S : (n \cdot u)^+(y) = g(y), \quad (\tau^{(n)} - n(n \cdot \tau^{(n)}))^+(y) = f(y), \quad (2)$$

— третья задача (задача (III)⁺);

$$\forall y \in S : (n \cdot \tau^{(n)})^+(y) = g(y), \quad (u - n(n \cdot u))^+(y) = f(y) \quad (3)$$

— четвертая задача (задача (IV)⁺).

Здесь $(\varphi)^+(y) \equiv \lim_{B^+ \ni x \rightarrow y \in S} \varphi(x)$; $n \equiv n(y) = (n_1(y), n_2(y), n_3(y))$ — орт внешней по отношению к B^+ нормали S в точке y ; $f = (f_1, f_2, f_3)$ и g — заданные на S функции.

Таким образом, в случае третьей задачи на сфере заданы нормальная составляющая смещения и касательная составляющая напряжения, в случае четвертой задачи — нормальная составляющая напряжения и касательная составляющая смещения.

Нас будут интересовать регулярные и классические решения этих задач. Решение u называется регулярным, если $u \in C^1(\bar{B}^+) \cap C^2(B^+)$, и классическим — если $u \in C(\bar{B}^+) \cap C^2(B^+)$, $(\tau^{(n)})^+ \in C(S)$.



Аналогично ставятся краевые задачи для области B^- (III)⁻, (IV)⁻ и определяются регулярные и классические решения.

При построении решений краевых задач пользуемся специальными представлениями смещений с помощью гармонических функций. Справедливы следующие теоремы.

Теорема 1. Если вектор-функция $v = (v_1, v_2, v_3)$ и скалярная функция ψ , определенные в $B^+[B^-]$, удовлетворяют соотношениям

$$(D_r + \alpha)\psi = \beta \operatorname{div} v, \quad \Delta v = 0, \quad \Delta\psi = 0, \quad (4)$$

где

$$r \equiv |x| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}, \quad D_r \equiv r \frac{\partial}{\partial r} = x_k \frac{\partial}{\partial x_k}$$

$$\alpha = \frac{\mu}{\lambda + 3\mu}, \quad \beta = \frac{\lambda + \mu}{\mu + 3\mu},$$

то

$$u(x) = v(x) + \frac{R^2 - r^2}{2} \operatorname{grad} \psi(x) \quad (5)$$

является решением уравнения (1) в области $B^+[B^-]$.

Теорема 2. Если $v = (v_1, v_2, v_3)$, ψ и φ , определенные в $B^+[B^-]$, удовлетворяют соотношениям

$$(D_r + \alpha)\psi = \beta(\operatorname{div} v + 2D_r^2\varphi + 5D_r\varphi + 3\varphi),$$

$$\Delta v = 0, \quad \Delta\psi = \Delta\varphi = 0, \quad (6)$$

то

$$u(x) = v(x) + x(2D_r + 1)\varphi(x) + \frac{R^2 - r^2}{2} \operatorname{grad}(\psi(x) + 2\varphi(x)) \quad (7)$$

является решением уравнения (1) в $B^+[B^-]$.

При решении задачи (III)⁺ предложенным ниже методом удобно заменить второе из краевых условий (2) эквивалентным аналогично тому, как это делается в [2].

Пусть $F = (F_1, F_2, F_3)$,

$$F_i(y) = \frac{R}{\mu} \hat{f}_i(y) - 2RD_i(g)(y) - \frac{2}{R} y_i g(y),$$

где $D_i(g) = \frac{\partial g}{\partial y_i} - n_i \frac{\partial g}{\partial n}$ — производная Гюнтера [3].

Введем матричный дифференциальный оператор

$$H(\partial_x) = \|H_{ij}(\partial_x)\|_{3 \times 3}, \quad H_{ij}(\partial_x) = \delta_{ij}(D_r - 2) - x_j \frac{\partial}{\partial x_i},$$

где δ_{ij} — символ Кронекера.

Проводя вышеупомянутую замену, вместо краевых условий (2) имеем эквивалентные им условия:

$$(n \cdot u)^+(y) = g(y); \quad (H(\partial_y)u)^+(y) = F(y). \quad (8)$$

Ищем решение задачи (III)⁺ в виде (5). Тогда

$$H(\partial_x)u(x) = h(x) + \frac{\mu(R^2 - |x|^2)}{\lambda + \mu} \operatorname{grad} \psi(x), \quad (9)$$

где $h = (h_1, h_2, h_3)$,

$$h_i(x) = x_j \left(\frac{\partial v_i(x)}{\partial x_j} - \frac{\partial v_j(x)}{\partial x_i} \right) - 2v_i(x) + x_i D_r \psi(x) + \\ + \frac{\mu}{\lambda + \mu} r^2 \frac{\partial \psi(x)}{\partial x_i} - \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} R^2 \frac{\partial \psi(x)}{\partial x_i}. \quad (10)$$

Из (8) и (9) $\forall y \in S: (h)^+(y) = F(y)$. Кроме этого, с помощью (4) легко показать, что $\forall x \in B^+: \Delta h(x) = 0$. Поэтому, как решение задачи Дирихле, h дается формулой Пуассона

$$h(x) = \Pi(F)(x) \equiv \frac{1}{4\pi R} \int_S \frac{R^2 - |x|^2}{|y - x|^3} F(y) d_y S.$$

С другой стороны, вычисляя $\operatorname{div} h$, с учетом соотношений (4) из (10) получаем уравнение относительно ψ :

$$D_r^2 \psi + \frac{\lambda}{2(\lambda + 2\mu)} D_r \psi - \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \psi = \frac{\lambda + \mu}{2(\lambda + 2\mu)} \operatorname{div} h. \quad (11)$$

Из (10) получается также уравнение для v :

$$(D_r - 1)v = q, \quad (12)$$

где $q = (q_1, q_2, q_3)$,

$$q_i(x) = \frac{1}{2} \left(h_i(x) - x_k \frac{\partial h_k}{\partial x_i} \right) - \frac{\mu}{\lambda + \mu} r^2 \frac{\partial \psi(x)}{\partial x_i} + \\ + (D_r - 1) \left(\frac{\mu}{\lambda + \mu} x_i \psi - \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} \frac{R^2 - r^2}{2} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} \right).$$

Решая поочередно уравнения (11) и (12) в классе гармонических функций и затем строя решение задачи (III)⁺ в виде (5), получаем

$$u_i(x) = \frac{1}{8\pi R} \int_S \left(\left(\Phi^{(2)}(x, y) - \frac{1}{R} - \frac{3x \cdot y}{R^3} \right) \delta_{ik} - x_k \frac{\partial}{\partial x_i} \Phi^{(2)}(x, y) + \right. \\ \left. + \frac{r^2}{k_1 - k_2} \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k} (k_2 \Phi^{(2+h_1)}(x, y) - k_1 \Phi^{(2+h_2)}(x, y) + (k_1 - k_2) \Phi^{(2)}(x, y)) - \right. \\ \left. - \frac{k_1 k_2}{k_1 - k_2} \left(x_i \frac{\partial}{\partial x_k} - \frac{R^2 - r^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k} \right) (\Phi^{(2+h_1)}(x, y) - \right. \\ \left. - \Phi^{(2+h_2)}(x, y)) \right) F_k(y) d_y S + \varepsilon_{ijk} a_j x_k, \quad (13)$$

где a_1, a_2, a_3 — произвольные постоянные, ε_{ijk} — символ Леви—Чивита,



$$\Phi^{(m)}(x, y) = \int_0^1 \left(\frac{R^2 - |\tau x|^2}{|y - \tau \lambda|^3} - \frac{1}{R} - \frac{3x \cdot y}{R^3} \tau \right) \frac{d\tau}{\tau^m},$$

$$k_{1,2} = \frac{-\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 + 16\lambda\mu + 32\mu^2}}{4(\lambda + \mu)},$$

$$0 < k_1 < 1, \quad -1 < k_2 < 0.$$

Доказываются следующие теоремы.

Теорема 3. Если $f \in C(S)$, $g \in C^1(S)$, то для u , определенного формулой (13), справедливо включение $u \in C(\bar{B}^+)$.

Теорема 4. Если $f \in C^{0,\gamma}(S)$, $g \in C^{1,\gamma}(S)$, $0 < \gamma \leq 1$, то u , определенное формулой (13), является классическим решением задачи (III)⁺. Разность классических решений этой задачи может равняться только вектору жесткого вращения.

Приступим теперь к решению задачи (IV)⁺. Сначала заменим первое условие (3) эквивалентным:

$$\left((\lambda + 2\mu) \operatorname{div} u - \frac{4\mu}{R^2} (y \cdot u) \right)^+ (y) = l(y), \quad (14)$$

где $l(y) = g(y) + 2\mu D_k(f_k)(y)$.

Ищем решение в виде (7). Тогда

$$u_i - \frac{x_i}{r^2} x_k u_k = v_i - \frac{x_i}{r^2} x_k v_k + \frac{R^2 - r^2}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x_i} - \frac{x_i}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) (\psi + 2\varphi),$$

и, требуя выполнения условия $(n \cdot v)^+(y) = 0$, из (3) имеем $(v)^+(y) = f_+(y)$. Следовательно, так как $\Delta v = 0$, v дается формулой Пуассона: $v = \Pi(f)$.

Теперь из (6) и (7) имеем

$$\begin{aligned} (\lambda + 2\mu) \operatorname{div} u - \frac{4\mu}{r^2} (x \cdot u) &= \zeta - \frac{4\mu}{r^2} (x \cdot v) - \\ &- 2\mu \frac{R^2 - r^2}{r^2} D_r(\psi + 2\varphi), \end{aligned} \quad (15)$$

где

$$\zeta = (2D_r + 1) \left(\frac{\mu(\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu} \psi - 4\mu\varphi \right).$$

Легко заметить, что $\Delta \zeta = 0$ и из условия (14) и равенства (15) следует, что $(\zeta)^+(y) = l(y)$. Таким образом, $\zeta = \Pi(l)$ и

$$(2D_r + 1)\chi = \gamma \Pi(l), \quad (16)$$

где

$$\chi = \psi - \eta\varphi, \quad \eta = 4(\lambda + \mu)(\lambda + 2\mu)^{-1}, \quad \gamma = (\lambda + \mu)(\mu(\lambda + 2\mu))^{-1}.$$

Рассматривая (16) как дифференциальное уравнение относительно гармонической функции χ , его решению можно придать вид

$$\chi(x) = \frac{\gamma}{2} \int_0^1 \Pi(l)(\tau x) \frac{d\tau}{V\tau} = \frac{\gamma}{4\pi R} V(l)(x),$$

где V — гармонический потенциал простого слоя. Отсюда

$$\psi(x) = \eta\varphi(x) + \frac{\gamma}{4\pi R} V(l)(x). \quad (17)$$

Подставив ψ из (17) и значение $v = \Pi(f)$ в (6), относительно гармонической функции φ получим дифференциальное уравнение

$$2D_r^2\varphi + \frac{\lambda - 2\mu}{\lambda + 2\mu} D_r\varphi + \frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + 2\mu} \varphi = F,$$

где

$$F = -\operatorname{div} \Pi(f) + \frac{\lambda + 3\mu}{2\mu(\lambda + 2\mu)} \Pi(l) - \frac{\lambda + \mu}{8\pi R\mu(\lambda + 2\mu)} V(l).$$

Определим φ из последнего уравнения, а затем ψ из (17). Теперь нетрудно построить решение задачи (IV)⁺ в виде (7).

Доказывается следующая теорема.

Теорема 5. Если $g \in C^{0,\gamma}(S)$, $f \in C^{1,\gamma}(S)$, $0 < \gamma \leq 1$, то и, построенное в виде (7), является единственным классическим решением задачи (IV)⁺.

Из исследования задач (III)⁺ и (IV)⁺ в [2] следует, что в условиях теорем 4 и 5 построенные решения являются также регулярными.

Решения задач (III)⁺ и (IV)⁺ в плотностях содержат производные от заданных на сфере краевых функций. Полученная формула позволяет установить дифференциальные свойства решений и доказать теоремы единственности, но она не эффективна для практических целей. Можно упростить представление решений и перенести производные от плотности к ядру.

Аналогично решаются задачи (III)⁻ и (IV)⁻.

Решение задачи (III)⁺ в том частном случае, когда в условиях (2) краевая функция f тождественно равняется нулю, дано в работе [4]. В этой работе решение представлено с помощью одной гармонической функции, являющейся решением обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка относительно переменной $r \equiv |x|$. В работе [5] с применением рядов сферических функций были построены решения задач (III)[±], (IV)[±]. Полученные формулы решения имеют сложную форму по сравнению с представлениями, приведенными в данной работе.

Результаты настоящей работы были доложены 21 ноября 1989 года на международной конференции «Современные проблемы вариационного исчисления», посвященной столетию А. М. Размадзе.

Академия наук Грузии
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 25.3.1992)

რ. ჩიჩინაძე

დრეკადობის თეორიის მესამე და მეოთხე სასაზღვრო ამოცანების
 ამოხსნა ბირთვისათვის

რეზიუმე

აგებულია ეფექტურად — პოტენციალის სახით (1) განტოლებისათვის სა-
 საზღვრო ამოცანების ამონახსნები, როცა სფეროზე სრულდება (2) ან (3) პი-
 რობები. დადგენილია ამონახსნების დიფერენციალური თვისებები და განხი-
 ლულია კლასიკური ამონახსნის ერთადერთობის საკითხი.

MATHEMATICAL PHYSICS

R. CHICHINADZE

SOLUTION OF THE THIRD AND THE FOURTH BOUNDARY
 VALUE PROBLEMS OF ELASTICITY FOR A BALL

Summary

The solutions of the boundary value problems for equation (1) are con-
 structed efficiently in the form of a potential, when either condition (2)
 or condition (3) is satisfied on the sphere. Differential properties of the
 solutions are established and the problem of uniqueness of classical solu-
 tions is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиა, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
3. Н. М. Гюнтер. Теория потенциала и ее применение к основным задачам математической физики. М., 1953.
4. J. Hadamard. Ann. Ecole Norm. Sup., ser. 3, 18, 1901.
5. Д. Г. Натрошвили. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Э. П. ПУЛАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИЗГИБА ПЛАСТИНКИ С ЧАСТИЧНО-НЕИЗВЕСТНОЙ ГРАНИЦЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 14.12.1991).

Пусть срединная поверхность изотропной упругой пластинки на плоскости $z = x + iy$ занимает конечную односвязную область S , имеющую форму выпуклого многоугольника с вырезами у вершин. Центр многоугольника совпадает с началом координат, а одна из вершин лежит на оси ox . Все вырезы одинаковы и осесимметричны относительно прямых, соединяющих центр многоугольника с вершиной. Обозначим через $L = L_1 + L_2$ границу области S , где L_1 — совокупность отрезков, а L_2 — совокупность неизвестных дуг. На каждом отрезке прикреплена жесткая пластинка, и пластинка изгибается моментами, приложенными к планкам. L_2 свободна от внешних усилий.

Мы рассматриваем следующую задачу: найти прогиб пластинки и дугу L_2 такую, чтобы на ней тангенциальный нормальный момент принимал постоянное значение.

Полуобратная задача для многоугольника с одной неизвестной дугой изучена в работе [1].

Прогиб пластинки в точке $M(x, y)$ обозначим через $\omega(x, y)$. Согласно приближенной теории изгиба пластинки, $\omega(x, y)$ является бигармонической функцией.

Из условий задачи следует:

$$\frac{\partial \omega}{\partial n} = dk, N(t) = 0 \text{ на } A_k B_k, k = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

$$M_n(t) = 0, M_{ns}(t) = 0, M_s(t) = k \text{ на } L_2, \quad (2)$$

где n — внешняя нормаль; d_k — постоянные ($d_k = \operatorname{tg} \beta_k$; β_k — угол поворота); $N(t)$ — перерезывающая сила; $M_n(t)$ — нормально-изгибающий момент; $M_{ns}(t)$ — крутящий момент; $M_s(t)$ — тангенциальный момент; A_k, B_k — концы отрезков.

Предполагается, что на каждом отрезке L_1 заданы либо угол поворота, либо значение главного изгибающего момента.

На основании известного выражения для бигармонической функции [2] в силу (1) имеем

$$\operatorname{Re}[e^{-i\alpha(t)}(\varphi(t) + i\overline{\varphi'(t)} + \overline{\psi(t)})] = d(t) \text{ на } L_1, \quad (3)$$

где $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ — аналитические функции в области S ; $\alpha(t)$ и $d(t)$ — кусочно-постоянные функции: $\alpha(t) = \alpha_k$, $d(t) = d_k$ при $t \in A_k B_k$ ($k = 1, 2, \dots, n$); α_k — величина угла, образованного внешней нормалью к L_1 в точке $t \in A_k B_k$ с осью абсцисс.

Известно [3], что

$$\left\{ M_n + i \int N ds \right\} dz = (1 - \sigma) d(x\varphi(z) - \overline{z\varphi'(z)} - \overline{\psi(z)}). \quad (4)$$

Отсюда, учитывая (1), получаем



$$\operatorname{Re} [e^{-i\alpha(t)} (\chi\varphi(t) - \overline{t\varphi'(t) - \overline{\psi(t)}})] = C(t) \text{ на } L_1,$$

где $C(t) = C_k$ при $t \in A_k B_k$, $k = 1, 2, \dots, n$.

На основании формул (3), (5) и известного соотношения [4]

$$M_x + M_y = -2D(1 + \sigma) [\varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)}],$$

где M_x, M_y — изгибающие моменты; σ — коэффициент Пуассона; D — цилиндрическая жесткость пластинки, доказываем

$$\varphi(z) = \rho z, \text{ где } \rho = -\frac{k}{4D(1 + \sigma)}. \quad (6)$$

Как было сказано выше, можно рассмотреть два случая, когда заданы углы поворота отрезков L_1 или значения главного изгибающего момента, действующего на каждом отрезке L_1 . Из формул (3) и (5) видно, что в обоих случаях мы получаем одинаковые граничные задачи теории аналитических уравнений. Мы рассматриваем случай, когда заданы значения главных изгибающих моментов M_j , $j = 1, 2, \dots, n$.

В силу (4) — (6) имеем

$$\operatorname{Re} [e^{-i\alpha(t)} \rho (\alpha - 1)t - \overline{\psi(t)}] = C(t) \text{ на } L_1, \quad (7)$$

$$\overline{\psi(t)} = \rho (\alpha - 1)t + B \text{ на } L_2, \quad (8)$$

где $B = B_1 + iB_2$ — постоянные.

Нетрудно убедиться, что

$$\operatorname{Re} te^{-i\alpha(t)} = \operatorname{Re} A(t) e^{-i\alpha(t)} \text{ на } L_1, \quad (9)$$

где $A(t) = A_k$ при $t \in A_k B_k$, $k = 1, 2, \dots, n$.

Пусть функция $z = \omega(\zeta_1)$ конформно отображает область $s = |\zeta_1| < 1$ на область s . При этом предположим, что точкам C_k , средним точкам известных контуров, соответствуют точки $c_k = e^{i \frac{2\pi}{n}(k-1)}$ ($k = 1, 2, \dots, n$). Введем обозначения $\omega^{-1}(A_k) = a_k$, $\omega^{-1}(B_k) = b_k$ ($k = 1, 2, \dots, n$).

Из формул (7), (8), (9) получаем

$$\operatorname{Re} [e^{-i\alpha(\sigma_1)} (\rho (\alpha - 1)\omega(\sigma_1) - \overline{\psi_0(\sigma_1)})] = C(\sigma_1) \text{ на } l_1, \quad (10)$$

$$\overline{\psi_0(\sigma_1)} = \rho (\alpha - 1)\omega(\sigma_1) + B \text{ на } l_2, \quad (11)$$

$$\operatorname{Re} \omega(\sigma_1) e^{-i\alpha(\sigma_1)} = \operatorname{Re} A(\sigma_1) e^{-i\alpha(\sigma_1)} \text{ на } l_1, \quad (12)$$

где $\psi_0(\zeta_1) = \psi(\omega(\zeta_1))$, $l_1 = \omega^{-1}(L_1)$, $l_2 = \omega^{-1}(L_2)$, $A(\sigma_1) = A_k$ при $\sigma_1 \in a_k b_k$, $k = 1, 2, \dots, n$. Мы пишем $\alpha(\sigma_1)$, $C(\sigma_1)$ вместо $\alpha[\omega(\sigma)]$, $C[\omega(\sigma)]$, так как они кусочно-постоянные функции.

Дифференцируя равенства (10), (11), (12), получаем

$$\overline{\psi_0'(\sigma_1)} \cdot \overline{\sigma} = -\rho (\alpha - 1)\omega'(\sigma_1)\sigma, \text{ на } l_2, \quad (13)$$

$$\operatorname{Im} e^{-i\alpha(\sigma_1)} \omega'(\sigma_1)\sigma_1 = 0 \text{ на } l_1, \quad (14)$$

$$\operatorname{Im} e^{-i\alpha(\sigma_1)} \overline{\psi_0'(\sigma_1)} \overline{\sigma_1} = 0 \text{ на } l_1. \quad (15)$$

Введем функцию

$$W(\zeta_1) = \begin{cases} -\rho \frac{(\alpha - 1)\zeta_1 \omega'(\zeta_1)}{\zeta_1} & \text{при } |\zeta_1| < 1, \\ \frac{\psi_0'(\frac{1}{\zeta_1})}{\zeta_1} & \text{при } |\zeta_1| > 1. \end{cases} \quad (16)$$

В силу (13) — (15) получаем

$$\begin{aligned} W^+(\sigma_1) &= W^-(\sigma_1) \text{ на } l_2, \\ \operatorname{Im} e^{-i\alpha(\sigma_1)} W^+(\sigma_1) &= 0, \\ \sigma &\in l_1, \\ \operatorname{Im} e^{-i\alpha(\sigma_1)} W^-(\sigma_1) &= 0, \end{aligned} \quad (17)$$

Рассматриваемая задача сводится к задаче Римана—Гильберта для бесконечной области, разрезанной вдоль дуг окружности, решение которой дано в работе [1]. Решение, построенное в этих работах мало эффективно в случае, когда количество контуров больше единицы.

В силу циклической симметрии для функции $\omega(\zeta_1)$ имеем

$$\omega(\zeta_1) = e^{-i\frac{2\pi}{n}} \omega(e^{i\frac{2\pi}{n}} \cdot \zeta_1).$$

Воспользовавшись циклической симметрией задачи, ее можно свести к задаче Римана—Гильберта для плоскости разрезанной вдоль одной дуги окружности.

Если это равенство продифференцировать, получится

$$\omega'(\zeta_1) = \omega'(e^{i\frac{2\pi}{n}} \cdot \zeta_1).$$

Введем обозначение:

$$W_0(\zeta_1) = \frac{W(\zeta_1)}{\zeta_1} = \frac{W(e^{i\frac{2\pi}{n}} \cdot \zeta_1)}{\zeta_1 e^{i\frac{2\pi}{n}}}. \quad (18)$$

Поэтому достаточно рассмотреть нашу задачу для области D , которая представляет собой часть области S_1 , ограниченной лучами $\arg \zeta_1 = 0$, $\arg \zeta_1 = \frac{2\pi}{n}$.

Отобразим область D на всю плоскость, которая имеет разрез вдоль положительной полуоси. Это можно осуществить с помощью функции $\zeta_1 = \zeta^{1/n}$.

В силу формулы (18) имеем

$$W_2^+(\sigma) = W_1^-(\sigma), \quad \sigma > 0.$$

Следовательно, получаем задачу Римана—Гильберта для бесконечной области с одним разрезом:

$$\operatorname{Im} e^{-i\frac{\pi}{n}} \sigma^{1/n} W_1^\pm(\sigma) = 0, \quad \sigma \in l, \quad (19)$$

где $W_1(\zeta) = W_0(\zeta^{1/n})$ — новая искомая функция. $\gamma n < \arg \sigma_1 < 2\pi - \gamma n$.

Решение задачи (19) в классе $h(0)$ имеет вид

$$W_1(\zeta) = \frac{A}{V(\zeta - a)(\zeta - b)} \cdot \exp \Gamma(\zeta), \quad (20)$$

где

$$\Gamma(\zeta) = -\frac{2}{n} \sqrt{(\zeta-a)(\zeta-b)} \cdot \frac{1}{2\pi i} \int_l \frac{\ln \sigma d\sigma}{\sqrt{(\sigma-a)(\sigma-b)(\sigma-\zeta)}},$$

$a = \exp(in\gamma)$, $b = \exp(-in\gamma)$. γ , A , B определяем из условий задачи.

Академия наук Грузии
 Тбилисский математический институт
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 12.2.1992)

დრეკადლობის თაობაზე

მ. ფულადი

ნაწილობრივ უცნობსაზღვრიანი ფირფიტის ღუნვის ერთი
 ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ღუნვის ამოცანა მრავალკუთხედიანათვის, რომელსაც წვე-
 რობთან აქვს უცნობი ფორმის ამონაკრები. ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის
 მეთოდების გამოყენებით აგებულია ამოცანის ეფექტური ამონახსენი.

THEORY OF ELASTICITY

E. PULADZE

ON ONE PROBLEM OF BENDING OF A PLATE WITH PARTIALLY UNKNOWN BOUNDARY

Summary

The problem of bending for a polygon with cuts of unknown forms at
 vertices is studied. The efficient solution of the problem is constructed by
 the method of the theory of analytic functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Д. Банцури, Р. С. Исаханов. Сообщения АН ГССР, 128, № 2, 1987.
2. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
4. Г. Н. Савин. Концентрация напряжений отверстий. М.—Л., 1951.

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Ш. П. ЗАЗАШВИЛИ

ЗАДАЧА ИЗГИБА БЕСКОНЕЧНОЙ ТОНКОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНКИ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЕМ И РАЗРЕЗОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелва 11.3.1992)

Пусть бесконечная тонкая анизотропная пластинка ослаблена эллиптическим отверстием L , полуосями a и b ($a > b$) и разрезом на отрезке $l = [c, d]$ вдоль большой полуоси эллипса. Примем оси симметрии эллипса за координатные оси, причем так, чтобы большая ось эллипса и разрез принадлежали действительной оси ox_1 и соблюдалось условие $a < c$. Обозначим через D^- срединную поверхность пластинки, которая занимает бесконечную плоскость с эллиптическим отверстием и разрезом вдоль l .

Рассмотрим задачу о равновесии такой пластинки, если прогиб $w(x)$ срединной поверхности пластинки в области D^- удовлетворяет однородному уравнению прогиба пластинки [1] и граничным условиям

$$w^-(z) = f_1(z), \quad \left(\frac{\partial w(z)}{\partial n(z)} \right)^- = f_2(z), \quad z \in L, \quad (1)$$

$$w^+(\xi) = \psi_1^+(\xi), \quad \left(\frac{\partial w(x)}{\partial x_2} \right)^+ = \psi_2^+(\xi), \quad \xi \in l, \quad (2)$$

$$w^-(\xi) = \psi_1^-(\xi), \quad \left(\frac{\partial w(x)}{\partial x_2} \right)^- = \psi_2^-(\xi), \quad \xi \in l, \quad (3)$$

где f_1 , f_2 , ψ_1^\pm и ψ_2^\pm — заданные функции; в (1) знак — обозначает граничное значение функции на контуре L извне, а в равенствах (2), (3) знаки + и — обозначают граничные значения на l слева и справа соответственно.

Будем считать, что главный вектор внешних усилий, приложенных к L и l , равен нулю, а главный момент — заданная величина, равная M^* . В этом случае без ограничения общности можно считать, что моменты и поперечные силы на бесконечности равны нулю. Кроме того, предполагаем, что в концах разреза скачки углов наклона и прогиба срединной поверхности равны нулю.

Поэтому требуем, чтобы производные второго порядка от f_1 и ψ_1^\pm и первого порядка от ψ_2^\pm и f_2 были непрерывными в смысле Гельдера и удовлетворяли условиям



$$\psi_1^+ = \psi_1^-, \quad \psi_2^+ = \psi_2^-, \quad \frac{d\psi_1^+}{d\xi} = \frac{d\psi_1^-}{d\xi} \quad \text{при } \xi=c, \quad \xi=d. \quad (4)$$

Граничные условия (1), (2), (3) преобразуются следующим образом:

$$(\partial_z \omega)^- = F(z), \quad z \in L, \quad (\partial_x \omega)^\pm = \Psi^\pm(\xi), \quad \xi \in l, \quad (5)$$

где F и Ψ^\pm — заданные векторы, $\partial_x \equiv \begin{pmatrix} -\frac{\partial}{\partial x_2} \\ \frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix}$.

Ищем функцию прогибов $\omega(x)$ в виде

$$\begin{aligned} \omega(x) = & \frac{1}{\pi} \operatorname{Im} \sum_{k=1}^2 \int_l Y_k(x, \xi) [P(k) g(\xi)]_2 d\xi + \\ & + \frac{1}{\pi} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^2 \int_l Y_k(x, \xi) [P(k) h(\xi)]_2 d\xi + \frac{1}{\pi} \operatorname{Im} \sum_{k, j=1}^2 \int_l \{F_{kj}(x, \xi) [P(k) \bar{P}(j) \bar{g}(\xi)]_2 - \\ & - \Phi_{kj}(x, \xi) [P(k) P(j) g(\xi)]_2\} d\xi - \frac{1}{\pi} \operatorname{Re} \sum_{k, j=1}^2 \int_l \{F_{kj}(x, \xi) [P(k) \bar{P}(j) h(\xi)]_2 + \\ & + \Phi_{kj}(x, \xi) [P(k) P(j) h(\xi)]_2\} d\xi + \frac{1}{4\pi} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^2 \int_0^{2\pi} \left[\frac{1}{\tau_k(x)} - \lambda_k \tau_k(x) - \right. \\ & \left. - 2e^{i\varphi} \ln \tau_k(x) + 2(e^{i\varphi} - \lambda_k e^{-i\varphi}) \ln(1 - \tau_k(x) e^{i\varphi}) \right] \times \end{aligned} \quad (6)$$

$$\times (a - i\alpha_k b) [P(k) M(\varphi)]_2 d\varphi + \omega_1(x) + \omega_2(x), \quad x \in D^-,$$

где $g = (g_1, g_2)$, $h = (h_1, h_2)$, $M = (M_1, M_2)$ — искомые векторы;

$$Y_k(x, \xi) = (\xi - x^k) [1 - \ln(\xi - x^k)] - x^k \ln \frac{a - i\alpha_k b}{2 \tau_k(\xi)}; \quad x^k = x_1 + \alpha_k x_2,$$

где α_k — корень характеристического уравнения [1];

$$\begin{aligned} F_{kj} = & \frac{a - i\alpha_k b}{2} \left[\overline{\tau_j(\xi)} \ln \tau_k(x) - \lambda_k \tau_k(x) + \right. \\ & \left. + \left(\frac{1 + \lambda_k \tau_k^2(x)}{\tau_k(x)} - \frac{\lambda_k + \overline{\tau_j^2(\xi)}}{\tau_j(\xi)} \right) \ln(1 - \tau_k(x) \overline{\tau_j(\xi)}) \right], \\ \Phi_{kj} = & \frac{a - i\alpha_k b}{2} \left[\lambda_j \tau_j(\xi) \ln \tau_k(x) - \lambda_k \tau_k(x) + \right. \\ & \left. + \left(\frac{1 + \lambda_k \tau_k^2(x)}{\tau_k(x)} - \frac{\lambda_k + \lambda_j^2 \tau_j^2(\xi)}{\lambda_j \tau_j(\xi)} \right) \ln(1 - \lambda_j \tau_k(x) \tau_j(\xi)) \right], \\ \omega_1(x) = & \frac{1}{2\pi} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^2 \left\{ x^k \ln x^k - x^k + \right. \\ & \left. + \frac{(x^k - d)^2 [2 \ln(x^k - d) - 1] - (x^k - c)^2 [2 \ln(x^k - c) - 1]}{4(d - c)} \right\} [P(k) A^*]_2. \end{aligned}$$

$$\omega_2(x) = \frac{K}{8\pi} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^2 \left\{ 2(x^h)^2 \ln x^h - (x^h)^2 - 2(d+c)x^h \ln x^h + \frac{d+c}{3} x^h + \right. \\ \left. + \frac{(x^h-d)^3[6 \ln(x^h-d)-5] - (x^h-c)^3[6 \ln(x^h-c)-5]}{9(d-c)} \right\} (Ar_k - Cs_k),$$

$$\lambda_k = \frac{a + i\alpha_k b}{a - i\alpha_k b}, \quad \tau_k(x) = \frac{a - i\alpha_k b}{x^h + \sqrt{(x^h)^2 - (a^2 + \alpha_k^2 b^2)}}, \quad P(k) = \begin{vmatrix} p_k & q_k \\ r_k & s_k \end{vmatrix},$$

$$r_k = -\frac{p_k}{\alpha_k} = \frac{(-1)^k}{\alpha_1 - \alpha_2}, \quad s_k = -\frac{q_k}{\alpha_k} = \frac{(-1)^k \alpha_1 \alpha_2}{\alpha_k (\alpha_1 - \alpha_2)}, \quad A = 2i \sum_{k=1}^2 \alpha_k d_k, \quad B = 2i \sum_{k=1}^2 \alpha_k^2 d_k,$$

$$C = 2i \sum_{k=1}^2 d_k, \quad \frac{1}{d_1} = (\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - \bar{\alpha}_1)(\alpha_1 - \bar{\alpha}_2), \quad \frac{i}{d_2} = (\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \bar{\alpha}_1)(\alpha_2 - \bar{\alpha}_2),$$

причем A, B, C — действительные постоянные, удовлетворяющие условию $BC - A^2 > 0$ [2]; $\bar{P}(k)$ — комплексно сопряженная матрица $P(k)$; символ $[a]_2$ — вторая компонента вектора a ; $A^* = (A_1^*, A_2^*)$ — произвольный постоянный действительный вектор, а K — произвольная действительная постоянная.

На основании (6) условие однозначности $\omega(x)$ имеет вид

$$\int_l g(\xi) d\xi = 0, \quad \int_l \xi g_2(\xi) d\xi = 0. \quad (7)$$

Из равенства (6) будем иметь

$$\partial_x \omega(x) = \frac{1}{\pi} \int_l G(x, \xi) g(\xi) d\xi + \frac{1}{\pi} \int_l H(x, \xi) h(\xi) d\xi + \\ + \frac{1}{2\pi} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^2 P(k) \int_0^{2\pi} \frac{1 + \tau_k(x) e^{i\varphi}}{1 - \bar{\tau}_k(x) e^{i\varphi}} M(\varphi) d\varphi + \partial_x \omega_1(x) + \partial_x \omega_2(x), \quad x \in D^-. \quad (8)$$

Заметим, что матрицы $G(x, \xi)$ и $H(x, \xi)$ обращаются в нуль, когда точка x выходит на контур эллипса, а ξ остается на l . На основании этого, вычисляя граничное значение вектора (7) и учитывая (5), получаем

$$M + (\partial_x \omega_1(z))^- + (\partial_x \omega_2(z))^- = F(z), \quad z \in L.$$

Следовательно, вектор M определяется из последнего равенства и будет зависеть линейным образом от вектора A^* и постоянного K .

Вычисляя теперь разность граничных значений вектора $\frac{\partial}{\partial x_1} \partial_x \omega(x)$, с обеих сторон разреза получаем $g(\xi) = \frac{d}{d\xi} [\Psi^+(\xi) - \Psi^-(\xi)]$.

Отсюда видно, что условие однозначности (7) выполняется.



Наконец, сложением граничных значений вектора $\frac{\partial}{\partial x_1} \partial_x w(x)$ на I получается следующая система сингулярных интегральных уравнений относительно $h(\xi)$:

$$\frac{1}{\pi} \int_I \frac{h(\xi) d\xi}{\xi - \xi_0} + \frac{1}{\pi} \int_I K(\xi_0, \xi) h(\xi) d\xi = Q(\xi_0), \quad \xi_0 \in I, \quad (9)$$

с дополнительным условием

$$\int_I h(\xi) d\xi = 6(A_{22} p^3)^{-1} \left\| \begin{array}{cc} -B & A \\ A & -C \end{array} \right\| M^*, \quad (10)$$

где $Q(\xi_0)$ — известный вектор класса H_e^* , линейно зависящий от вектора A^* и постоянной K ; p — толщина пластинки, A_{22} — коэффициент Гука [2]; $K(\xi_0, \xi)$ — известная непрерывная матрица.

Доказывается, что система (9) в классе неограниченных решений всегда разрешима и решение будет зависеть линейным образом, помимо вектора A^* и постоянной K , еще от двух произвольных постоянных. Доказывается, что всегда можно подобрать эти две последние постоянные таким образом, чтобы решение системы (9) удовлетворяло условию (10).

Очевидно, что функция $w(x)$ по формуле (6) после нахождения векторов M , g , h будет линейным образом зависеть от вектора A^* и постоянной K и точно будет удовлетворять первому равенству из условий (5), а с точностью до постоянного слагаемого — второму равенству условий (5), причем это слагаемое будет одинаковым слева и справа на I .

Опираясь на теоремы единственности решения задачи, доказываем, что всегда можно выбрать вектор A^* так, чтобы и второе равенство условий (5) выполнялось точно.

После этого ясно, что найденное нами $w(x)$ будет точно удовлетворять вторым равенствам в условиях (1), (2), (3), а первым равенствам — с точностью до произвольных постоянных слагаемых, причем эти слагаемые будут разными на L и I .

И здесь в силу теоремы единственности доказывается, что всегда можно выбрать постоянную K так, чтобы постоянные слагаемые на эллипсе и на разрезе были равными K_0 . Тогда разность $w(x) - K_0$ будет решением поставленной задачи.

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

Институт прикладной математики
им. И. Н. Векуа



შ. ჯაჯაშვილი

ღუნვის ამოცანა თხელი უსასრულო ანიზოტროპული ფირფიტისათვის ელიფსური ხვრელითა და შრილით

რეზიუმე

განხილულია ღუნვის ამოცანა თხელი უსასრულო ანიზოტროპული ფირფიტისათვის ელიფსური ხვრელითა და სწორხაზოვანი შრილით ელიფსის დიდი ღერძის გასწვრივ, როცა ხვრელისა და შრილის ნაპირები ჩამავრებულია.

THEORY OF ELASTICITY

Sh. ZAZASHVILI

THE BENDING PROBLEM FOR A THIN ANISOTROPIC PLATE WITH AN ELLIPTIC HOLE AND CUT

Summary

The bending problem for an infinite thin anisotropic plate with an elliptic hole and cut along the major semiexis, when the boundary is fixed, is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. М.—Л., 1947.
2. М. О. Башелейшвили. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1966.

Е. Э. СИТНИКОВА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПЛАНОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

(Представлено академиком В. К. Чиннадзе 28.1.1992)

Усложнение структуры производства и разработка новейших сложных автоматических комплексов на первый план выдвигают задачу их непрерывного обеспечения всеми необходимыми ресурсами. Как следствие этого усложняется структура подсистемы транспортного обслуживания. Естественно встает вопрос подбора оптимального состава транспортных средств и составления оптимальных графиков функционирования подсистемы с целью бесперебойного обеспечения производства необходимыми ресурсами и минимизации транспортных расходов.

Исходя из специфики структуры иерархической математической модели, описанной в [1, 2] для решения задачи оптимизации транспортного обслуживания объектов методом построения последовательности планов на базе систем представителей [3], был разработан диалоговый программный комплекс. Расчет задачи проводился на ЕС-1037 и ЕС-1045, диалог осуществления на базе дисплея типа ЕС-7920. Необходимый объем оперативной памяти — 6,0 М Байт, объем дисковой памяти — 0,5 М Байт.

Процесс расчета проводился согласно следующему алгоритму:

- Шаг 1. Ввод основных параметров транспортной системы.
- Шаг 2. Ввод исходных данных для каждого объекта. Ввод осуществляется: либо генерацией случайных чисел, либо вводом с перфокарт.
- Шаг 3. Печать введенной информации.
- Шаг 4. Счет задачи уровня 1.
- Шаг 5. Печать результатов задачи уровня 1.
- Шаг 6. Комплексный расчет задачи синтеза — уровень 2.
- Шаг 7. Печать результатов задачи уровня 2.
- Шаг 8. Конец расчета.

Пример расчета

Основные характеристики производственно-транспортной системы

Длина планового периода функционирования системы	800
Шаг по временной сетке	1
Количество имеющихся объектов	3
Количество транспортных средств т. с.	2
Номинальная грузоподъемность т. с.	80,00
Номинальный объем т. с.	60,00

Характеристики объектов сведены в табл. 1, а результат экспериментального расчета — оптимальный график обслуживания объектов приведен в табл. 2. Суммарный выигрыш от функционирования



всей производственно-транспортной системы при таких исходных данных составил 28750,1.

Таблица 1

Характеристики объектов

Наименование	Номера объектов		
	1	2	3
Начало функционирования объекта	221	170	388
Допустимый интервал отклонения от начала функционирования объекта	29	18	21
Временной интервал функционирования	210	255	207
Выигрыш от выполнения плана	12500	11250	14375
Объем контейнера т. с.	57,75	58,88	59,06
Грузоподъемность контейнера т. с.	66,00	73,00	71,50
Время, затрачиваемое т. с. на поездку при этом:	27,56	24,41	23,30
на погрузку	2	2	2
в пути к объекту	3	3	4
на разгрузку	4	4	4
в пути к складу	3	3	2
на ремонт	15	12	11
Количество используемых ресурсов	24	28	20

Таблица 2

Оптимальный график обслуживания объектов

№ объекта	№ поездки	№ т. с.	Начало погрузки	Момент старта	Начало разгрузки	Начало возвращения	Начало ремонта	Конец ремонта
1	1	2	216	218	221	225	228	243
2	1	1	165	167	170	174	177	189
	2	1	292	295	297	301	304	316
	3	2	359	361	364	368	371	383
3	1	1	382	384	388	392	394	405
	2	2	503	505	509	513	515	526

В экспериментальном расчете для вышепредложенного примера был использован новый подход к решению поставленной производственно-транспортной задачи, что позволило значительно повысить качество предлагаемых графиков и сократить затраты труда и времени при составлении оптимального графика обслуживания объектов на 20%.

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

ბ. სიტნიკოვა

ობიექტების სატრანსპორტო მომსახურების პროცესის კვლევა და
 ოპტიმიზაცია გეგმების მიმდევრობითი აგების მეთოდის
 გამოყენებით

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია სატრანსპორტო მომსახურების პროცესის ექსპერი-
 მენტული კვლევის შედეგები ერთი კონკრეტული საწარმო-სატრანსპორტო
 სისტემის მაგალითზე გეგმების მიმდევრობითი აგების მეთოდის გამოყენებით.

CYBERNETICS

E. SITNIKOVA

APPLICATION OF THE CONSTRUCT SEQUENCE OF PLANES
 METHOD FOR INVESTIGATION AND OPTIMIZATION OF THE
 OBJECT'S TRANSPORT SERVICE PROCESS

Summary

The paper presents the results of experimental investigation of the ob-
 ject's transport service process on a basis of one specific transportation prob-
 lem by using of the Construct Sequence of Planes Method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Э. Ситникова. Сообщения АН ГССР, 127, № 2, 1987, 273—275.
2. 3. Ш. Пугуридзе, E. Э. Ситникова. Труды ИВМ АН ГССР, т. XXVII:2, 1987, 96—99.
3. В. А. Емеличев, В. И. Комлик. Метод построения последовательности пла-
 нов для решения задач дискретной оптимизации. М., 1981, 208.

А. Е. БАРДИН, М. Е. САЛУКВАДЗЕ (член-корреспондент АН Грузии)

МИНИМАКСНЫЙ РИСК

Развитие современных технологий потребовало в последние годы исследования многокритериальных задач с учетом реально существующих возмущений, помех и другого вида неопределенностей. Подход, основанный на принципе гарантированного результата, рассмотрен в [1]. Однако «максиминная позиция» из [1] ориентируется на возможность наилучшего (для ЛПР) варианта, вероятность которого может быть ничтожно мала. Предлагаемый ниже подход основан на принципе «минимаксного сожаления» Сэвиджа [2, 3] и позволяет «снять» ряд негативных сторон, присущих принципу гарантированного результата.

Рассматривается многокритериальная задача при неопределенности

$$\langle X, Y, f(x, y) \rangle, \quad (1)$$

где решения $x \in X \in \text{comp } R^n$, неопределенности $y \in Y \in \text{comp } R^m$ и компоненты $f_i(x, y)$, $i \in N = \{1, \dots, N\}$ векторного критерия $f(x, y)$ непрерывны на $X \times Y$. Задача ЛПР: выбор решения $x \in X$, при котором все компоненты $f_i(x, y)$ принимают одновременно возможно большие значения, при этом следует учесть реализацию любой неопределенности $y \in Y$.

Задаче (1) поставим в соответствие следующую многокритериальную задачу:

$$\langle X, Y, \Phi(x, y) \rangle, \quad (2)$$

где векторный риск $\Phi(x, y) = (\Phi_1(x, y), \dots, \Phi_N(x, y))$,

$$\Phi_i(x, y) = \max_{z \in X} f_i(z, y) - f_i(x, y), \quad i \in N \quad (3)$$

характеризует (при каждом $y \in Y$) степень «близости» $f(x, y)$ к точке «утопии»

$$\max_{z \in X} f_1(z, y), \dots, \max_{z \in X} f_N(z, y).$$

Лемма 1. Компоненты $\Phi_i(x, y)$ из (3) векторного риска $\Phi(x, y)$ непрерывны на $X \times Y$.

Далее, для двух векторов $f^{(k)} = (f_1^{(k)}, \dots, f_N^{(k)})$, $k=1, 2$ обозначается

$$f^{(1)} = f^{(2)} \iff f_i^{(1)} = f_i^{(2)} \quad (i \in \mathbf{N}), \quad f^{(1)} \neq f^{(2)} \iff \neg f^{(1)} = f^{(2)};$$

$$f^{(1)} \geq f^{(2)} \iff f_i^{(1)} \geq f_i^{(2)} \quad (i \in \mathbf{N});$$

$$f^{(1)} > f^{(2)} \iff f_i^{(1)} > f_i^{(2)} \quad (i \in \mathbf{N}), \quad f^{(1)} \not> f^{(2)} \iff \neg f^{(1)} > f^{(2)};$$

$$f^{(1)} \geq f^{(2)} \iff f^{(1)} \geq f^{(2)} \wedge f^{(1)} \neq f^{(2)}, \quad f^{(1)} \geq f^{(2)} \iff \neg f^{(1)} \geq f^{(2)}.$$

Определение 1. Решение $x^* \in X$ назовем r -гарантирующим по Слейтеру (Парето) для задачи (1), если существует $y^* \in Y$ такое, что

$$\varphi(x^*, y) \not> \varphi(x^*, y^*) \not> \varphi(x, y^*),$$

$$(\varphi(x^*, y) \geq \varphi(x^*, y^*) \geq \varphi(x, y^*)), \quad \forall x \in X, \quad y \in Y.$$

При $N=1$ r -гарантирующее решение по Слейтеру (Парето) является минимаксной стратегией в антагонистической игре

$$\langle X, Y, \varphi_1(x, y) = \max_{z \in X} f_1(z, y) - f_1(x, y) \rangle,$$

и реализует принцип минимаксного сожаления Сэвиджа для скалярного критерия $\varphi_1(x, y)$. В случае $Y = \emptyset$ r -гарантирующее решение совпадает со слабоэффективным для многокритериальной задачи $\langle X, f(x) \rangle$. Такое же совпадение имеет место и для задачи (1) при $f(x, y) = f(x) + g(y)$.

Утверждение 1. Множество r -гарантирующих решений задачи (1) является компактом (может быть, пустым).

Утверждение 2. Каждое r -гарантирующее по Парето решение задачи (1) является r -гарантирующим по Слейтеру (обратное утверждение, вообще говоря, не имеет места).

Утверждение 3. Пусть существуют $\alpha_i = \text{const} > 0$, $i \in \mathbf{N}$ такие, что в антагонистической игре

$$\langle X, Y, \sum_{i \in \mathbf{N}} \alpha_i \varphi_i(x, y) \rangle$$

существует седловая точка (x^*, y^*) . Тогда минимаксная стратегия x^* является r -гарантирующим по Парето решением задачи (1).

Данное утверждение позволяет использовать для построения r -гарантирующих решений методы построения седловых точек из общей теории игр.

Определение 2. Решение $x^0 \in X$ назовем r -минимаксным по Слейтеру для задачи (1), если существует $\widehat{y}(x^0) \in Y(x^0)$ такое, что

$$\varphi(x^0, \widehat{y}(x^0)) \not> \varphi(x, y(x)), \quad \forall x \in X, \quad y(x) \in Y(x).$$

Здесь

$$Y(x) = \{y(x) \in Y \mid \varphi(x, y(x)) \not\leftarrow \varphi(x, y), \quad \forall y \in Y\}.$$

Вектор $\varphi(x^0, \widehat{y}(x^0))$ назовем r -минимаксом по Слейтеру.

Утверждение 4. Множество X^r r -минимаксных по Слейтеру решений задачи (1) есть непустой компакт, тогда компактом в R^N будет и множество всех r -минимаксов по Слейтеру:

$$\tilde{\mathcal{F}}_S = \bigcup_{x^0 \in X^r} \bigcup_{y \in \widehat{Y}(x)} \varphi(x, y),$$

где $\widehat{Y}(x^0)$ — множество неопределенностей $\widehat{y}(x^0)$, фигурирующих в определении 2.

Утверждение 5. Множество $\tilde{\mathcal{F}}_S$ всех r -минимаксов по Слейтеру задачи (1) внутренне устойчиво, т. е. для любых

$$\varphi^{(1)}, \varphi^{(2)} \in \tilde{\mathcal{F}}_S \text{ будет } \varphi^{(1)} \not\prec \varphi^{(2)}.$$

Утверждение 6. Множество $\tilde{\mathcal{F}}_S$ внешне устойчиво по отношению к множеству

$$\varphi_S(X) = \bigcup_{x \in X} \bigcup_{y \in Y(x)} \varphi(x, y),$$

т. е. для каждого $\varphi(x, y(x)) \in \varphi_S(X)$ существует «свой» r -минимакс по Слейтеру $\varphi \in \tilde{\mathcal{F}}_S$ такой, что $\varphi(x, y(x)) \geq \varphi$.

Академия наук Грузии
Институт систем управления

Орехово-Зуевский
педагогический институт

(Поступило 26.2.1992)

კიბერნეტიკა

ა. ბარდინი, მ. სალუკვაძე (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

მინიმამასური რისკი

რეზიუმე

განუსაზღვრელობის მქონე მრავალკრიტერიალური ამოცანების გამოკვლევისათვის შემოთავაზებულია ახალი მიდგომა, რომელიც დაფუძნებულია „მინიმამასური სინანულის“ პრინციპის განზოგადოებაზე.

CYBERNETICS

A. BARDIN, M. SALUKVADZE

MINIMAX RISK

Summary

A new approach to solving multicriteria problems under uncertainty based on generalization of the „minimax regret“ principle is proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Жуковский, М. Е. Салуквадзе. Многокритериальные задачи управления в условиях неопределенности. Тбилиси, 1991.
2. Р. Д. Льюс, Х. Райфа. Игры и решения. М., 1961.
3. Э. Мушик, П. Мюллер. Методы принятия технических решений. М., 1990.

Г. М. МИРИАНАШВИЛИ, Ш. М. МИРИАНАШВИЛИ,
М. Д. ИОРДАНИШВИЛИ, В. А. НОВИКОВ, Д. И. БАИДАУРИ

ЭФФЕКТИВНОЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ДИФFUЗИОННЫХ И ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СВЕТОДИОДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 29.11.1991)

Измерение временных параметров излучения светодиодов (СД), кроме прикладного, имеет также значение для понимания процессов, происходящих в светоизлучающих структурах. В большинстве работ измерения временных параметров СД осуществлялись непосредственным наблюдением времен спада и нарастания излучения при импульсном возбуждении СД (осциллографический метод). Для этих целей часто используются также одноэлектронный и фазово-компенсационный методы [1]. При использовании быстродействующих ФЭУ фазово-компенсационным методом можно оценить времена релаксации до величин порядка $5 \cdot 10^{-10}$ с в простых излучающих структурах, однако проследить кинетику процесса в реальных системах очень трудно. Осциллографический метод также требует использования быстродействующих приемников излучения. Однако основным недостатком этого метода является невысокий динамический диапазон регистрируемого изменения интенсивности излучения в импульсе.

Сравнение осциллограмм импульсов излучения СД с гистограммами тех же импульсов, зарегистрированных с помощью ОЭ метода, показало, что ОЭ метод обладает рядом преимуществ по сравнению с фазово-компенсационным и осциллографическим методами (отсутствие на гистограммах значительной временной задержки импульса излучения по отношению к импульсу возбуждения, характерное для других методов при малой плотности тока через СД; возможность установления зависимости времени нарастания импульса излучения от плотности тока через СД).

Обладая высоким временным разрешением ($\sim 10^{-11}$ с) и малым шумовым эффектом, обусловленным использованием ФЭУ в режиме счета фотонов, ОЭ метод позволяет также исследовать кинетику излучения СД в широком диапазоне изменения интенсивности сигнала.

В данной работе ОЭ методом исследовались диффузионные и эпитаксиальные структуры на основе твердых растворов $Al_xGa_{1-x}As$ с содержанием алюминия $0,1 \leq x \leq 0,4$ атомных процентов, а также эпитаксиальные светодиоды на базе арсенида галлия.

Экспериментальная установка была аналогична описанной в работе [2]. Временно-амплитудный преобразователь был собран по схеме [3] с некоторой модификацией. Временное разрешение системы (динамическое) от $1,6 \cdot 10^{-11}$ с (ФЭУ-79) до $1,3 \cdot 10^{-9}$ с (ФЭУ-36). Точность измерения характерных времен задавалась полным числом за-



регистрированных импульсов. Так, при экспоненциальном законе затухания постоянная

$$\tau = \frac{a(N_1 - N_2)}{\ln(n_1 - n_2)}, \quad (1)$$

где a — ширина канала анализатора, N_1 и N_2 — номер канала с числом импульсов n_1 и n_2 соответственно, при $n_1 = 10^5$ имп/с и $n_2 = 10^4$ имп/с относительная ошибка в измерении τ (определяемая ошибкой в измерении ширины канала) менее (2—3) % и остается ниже 10% практически во всех реализуемых ситуациях.

Наблюдаемый на опыте спад излучения СД после прекращения возбуждения происходит с переменной скоростью и характеризуется мгновенным временем спада $\tau_{\text{мгн}}$ ($\tau_{\text{мгн}} \geq \tau_{\text{изл}}$). Чем выше уровень инжекции, тем заметнее $\tau_{\text{мгн}}$ отличается от $\tau_{\text{изл}}$. По мере уменьшения уровня инжекции величина $\tau_{\text{мгн}}$ уменьшается и стремится к одному и тому же значению. Это предельное значение $\tau_{\text{мгн}}$ и является, по всей видимости, $\tau_{\text{изл}}$ (пунктир на рис. 1).

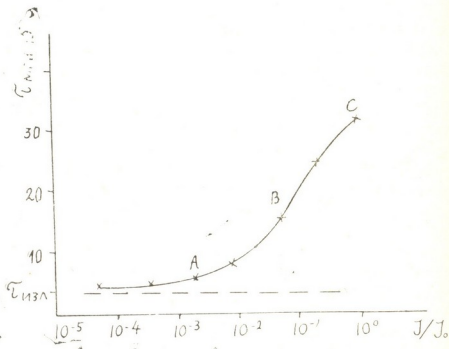


Рис. 1. Эволюция $\tau_{\text{мгн}}$, определяемого по тангенсу угла наклона касательных гистограмм импульса излучения за время спада импульса (А—= 5 A/cm^2 ; В—= 50 A/cm^2 ; С—= 1000 A/cm^2)

Как показали эксперименты, значения $\tau_{\text{изл}}$ для СД с различными структурами (гомо-, гетеропереходы, различное содержание Al, различная степень легирования активной зоны, различные технологические режимы и т. д.) коррелируют лишь с уровнем легирования активной области. Для диффузионных СД значения $\tau_{\text{изл}}$ лежат в пределах $(0,8 \div 2,5) \cdot 10^{-9}$ с при изменении концентрации акцепторов (Zn) от $5 \cdot 10^{18}$ до $0,8 \cdot 10^{18}$ cm^{-3} (при анализе временных распределений мы пренебрегли наличием медленных компонент спада в последней стадии спада импульса).

На рис. 2 приведены типичные зависимости временных параметров излучения от плотности тока для диффузионных СД. Величины $\tau_{\text{мгн}}$ определялись по наклону касательных гистограмм импульсов излучения на уровне от $0,8 I_{\text{max}}$. Время нарастания импульса $t_{\text{фр}}(j)$ оценивалось по времени, необходимому для изменения интенсивности излучения от $0,1 I_{\text{max}}$ до $0,9 I_{\text{max}}$ в области значений $j \geq 10 \text{ А/см}^2$. В этой области значений плотность тока через СД нарастание фронта излучения происходит нелинейно. При малых $j \leq 16 \text{ А/см}^2$ фронт импульса имеет экспоненциальный участок, параметр которого обозначен через $\tau_{\text{фр}}$. Время задержки импульса излучения относительно импульса тока определялось по разности между номером канала, соответствующим началу темного импульса, и номером канала, с которого начинался резкий скачок импульса излучения.

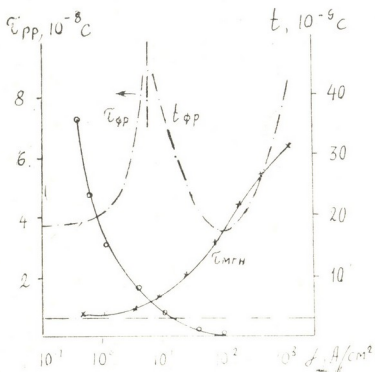


Рис. 2. Временные параметры диффузионной СД с гетеропереходом в зависимости от плотности тока возбуждения

Как видно из рис. 2, зависимости $\tau_{\text{фр}}(j)$ и $t_{\text{фр}}(j)$ сходятся к одному пределу при $j \sim 10 \text{ А/см}^2$, деля всю область изменений этих величин на два участка: участок слабой инжекции, где преобладает одномолекулярный механизм рекомбинации, и участок сильной инжекции, где преобладает бимолекулярный механизм рекомбинации. Минимальное значение $\tau_{\text{фр}}$ (при $j \rightarrow 0$) дает возможность оценить собственную емкость p - n -перехода при $U = 0$. Эти оценки для различных СД дали значения $(5 \cdot 10^{-11} \leq c \leq 2,7 \cdot 10^{-10}) \text{ Ф}$, хорошо согласующиеся с измерениями по вольт-емкостной характеристике СД. Для защищенных p - n -переходов влияние медленной компоненты спада становится заметным ниже $10^{-3} I_{\text{max}}$. В структурах, где ожидалось увеличение вклада безызлучательных каналов рекомбинации (незащищенные p - n -переходы), начало медленной компоненты спада поднималось до уровня $0,1 I_{\text{max}}$.



Из зависимостей $\tau_{\text{МГН}}(j)$ и $t_{\text{фр}}(j)$ видно, что существует область значений j ($j \sim 80 \div 500 \text{ А/см}^2$), в которой эти времена близки. При работе в этом диапазоне значения j импульсы излучения воспроизводит импульс тока с быстродействием, определяемым $\tau_{\text{МГН}}$ либо $t_{\text{фр}}$. При работе вне этого диапазона j быстродействие СД определяется большим из соответствующих времен.

В эпитаксиальных гетероструктурах поведение $\tau_{\text{МГН}}$ аналогично зависимости $\tau_{\text{МГН}}$ от j для диффузионных структур. $\tau_{\text{изл}}$ не коррелирует с шириной запрещенной зоны при $0,1 \leq X \leq 0,4$, но зависит от уровня легирования p -области и изменяется в пределах $2,5 \leq \tau_{\text{изл}} \leq 8 \text{ нс}$ при $5 \cdot 10^{16} \leq p \leq 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$.

В эпитаксиальных тройных гетероструктурах с нелегированной узкозонной активной областью зависимость $\tau_{\text{МГН}}(j)$ смещена в сторону меньших j (рис. 3). Форма фронта и спада импульсов излучения

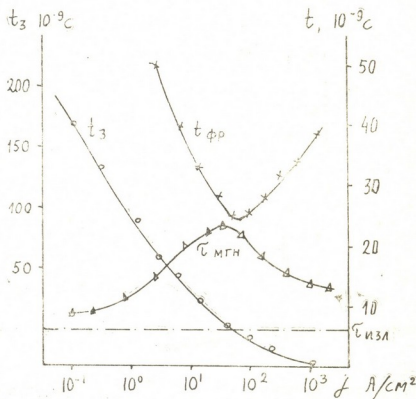


Рис. 3 Временные характеристики эпитаксиального СД в зависимости от плотности тока возбуждения

близка к требуемой биполярной схеме рекомбинации во всем диапазоне изменения j .

В большинстве работ оценка быстродействия СД характеризуется либо только временем спада, либо временем нарастания фронта излучения [5, 6]. При этом эффективное быстродействие, как правило, завышается [7]. Однако, как было показано нами, при больших плотностях тока $\tau_{\text{МГН}}$ претерпевает сложную эволюцию. Неучет затягивания спада излучения неизбежно должен привести к частотным иска-



жениям передаваемого сигнала при модуляции его на предельных частотах.

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 11.12.1991)

ფიზიკა

ბ. მირიანაშვილი, შ. მირიანაშვილი, მ. იორდანიშვილი, ვ. ნოვიკოვი,
დ. ბაიდაური

დიფუზიური და ეპიტაქსიალური უმჯდომობის ეფექტური
სწრაფმოქმედება

რეზიუმე

იმპულსური აგზნების პირობებში შესრულებულია $Al_xGa_{1-x}As$ სტრუქტურების ბაზაზე არსებული შექდიოდების გამოსხივების დროული მახასიათებლის — იმპულსის ზრდის, დაცემის, დაგვიანების — შედარებითი გაზომვები შექდიოდში გამავალი დენის ფართო დიაპაზონისათვის. ნაჩვენებია, რომ ეფექტური სწრაფმოქმედება განისაზღვრება მახასიათებელ დროთა მაქსიმალური მნიშვნელობებით შექდიოდში გამავალი დენის ცვლილებისას მის მუშა დიაპაზონში.

PHYSICS

G. MIRIANASHVILI, Sh. MIRIANASHVILI, M. IORDANISHVILI,
V. NOVIKOV, D. BAIDAURI

THE EFFECTIVE FAST-FUNCTION OF DIFFUSION AND EPITAXIAN LIGHT-DIODES

Summary

The comparable measurements of light-diode radiation time parameters had been carried out, namely—the times of growth, slump, delay at impuls excitation on Al Ga As base in wide light-diode current changing range.

It has been shown that effective fast-function is determined by the maximal values of characteristic periods in current changing during light-diode working range.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Сумков, Е. Б. Любаницкая, М. В. Невский. ПТЭ, 2, 1970, 234—235.
2. В. Г. Лапшин, М. Н. Омеляненко, И. В. Рыжков, В. И. Рыкалин. ПТЭ, 1, 1966, 149—154.



3. Ю. Г. Будянов, В. Г. Зинов. Материалы симпозиума по наносекундной ядерной электронике. Дубна, 1967, 339—347.
4. Ж. И. Алферов, Д. З. Гарбузов, А. Г. Гореленок, Б. В. Пушкин, М. К. Трукан. ФФП, т 7, вып. 8, 1973, 1493—1500.
5. Ж. И. Алферов, В. М. Андреев, Д. З. Гарбузов, М. К. Трукан. ФТП, т. 8, вып. 3, 1974, 561—565.
6. С. А. Burgus, В. J. Miller. *Optic Commun*, 4, 1971, 307-309
7. M. Ettenberg, H. Kressel, J. P. Wittke. *IEEE J. of Quantum Electronics*, v QE-12, 6, 1976, 360-364.

Л. П. БЫЧКОВА, О. И. ДАВАРАШВИЛИ, А. П. ШОТОВ

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДГС ЛАЗЕРАХ PbSe/PbSnSe

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 25.2.1992)

Для лазеров в ИК области спектра важное значение имеет повышение рабочих температур [1], что существенно расширяет сферы и масштабы их применения. Рассмотрим возникающие особенности генерации когерентного излучения в случае гетеролазера с двусторонним ограничением (ДГС) PbSe/PbSnSe (рис. 1), с однородно возбужденной активной областью. Представим пороговое условие в виде

$$g - \alpha - \frac{1}{L} \ln \frac{1}{R} = 0, \quad (1)$$

где g — коэффициент усиления, α — показатель потерь, $\frac{1}{L} \ln \frac{1}{R}$ — потери на зеркалах лазера (L — длина резонатора, R — коэффициент отражения).

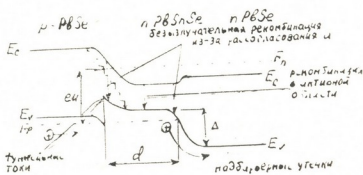


Рис. 1. Каналы прохождения токов в ДГС лазера

Потери на отражение на зеркалах лазера для длины резонатора $L=500$ мкм и коэффициента отражения $R=0,5$ не превышают 15 см^{-1} и слабо зависят от температуры. Тогда, принимая во внимание, что внутренние потери α связаны с поглощением на свободных носителях и g есть полное усиление за вычетом той части, которая необходима для достижения инверсной населенности, условие $g=\alpha$ можно записать в виде [2]

$$\frac{\eta_i c^2 (\Delta n - n_i)}{8 \pi N^2 v^2 \Delta v \tau_a} = \frac{e^3 (n_0 + 2 \Delta n)}{\pi e^3 N \mu m_0^2} \quad (2)$$

Здесь n_0 — равновесная концентрация носителей, необходимая для создания инверсии населенностей, v — частота излучения, μ — подвижность свободных носителей, τ_a — время жизни в активной области, N — показатель преломления, η_i — квантовый выход излучения. Уравнение (2) определяет уровень инжекции носителей Δn , при котором



возникает генерация когерентного излучения для любой заданной температуры.

Текущий параметр при различных температурах n_t определяется из условия $F_e - F_n = E_g \approx h\nu$ по установленной в [3] зависимости квазиуровня Ферми F_{en} от концентрации носителей с учетом непарабличности зон. По мере возрастания температуры для поддержания условия (2) необходимо увеличивать концентрацию неравновесных носителей вследствие снятия вырождения. Одновременно растут внутренние потери, связанные с поглощением на свободных носителях, компенсация которых требует увеличения усиления, что, в свою очередь, опять ведет к росту потерь. Поэтому, наряду с решением (2), удобными параметрами для оценки достижимости генерации излучения могут служить скорости изменения усиления $\frac{dg}{d\Delta n}$ и потерь $-\frac{d\alpha}{d\Delta n}$ с инжекцией. Когда скорость возрастания усиления опережает скорость роста потерь, генерация с повышением температуры не срывается. Важно отметить, что решение уравнения (2) (т. е. значение Δn) имеет физический смысл также при условии $dg/d\Delta n > d\alpha/d\Delta n$ или

$$\frac{\tau_i c^2}{8 \pi N^2 \nu^2 \Delta \nu \tau_a} > \frac{2 e^3 \lambda^2}{\pi c^3 N \mu m_0^2} \quad (3)$$

Условие (3) при известных параметрах N , ν , μ и значениях $\eta_i = 0,04$, $0,025$ и $0,01$ при 80 , 200 , 300 К, например, для активной области $Pb_{0,94}Sn_{0,06}Se$ устанавливает потолок для величины τ_a . В расчетах τ_a составляло 10^{-8} , $3 \cdot 10^{-9}$, $2 \cdot 10^{-9}$ с. при 80 , 200 , 300 К соответственно. При этом учитывалось, что при низких температурах $n_t < n_0$ и параметры в (2) сохраняют свои значения для равновесного случая. С повышением температуры, когда $n_t > n_0$, в расчетах подставлялись значения параметров соответствующие $n_t > n_0$. Как показали численные расчеты, для структуры $PbSe - Pb_{0,94}Sn_{0,06}Se$ достижима генерация вплоть до 300 К (существует решение 2, рис. 2) с перестройкой длины волны излучения от 11 мкм (80 К) до $5,7$ мкм (300 К). Интересно отметить, что при некоторых значениях $\tau_a \frac{dg}{d\Delta n} < \frac{d\alpha}{d\Delta n}$ в некоторой области температур и может возникнуть «мертвая зона» для генерации.

В случае рассматриваемой структуры такое возможно, если $\tau_a = 10^{-8}$ с при 200 К.

Уравнение (2) устанавливает условия возникновения генерации излучения, когда нет дополнительного нагрева, т. е. при импульсах с небольшими длительностями возбуждения. В непрерывном режиме из-за относительно низкого квантового выхода излучения в полупроводниках $A^{IV}B^{VI}$ значительная часть мощности возбуждения затрачивается на нагрев активной области и генерация срывается при более низких температурах. Процесс может ускориться дополнительными каналами прохождения токов: туннельными, токами, связанными с безызлучательной рекомбинацией на гетерогранице из-за рассогласования параметров решеток и надбарьерными утечками носителей (рис. 1). Тогда полный ток генерации



$$I_{\text{пол}}(T) = I_A(T) \left[1 + \frac{S\tau_a}{d} + K_1(T) + \frac{L_3}{\tau_3} \frac{\tau_a}{d} K_2(T) \right], \quad (4)$$

где $I_A(T)$ — пороговый ток в активной области, второе и третье слагаемые в скобках — коэффициенты роста тока из-за рассогласования решеток и туннельной составляющей. Эти токи составляют малую долю $I_A (< 0,1)$ при $\frac{\Delta a}{a} = 0,003\%$. Последнее слагаемое определяет надбарьерный ток утечек

$I_{\text{ут}} = \frac{eL_3}{\tau_3} K_2 P_d$, где L_3 — диффузионная длина носителей в эмиттерах, τ_3 — время жизни носителей в эмиттерах, K_2 — коэффициент утечек, P_d —

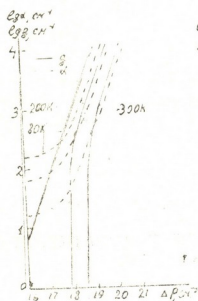


Рис. 2. Зависимость g и α от концентрации инжектированных носителей $\Delta n = \Delta p$

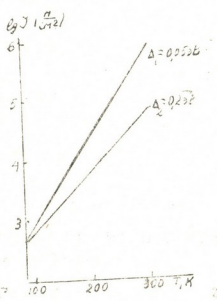


Рис. 3. Температурная зависимость порогового тока при различных значениях Δ

концентрация неосновных носителей на $n-n$ гетерогранице. Учитывая

$I_A = \frac{ep_d d}{\tau_a}$, $I_{\text{ут}} = I_A \frac{L_3}{\tau_3} \frac{\tau_a}{d} K_2$, где K_2 может быть определено решением уравнения непрерывности, описывающего диффузию инжектированных в активную область носителей как

$$K_2(T) = \frac{N_3 \exp\left(\frac{F_p - \Delta}{KT}\right)}{(2/\sqrt{\pi}) N_a F^{1/2} \left(\frac{F_p}{KT}\right)} \quad (5)$$

Здесь N_3 и N_a — эффективные плотности состояний в эмиттере и активной области, Δ — разрыв в валентных зонах. Согласно расчету пороговых токов, изменение отражающего гетеробарьера от 50 до 200 мэВ снижает полный ток больше чем на порядок (рис. 3).

Таким образом, анализ пороговых условий показывает, что в ДГС лазерах PbSe/PbSnSe достижима генерация при комнатной температуре, несмотря на уменьшение параметра инверсии. Порого-

вый ток при 300 К снижается на порядок, когда скачок ширины запрещенных зон на гетерогранице возрастает в 4 раза.

Тбилисский государственный университет
 им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 26.2.1992)

ფიზიკა

ლ. ბიჩკოვა, ო. დავარაშვილი, ა. შოტოვი

კოჰერენტული გამოსხივების გენერაციის თავისებურებანი დგს
 ლაზერებში $PbSe/PbSnSe$

რეზიუმე

შრომაში გაანალიზებულია ალგზნების პირობები დგს ლაზერებში $PbSe/PbSnSe$. ნაჩვენებია, რომ შესაძლებელია გენერაციის მიღწევა 300 K და ალგზნებითი დენის ერთი რიგით შემცირება ჰეტერო-ბარიერის ოთხჯერ გაზრდით.

PHYSICS

L. BYCHKOVA, O. DAVARASHVILI, A. SHOTOV

PARTICULARITIES OF COHERENT RADIATION IN DH
 $PbSe/PbSnSe$ LASERS

Summary

In the paper threshold conditions in DH $PbSe/PbSnSe$ lasers are analyzed. It is shown that lasers may generate at 300 K and the threshold current decreases by an order of magnitude when the heterobarrier height is four times increased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. П. Бычкова, О. И. Даварашвили и др. Квантовая электроника, т. 9, № 11, 1982, 2140.
2. L. R. Tomasetta, C. G. Fonstad. IEEE T. Quant. Electron, QE-11, № 7, 1975, 384.
3. Е. А. Афанасьева и др. ФТП, т. 7, № 6, 1974, 1133.

В. Г. ДЖАКЕЛИ

ФОТОТЕРМИЧЕСКАЯ ИОНИЗАЦИЯ И ПРИМЕСНЫЙ ПРОБОИ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 6.3.1992)

Увеличение примесной проводимости при фиксированной температуре решетки (T) возможно либо электрическим полем (с помощью ударной ионизации), либо светом соответствующей частоты. Роль ударной ионизации главным образом проявляется в процессе примесного пробоя. Имеется ряд работ по исследованию проводимости с участием фотонов [1, 2]. Что же касается исследования проводимости, обусловленной одновременным действием обоих механизмов, насколько нам известно, научная литература в этом отношении бедна. В работе [3] рассмотрен процесс умножения фотоионизированных носителей тока в режиме пробоя. В работе [4] теоретически изучен вопрос умножения фотоионизированных носителей тока при ударной ионизации примесных атомов; при этом считалось, что энергия фотонов достаточна для перехода электрона из основного примесного уровня в зону проводимости.

Известно, что энергия ионизации Sb в Ge лежит в пределах 9,9—10,2 мэв [1] и, следовательно, примесная фотопроводимость в таких материалах имеет длинноволновую границу около 120 мкм. В работе [1] для $Ge <Sb>$ и $Ge <As>$ примесная фотопроводимость наблюдалась и при энергиях фотонов, существенно меньших, чем энергия ионизации примесей. Такую фотопроводимость авторы объясняют участием фононов в перебросе электронов в зону проводимости из возбужденного примесного уровня, на котором они оказались благодаря фотонам. Анализируя условие эксперимента [3], можно заключить, что наблюдаемая фотопроводимость обусловлена вышеуказанным фото-термическим комбинационным механизмом ионизации.

В настоящей работе с учетом вышеуказанного с целью лучшего количественного объяснения экспериментальных результатов [3] вновь возвращаемся к указанной в [4] задаче. Вычисления проводятся в приближении электронной температуры (T_e), рассматривается полупроводник n -типа, содержащий мелкие донорные и компенсирующие акцепторные примеси с концентрациями соответственно N_D и N_A . Уравнение рекомбинационной кинетики запишем в виде

$$\frac{dn}{dt} = [A_1(T) + \sigma(T) \Phi + nA_2(T, T_e)](N_D - N_A - n) - B_1(T, T_e)n(N_A + n), \quad (1)$$

где $A_1(T)$ — коэффициент тепловой ионизации, $A_2(T, T_e)$ — коэффициент ударной ионизации, $\sigma(T)$ — сечение фототермического (ΦT) механизма ионизации, Φ — плотность потока фотонов, $B_1(T, T_e)$ — коэффициент тепловой рекомбинации, $A_1(T)$ связан с $B_{10}(T)$ принципом детального равновесия: $A_1(T) = K_0(T) B_{10}(T)$ [5], $B_{10}(T)$ — значение B_1 при $T_e = T$.



Для вероятности перехода из основного состояния в возбужденное (1) в дипольном приближении получаем [6]

$$W = \frac{4\pi^2 e^2}{4hcV\epsilon} \left(\frac{m_0}{m^*}\right)^2 |\tilde{r}_{e1}|^2 \Phi, \quad (2)$$

где ϵ — диэлектрическая проницаемость, \tilde{r}_{e1} — матричный элемент радиус-вектора.

Известно, что вероятность того, что находящийся на возбужденном уровне электрон с поглощением фона окажется в зоне проводимости, не зависит от того, каким образом он окажется на этом уровне [7]. Учитывая (2), правила отбора и результат работы [7], для сечения ФТ механизма ионизации получаем следующее выражение:

$$\sigma(T) = \frac{4\pi^2 e^2}{6hcV\epsilon} \left(\frac{m_0}{m^*}\right)^2 L^2 \left(1 + \frac{E_e}{KT}\right) \exp\left(-\frac{E_e}{KT}\right), \quad (3)$$

$$L = \int_0^{\infty} R_{10}(r) R_{e1}(r) r^3 dr,$$

E_e — энергия ионизации возбужденного уровня. В частности, в Ge при $T = 4$ К, когда свет вызывает переходы $1S-2p$ или $1S \rightarrow 3P$, из (3) для соответствующих сечений ионизации получаем значения $1,1 \cdot 10^{-15}$ см² и $5,2 \cdot 10^{-15}$ см². Из (1) в стационарном случае имеем

$$n = b + \sqrt{b^2 + d}, \quad (4)$$

Из анализа (4) заключаем, что значение электронной температуры (T_{en}), в окрестности которой n резко меняется с T_e , определяется из условия $b = 0$:

$$N_D [A_2(1-c) - B_1 C] = A_1 + \sigma\Phi. \quad (5)$$

При малом значении $A_1 + \sigma\Phi$ из (5) получается известное условие примесного пробоя [8]. Из (5) следует, что значение T_{en} с интенсивностью света меняется только при ее больших значениях. Значение концентрации в процессе пробоя с учетом (5), в отличие от [8], принимает вполне определенное значение.

Для сравнения с результатами работы [3] исследуем концентрационную фоточувствительность $Q = dn/d\Phi$. Ее анализ показывает, что она с увеличением T увеличивается, с увеличением Φ слегка уменьшается, а при $T_e = T_{en}$ имеет максимум:

$$Q_n = \frac{\sigma(N_A - N_A^0)}{2(B_1 N + A_1 + \sigma\Phi)} \left(\sqrt{\frac{N_A B_1 + B_{10} K_1}{K_1 B_{10}}} - 1 \right), \quad (6)$$

где $K_1 = K_0 + \frac{\sigma\Phi}{B_{10}}$. В слабом поле имеем

$$Q_0 = \frac{\sigma(N_A - N_A^0)}{B_{10} N_A}. \quad (7)$$

Из (6) и (7) для максимального коэффициента умножения электронов получаем следующее выражение:

$$M_n = 0,5 C \left(\frac{B_{10} N_D}{B_1 K_1} \right)^{1/2} \quad (8)$$



Минимальное значение Φ_0 (пороговая чувствительность) для *Ge* при $T=4\text{ K}$ и $\lambda=151\text{ мкм}$ должно быть $\Phi_0 \sim 5,16 \cdot 10^{11}\text{ с}^{-1}\text{ см}^{-2}$. Для пороговой мощности, которую должен чувствовать образец, использованный в [3], получаем $P=2,68 \cdot 10^{-11}\text{ Вт}$. При $N_D=2 \cdot 10^{15}\text{ см}^{-3}$, $N_A=2 \cdot 10^{14}\text{ см}^{-3}$ и $T=4\text{ K}$ (5) дает $T_{en}=23\text{ K}$. Подставляя в (8) $B_{10}=9 \cdot 10^{-6}\text{ см}^3\text{ с}^{-1}$, $(T_{en})=6 \cdot 10^{-7}\text{ см}^3\text{ с}^{-1}$ и Φ_0 , имеем $M_n=3 \cdot 10^5$. Эти значения находятся в хорошем согласии с результатами эксперимента [3] ($\sim 10^{-11}\text{ Вт}$, $\sim 10^5$).

Для времени жизни электронов получаем

$$\tau = \{ [A_2(N_D - N_A) - B_1 N_A - A_1 - \sigma \Phi]^2 + 4(A_2 + B_1)(\sigma \Phi + A_1)(N_D - N_A) \}^{-1/2}. \quad (9)$$

Видно, что τ своего максимума достигает при выполнении (5); при этом $\tau_n = (4 K_1 B_1 B_{10} N_D)^{-1/2}$, время жизни в термодинамическом равновесии совпадает с результатом [4]. Сравнение значений τ_n и τ_0 дает совпадение с (8). Значит, увеличение коэффициента умножения в процессе пробоя обусловлено увеличением времени жизни электронов. Концентрация электронов во всей области T_e с интенсивностью света увеличивается, в то время как время жизни до пробоя с интенсивностью не меняется, а в пробое уменьшается. Из анализа (8) заключаем, что чем больше C и N_D , тем выше значение M_n , увеличение только C (при фиксированном N_D) увеличивает T_{en} , что, в свою очередь, тоже приводит к возрастанию M_n .

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахидшвили

(Поступило 9.3.1992)

ფიზიკა

3.ჯაკელი

ფოტოთერმული იონიზაცია და მინარევილი გარღვევა

რეზიუმე

მინარევილი გარღვევის პროცესში თეორიულად გამოკვლეულია ფოტო-აღზნებული მუხტის მატარებლების გამრავლების საკითხი. განხილულია შემთხვევა, როდესაც დაცემული სინათლის ტალღის სიგრძე საკმარისია ელექტრონის გადასაყვანად მინარევის ძირითადი დონიდან აღზნებულ დონეზე, ელექტრონის მომდევნო გადასვლას გამტარებლობის ზონაში ახორციელებენ ფონონები.

გამრავლების კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა და ზღვრული მგრძობიარობა შედარებულია შესაბამის ექსპერიმენტულ მონაცემებს; მათ შორის თანხვედნა კარგია.

PHYSICS

V. JAKELI

PHOTOTHERMAL IONIZATION AND IMPURITY BREAKDOWN

Summary

Multiplication of photoexcited charge carriers during impurity breakdown process has been investigated theoretically. The case has been consi-

dered when the wave length of incident light is sufficient for electron transition from ground to excited level; further electron transition to the conduction band is phonon-assisted.

Values of maximum coefficient of multiplication and that of threshold sensitivity have been compared with corresponding experiment data and have shown close agreement.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. М. Лифшиц, Ф. Я. Надь. ДАН СССР, сер. мат. физ., т. 162, № 4, 1965.
2. Е. М. Гершензон, Г. Н. Гольцман. Письма в ЖЭТФ, т. 14, № 2, 1971.
3. F. Brown, D. Parker. Appl. Phys. Lett. v. 49, № 22, 1986.
4. Н. А. Пенин. ФТП, т. 23, № 3, 1989.
5. В. Г. Джакели, З. С. Качлишвили. ФТП, т. 17, № 4, 1983.
6. Э. Ферми. Квантовая механика. М., 1968.
7. В. Н. Абакумов, И. Н. Яссиевич. ЖЭТФ, т. 71, № 2, 1976.
8. В. А. Чуенков. ФТП, т. 2, № 5, 1960.



Н. Л. ЦИНЦАДЗЕ (член-корреспондент АН Грузии), Т. А. ПАТАРАЯ

ИЗЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ЛЕНГМЮРОВСКИМ УСКОРЕННЫМ СОЛИТОНОМ В НЕЗАМАГНИЧЕННОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ

Излучение поперечных электромагнитных волн, генерированное вследствие нелинейного взаимодействия солитона с остальными модами плазмы, представляет собой предмет большого интереса и имеет множество экспериментальных подтверждений как в лабораторных плазменных установках, так и в астрофизике. Его можно наблюдать в астрофизической плазме, например в пульсарах, активных галактических ядрах и т. д.

Известно, что в однородной плазме ленгмюровский солитон распространяется с постоянной скоростью, тогда как в неоднородной плазме тот же солитон приобретает ускорение и создает ионно-звуковые или альвеновские волны [1]. Ускорение солитона обусловлено неоднородностью плазмы [2].

В настоящей работе рассмотрен вопрос излучения высокочастотных электромагнитных волн в изотропной, неоднородной плазме с ускоренным ленгмюровским солитоном. Показано, что сравнительно с резонансным излучением высокочастотных электромагнитных волн, которое наблюдалось в однородной плазме, более интересным является нерезонансное излучение, обусловленное неоднородностью плазмы.

Интенсивность электрического поля ленгмюровского солитона можно представить следующим образом:

$$E_L = \frac{\mathcal{E}_m}{\operatorname{ch} \frac{x - \bar{x}(t)}{\Delta l}} e^{-i\omega_L t + ik_L x + ik_{\perp} \vec{r}_{\perp}} \quad (1)$$

Здесь \mathcal{E}_m — амплитуда солитона, а Δl — его ширина, $\bar{x}(t)$ — координата центра солитона, которая определяется как

$$\ddot{\bar{x}}(t) = -\frac{1}{2} \left. \frac{\partial n(x)}{\partial x} \right|_{\bar{x}(t)} \quad (2)$$

$n(x)$ характеризует профиль неоднородности невозмущенной плазмы с плотностью n_0 ; ω_L и k_L — частота и волновой вектор ленгмюровских волн, удовлетворяющие линейному дисперсионному уравнению

$$\omega_L = \omega_p (1 + 3 k_L^2 r_D^2 / 2), \quad (3)$$

где ω_p — плазменная частота, а r_D — дебаевский радиус.

Возмущение плотности вызвано как осцилляциями ленгмюровских волн, так и ионно-звуковыми солитонами [1]:

$$\delta n = -|E|^2 + N, \quad (4)$$

$$\delta n = - \frac{\mathcal{E}_m^2}{\text{ch}^2 \frac{x-\bar{x}(t)}{\Delta e}} - \frac{1}{4} \mathcal{E}_m^2 \Delta e \left\{ \left(\frac{\partial n}{\partial x} \right)_{\bar{x}_1} \times \right. \\ \left. \times \left(\text{th} \frac{x-\bar{x}(t)}{\Delta e} - \text{th} \frac{x-t-\bar{x}(0)}{\Delta e} \right) + \left(\frac{\partial n}{\partial x} \right)_{\bar{x}_2} \left(\text{th} \frac{x-\bar{x}(t)}{\Delta e} - \text{th} \frac{x+t-\bar{x}(0)}{\Delta e} \right) \right\}. \quad (5)$$

Здесь все величины являются безразмерными и определяются от размерных величин следующим образом:

$$t' = \frac{1}{3} \frac{m_e}{m_i} \omega_p t, \quad x' = \frac{1}{3} \left(\frac{m_e}{m_i} \right)^{1/2} \frac{x}{r_D}, \quad \delta n = 3 \frac{m_i}{m_e} \frac{\delta n}{n_0}, \quad (6) \\ n'(x) = 3 \frac{m_i}{m_e} \frac{n(x)}{n_0}, \quad E' = 3 \left(\frac{m_i}{m_e} \right)^{1/2} \frac{E}{16\pi n_0 T_e^{1/2}}, \quad r_D = \frac{V_r}{\omega_p}.$$

Механизм излучения при распространении альвеновского солитона сквозь ленгмюровские волны и нелинейного взаимодействия между ними был подробно изложен в работе [3]. Нами был использован этот метод для вычисления амплитуды излучаемой волны и соответственно энергии излучения высокочастотных электромагнитных волн.

Для вектор-потенциала \vec{A} электромагнитного поля из уравнений Максвелла легко выводится неоднородное уравнение Клайн—Гордона:

$$\left(\Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - K_0^2 \right) A_e = - \frac{4\pi}{c} J_{NLe}, \quad (7)$$

где $K_0^2 = \omega_p^2/c^2$, а A_e — левополяризованная компонента вектор-потенциала излучения.

Вследствие взаимодействия между ленгмюровским солитоном и ионно-звуковыми колебаниями создается нелинейный ток $\vec{J}_{NL} = -en\vec{V}_L$, где δn — возмущение плотности и \vec{V}_L — скорости электронов в плазме. В результате возникает левополяризованное электромагнитное излучение с частотой ω_0 . Уравнение излучения в единице телесного угла имеет вид

$$\frac{dP}{d\Phi} = \left[\frac{6\pi^3 e^4 r_D^4 R_0^2 n_0^3 T_e}{m_e m_i c} \right] H \left[\frac{J_1(\eta)}{\eta} \right]^2 (1 + \cos^2 \theta) \left[9r_D^2 \frac{m_i}{m_e} \left(\frac{1}{c_0^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + (k_0 \cos \theta - k_+)^2 \right)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial x} \right)^2 (k_0 \cos \theta - k_+)^2 \right] \times \quad (8) \\ \times \left[1 + \frac{4\alpha^2 K_0^2 I_0^2 T^2}{9\pi K_0^4 r_D^2 (m_i/m_e)^2 H} \frac{(\sin \eta x / \eta x - \cos \eta x)^2}{\cos^2 \theta} \right].$$



Здесь $\gamma_y = k_0 R_s \sin \theta$; $\gamma_x = k_0 l_0 \cos \theta$; l_0 — максимальная ширина солитона; R_s — поперечная длина солитона.

$$T = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega_0 dy \frac{h(\omega_0, k_0 y) \operatorname{sech} \left(\frac{\pi}{2} l_0 (k_0 y - k_+) \right) 3r_D \sqrt{\frac{m_i}{m_e}}}{(\omega_0 - \omega_s)(1 - y^2)},$$

$$h(\omega_0, k_0 y) = \int \exp(-i(k_0 y - k_+) \bar{x}(t) + i(\omega_0 - \omega_+) t) dt.$$

Для однородной плазмы $H = \frac{i}{\omega_L^2}$ и $h(\omega_0, k_0 y) \rightarrow \delta(\omega_0 - \omega_+)$; здесь $\omega_+ = \omega_L + \omega_s$ имеет место резонансный случай.

Как было сказано выше, нами было рассмотрено два случая линейной и параболической неоднородности плазмы.

При линейной неоднородности плотности $n \simeq 2zx$ и

$$H = \frac{1}{z/6 r_D \omega_p^2 (m_e/m_i)^{3/2} (K_0 \cos \theta - K_+)}, \quad (9)$$

а при параболической $n \simeq z^2 x^2$ и

$$H = \sum_n \frac{J_n(\beta_0)}{\omega_L + zn(m_e/3m_i) \omega_p}, \quad (10)$$

где

$$\beta_0 = \frac{(k_0 \cos \theta - k_+) V_0}{(m_e/m_i) \omega_p} \quad \text{и} \quad V_0 = 3 k_L r_D^2 \omega_p^2 (m_e/m_i)^{1/2}.$$

Как видно, эффект неоднородности наблюдается в последних членах в квадратных скобках в уравнении (10). Они порядка α^2 и поэтому незначительны во время резонанса. Значительный эффект неоднородности в мощности излучения создается с помощью H в нерезонансном случае.

Для иллюстрации эффекта неоднородности мощности излучения ленгмюровского солитона мы вычислили $dp/d\Phi$ для параметров, близких к физическим величинам плазмы вблизи кометы Галлея. Волновой вектор поперечно-звуковой волны k_s зависит от начальных условий. При резонансе $k_s = k_0 \cos \theta - k_L$, а при отсутствии резонанса $k_s = k_0 \cos \theta - k_L - \delta k$, где $\delta k = 0,1 \cdot k_L$, а $k_0 = (\omega_0^2 - \omega_L^2)^{1/2}/c$.

В таблице показаны зависимости величины мощности излучения от углов при резонансе и при отсутствии резонанса. Угол отсчитывается от направления движения центра солитона.

Условия	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
В отсутствие резонанса	$1,6 \cdot 10^{16}$	$2,2 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{10}$	$3,5 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$8,0 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^7$
Во время резонанса	$9,3 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-7}$	0

Интересно отметить, что в отсутствии резонанса величина $dP/d\Phi$ значительна на больших углах излучения. В случае резонанса для этих же углов излучение почти отсутствует.

Тбилисский государственный университет
 им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 16.3.1992)

ფიზიკა

ბ. ცინცაძე (საქ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. პატარაია

არაერთგვაროვან პლაზმაში მაღალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ტალღების გამოსხივება ლენგმიურის აჩქარებულ სოლიტონის მიერ

რეზიუმე

მიღებულია სუსტად არაერთგვაროვან პლაზმაში აჩქარებულად მოძრავი ლენგმიურის სოლიტონის მიერ გამოსხივებული მაღალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ტალღების ინტენსივობა. შედარებისათვის მოყვანილია ინტენსივობის ცვლილება გამოსხივების კუთხეების მიხედვით რეზონანსულ და არარეზონანსულ მდგომარეობაში. ინტენსივობა არარეზონანსულ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია დიდი კუთხეების დროსაც, მართი კუთხეების მახლობლად, სადაც რეზონანსული გამოსხივება უმნიშვნელოა.

PHYSICS

N. TSINTSADZE, T. PATARAYA

RADIATION OF HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC WAVES BY ACCELERATED LANGMUIR SOLITON IN WEAKLY INHOMOGENEOUS PLASMAS

Summary

In weakly inhomogeneous plasma, in the absence of magnetic field, the accelerated Langmuir soliton is studied. Analytical expression for the power radiated per unit solid angle from a soliton is derived for two inhomogeneous profiles, namely the linear profile and the parabolic profile. The power radiated per unit solid angle is computed for the parameters relevant to comet Halley's plasma environment. For the nonresonant modes it is found to be several orders of magnitude higher than for the case of resonant modes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. K. Kaw, N. L. Tsintsadze, D. D. Tsikhakaya. Sov. Phys. JETP. 55 (5), May, 1982.
2. H. H. Chen, C. S. Liu. Phys. Fluids, 3. 21, 337, 1978.
3. G. S. Lakhina, B. Buti, N. L. Tsintsadze. The Astrophysical Journal, 352, 747-753, 1990.

Ф. Г. БОГДАНОВ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ, Л. Г. КОКИЛАШВИЛИ

ДИФРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНОЙ РЕШЕТКИ ИЗ ТОЛСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 12.3.1992)

В технике СВЧ широко используются многослойные решетки из элементов различного профиля [1—4], в частности для создания искусственных диэлектриков, фильтров, поляризаторов, генераторов дифракционных гармоник. Анализ таких решеток для элементов круглого профиля проводился в основном при малых электрических радиусах цилиндров. В настоящей работе на базе строгого решения дифракционной задачи [5] исследуются дифракционные свойства двухслойной решетки из металлических цилиндров произвольного радиуса.

Задача дифракции плоской E -поляризованной волны на периодической решетке из цилиндров (рис. 1) может быть сведена [5] к реше-

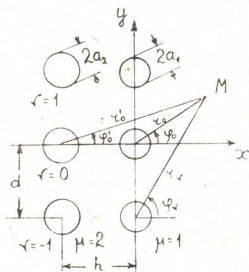


Рис. 1

нию дуальной бесконечной системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов мультипольного спектра рассеянных цилиндрами волн X_m и Y_m :

$$X_n = -i^n \chi_n - \sum_{\substack{m=0 \\ m \neq n}}^{\infty} X_m \chi_n \bar{Z}_{mn} - \sum_{m=0}^{\infty} Y_m \chi_n \tilde{\Delta}_{mn},$$



$$Y_n = -i^n e^{-ikh} \chi'_n - \sum_{m=0}^{\infty} X_m \chi'_n (-1)^{m+n} \tilde{\Delta}_{mn} - \sum_{\substack{m=0 \\ m \neq n}}^{\infty} Y_m \chi'_n \tilde{Z}_{mn}$$

$$(n = 1, 2, 3, \dots),$$

где

$$\tilde{Z}_{mn} = Z_{m-n}(\beta) + (-1)^m (1 - \delta_{m0}) Z_{m+n}(\beta),$$

$$\tilde{\Delta}_{mn} = \Delta_{m-n} + (-1)^n (1 - \delta_{m0}) \Delta_{m+n},$$

$$x_n = J_n(\alpha_1) / [H_n^{(2)}(\alpha_1) + J_n(\alpha_1) \tilde{Z}_{nn}], \quad \alpha_1 = ka_1, \quad k = 2\pi/\lambda,$$

$$x'_n = J_n(\alpha_2) / [H_n^{(2)}(\alpha_2) + R_n(\alpha_2) \tilde{Z}_{nn}], \quad \alpha_2 = ka_2,$$

$$Z_m(\beta) = 2 \cos(m\pi/2) \sum_{\nu=1}^{\infty} H_{\nu}^{(2)}(\beta), \quad \beta = kd,$$

$$\Delta_m = i^m e^{-ihh} / (\pi D) + 2^m \sum_{p=1}^{[D]} e^{-ih_p h} \cos(m\varphi_p) / (\pi \sqrt{D^2 - p^2}) +$$

$$+ i \sum_{p=[D]+1}^{\infty} e^{-ih_p h} [e^{m\varphi'_p} + (-1)^m e^{-m\varphi'_p}] / (\pi \sqrt{p^2 - D^2}),$$

$$h_p = \sqrt{k^2 - g_p^2}, \quad g_p = 2\pi p/d \quad (\text{Im } h_p < 0), \quad p = 0, 1, 2, \dots$$

$$\varphi_p = \arctg(p/\sqrt{D^2 - p^2}), \quad \varphi'_p = \text{arth}(\sqrt{p^2 - D^2}/|p|), \quad D = d/\lambda,$$

δ_{mn} — символ Кронекера, $J_n(x)$ и $H_n^{(2)}(x)$ — функции Бесселя и Ханкеля.

Амплитуды прошедших распространяющихся волн находятся после решения системы (1) по формулам

$$B_p = \delta_{p0} + (\pi \sqrt{D^2 - p^2})^{-1} \sum_{m=0}^{\infty} i^m (2 - \delta_{m0}) (X_m + Y_m e^{ih_p h}) \cos(m\varphi_p). \quad (2)$$

Система (1) исследовалась на ЭВМ IBM-PC-286/287 при различных параметрах решетки: $D, h/d, s_1 = 2a_1/d, s_2 = 2a_2/d$. По результатам численного счета на рис. 2 и 3 построены зависимости модуля коэффициента прохождения решетки по основной волне от частотного параметра D и относительного расстояния между слоями h/d при $s_1 = 0,25$ и различных s_2 .

Из приведенных зависимостей следует, что многослойная металлическая решетка представляет собой резонансную систему, проявляющую селективные свойства по отношению к длине волны, радиусам цилиндров и расстоянию между слоями. При этом, в отличие от однослойной решетки [4, 6], резонансы возникают как вблизи точек скольжения $D = n\lambda, n = 1, 2, \dots$ (аномалии Вуда), так и в промежутках между ними. Число резонансов возрастает с увеличением частотного параметра D и относительного расстояния между слоями h/d . В частности, в одноволновом диапазоне ($D < 1$) наблюдаются эффекты пол-



ного прохождения падающей волны, а зависимость коэффициента прохождения от h/d носит квазипериодический характер.

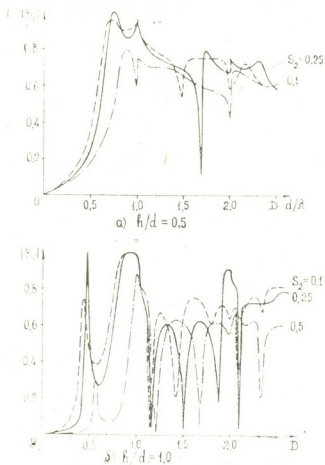


Рис. 2

Резонансные свойства исследуемой решетки объясняются интерференционным взаимодействием как между цилиндрами каждого слоя,

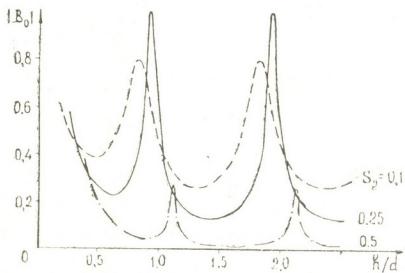


Рис. 3

так и между слоями решетки. Взаимодействие между цилиндрами каждого слоя приводит к аномалиям Вуда. Интерференционное вза-

взаимодействие между слоями вызывает попеременное увеличение и уменьшение прозрачности решетки с изменением частотного параметра, в связи с изменением фазовых соотношений, что приводит к множественным резонансам.

Грузинский технический университет

(Поступило 16.3.1992)

ფიზიკა

ფ. ბოგდანოვი, გ. ჰევანიშვილი, ლ. კოკილაშვილი

სქმლი ლითონური ცილინდრებისაგან შემდგარი ორფენოვანი მისერიის დიფრაქციული თვისებები

რეზიუმე

დიფრაქციული ამოცანის მკაცრი ამონახსნის საფუძველზე განიხილება იდეალური გამტარობის ნებისმიერი ელექტრული რადიუსის მრგვალი ცილინდრებისაგან შემდგარი ორფენოვანი მესერის დიფრაქციული თვისებები. დადგენილია რეზონანსული ეფექტები, რაც წარმოადგენს თითოეული ფენის ცილინდრებს შორის და მესერის ფენებს შორის ინტერფერენციული ურთიერთქმედების შედეგს.

PHYSICS

F. BOGDANOV, G. KEVANISHVILI, L. KOKILASHVILI

DIFFRACTION PROPERTIES OF A DOUBLE-LAYER GRATING OF THICK METALLIC CYLINDERS

Summary

Diffraction properties of a double-layer grating of ideally conducting cylindrical cylinders of arbitrary electric radius are investigated on the basis of the strict solution of diffraction problem. The resonance effects consequent to the interference interaction between cylinders of every layer and between layers of a grating are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Модель. Радиотехника, 10, № 6, 1955, 52.
2. Я. Н. Фельд. ДАН СССР, 107, № 1, 1956, 71.
3. M. G. Andreassen. Acta Polytechn. Electr. Eng. ser., 7, 2, 1956, 32.
4. В. П. Шестопалов, А. А. Кириленко, С. А. Масалюк, Ю. К. Сиренко. Резонансное рассеяние волн, т. I. Дифракционные решетки. Киев, 1986.
5. Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили, Л. Г. Кокилашвили. Труды ГПИ, № 5 (302), 1986, 37.
6. Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили, З. И. Сикмашвили, О. П. Цагарейшвили. Радиотехника и электроника, 30, № 12, 1985, 2335.



Z. SHAVTVALISHVILI, I. VASHAKMADZE

ON THE REPULSIVE CORE BETWEEN FERMION CLUSTERS

(Presented by T. Kopaleishvili, Corr. member of the Academy, 20.07. 1991)

The existence of repulsion in the nucleon-nucleon force at small distances is well established from phenomenology nowadays. The relative distance is well defined when we have pointlike particles. If nucleons have finite, the relative distance r , together with the potencial, becomes ill-defined. Following the paper [1] we consider that from all possible ways of clustering, the clusters are always defined to give the largest possible separation. This may be interpreted as an effective repulsion. If the number of cluster-forming variants is large, the repulsion will be most effective, and quite the reverse. It is evident, that if there exists only one possible clustering, effective repulsion vanishes.

If we want to make use of the above mentioned ideas we have to build projection operators Π_r , which represent the mapping of the relative distance r onto sectors of the Hilbert space. Of course Π_r must be a complete set of the orthogonal projection operators.

$$\Pi_r \Pi_{r'} = \Pi_r \delta^3(r-r') \tag{1}$$

$$\int \Pi_r d^3r = 1$$

In the manuscript [1], authors defined Π_r operators, investigated a simplified example for 4 indistinguishable particles with all possible 2+2 clusterings allowed. We consider six-quark system, clustered in the 3+3 way.

It must be mentioned that one can always imply that we are considering two nucleons, or other particles composed of 3 quarks, because Π_r operators do not contain spin-isospin, or colour parts, and so, all results are independent of spin-isospin and colour structures of considered particles.

There are ten possible clusterings with ten relative intercluster distances respectively:

$$y_1 = 1/3^*(x_1 + x_2 + x_3) - 1/3^*(x_4 + x_5 + x_6)$$

$$y_2 = 1/3^*(x_1 + x_2 + x_4) - 1/3^*(x_3 + x_5 + x_6)$$

.

$$y_{10} = 1/3^*(x_2 + x_3 + x_4) - 1/3^*(x_1 + x_5 + x_6)$$

Where x_i are coordinates of the i -th particle. For each of these 10 cases we define:

$$\mathfrak{P}_h(y) = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq h}}^{10} \mathfrak{P}(y_h - y_i)$$

where $y_k = (y_k)$ and ϑ is the step function.

Using $\vartheta_k(y)$ projectors, and Jakobi coordinates we define Π_r operator:

$$\Pi_r = \int d\rho_1 d\rho_2 d\lambda_1 d\lambda_2 dr \left| y \right\rangle \sum_{i=1}^{10} \vartheta_i(y) \delta^3(r - y_i) \langle y | \quad (2)$$

Where $|y\rangle$ is a wave function of six particles "pure" state and r is intercluster distance.

We suppose that our six-quark system occupies almost symmetrical Gaussian ground state.

$$\varphi(y) = (\pi\beta^2)^{-15/4} \exp \left[-\frac{1}{2\beta^2} (\rho_1^2 + \rho_2^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + r^2) \right] \quad (3)$$

Wave function (3) makes the main contribution in the ground state of six quark system. In calculations according to [2] we use $1/(2\beta^2) = 5$ Fermi⁻².

We denote initial wave function of the system by $|\varphi\rangle$. The probability density for finding two clusters at the distance r is:

$$\rho(r) = \langle \Phi | \Pi_r | \Phi \rangle \quad (4)$$

Integral (4) was calculated by means of the Monte-Carlo method. Taking 46000 points into account, we have perfect accuracy. Approximating function $\rho(r)$ in to the class of the analytical functions we obtain:

$$\rho(r) = 10 (1/\pi\beta^2)^{3/2} \exp[r/\beta^2] \operatorname{erf}^n(a, r) \quad (5)$$

where $a=1.5$ and $n=12.4$

Following [1] we can demonstrate that $\rho(r)$ is the square of the wave function of the clusters relative motion.

Let us determine a new basis function:

$$|r, \Phi\rangle = N_r^{-1} \Pi_r | \Phi \rangle \quad (6)$$

where

$$\langle r, \Phi | r, \Phi \rangle = \delta(r - r')$$

$$\langle r, \Phi | r, \Phi \rangle = \frac{1}{N^2} \langle \Phi | \Pi_r | \Phi \rangle = 1 \quad (7)$$

$$\rho(r) = \langle \Phi | \Pi_r | \Phi \rangle = N^2$$

$$| \Phi \rangle = \int d^3 r | r, \Phi \rangle \psi(r) \quad (8)$$

Multiplying (8) with $\langle r, \Phi |$ from the left and considering (7) we can come to the following equations:

$$\psi(r) = N_r \quad \text{or} \quad |\psi(r)|^2 = \rho(r) \quad (9)$$

Where $\psi(r)$ is the wave function of the clusters relative motion.

In the present example it is easy to find a class of effective local potentials, such that $\psi(r)$ solves the corresponding Schrödinger equation. We obtain

$$\left[-\frac{1}{2} \Delta_x + \bar{V}(x) \right] \bar{\psi}(x) = \frac{3}{2} \bar{\psi}(x)$$

where $\bar{\psi}(x) = \beta^{3/2} \psi(r)$ and

$$V(x) = \frac{1}{2} \left[5x^2 + \frac{a_1 n}{V \pi} \left(\frac{5}{x} - 5x - 5a_1^2 x \right) \frac{\exp(-a_1^2 x^2)}{\operatorname{erf}(a_1 x)} + \frac{5}{4} \frac{a_1^2 n}{\pi} \frac{\exp(-2a_1^2 x^2)}{\operatorname{erf}^2(a_1 x)} \right] (n-4) \quad (10)$$

here $a_1 = a\beta$.

The figures 1 and 2 show the functions $F(r)$, $\rho(r)$, $V(r)$ and $V(x)$ respectively.

It can be mentioned that when $r \rightarrow 0$, the functions $V(r)$ and $V(x)$ slightly depend on the parameters a and n .

When $x \rightarrow 0$, the function $V(x)$ yields the hard-repulsive effect (nuclear core), and in the $x \rightarrow \infty$ limit $V(x) \rightarrow 5x^2/2$. Besides function (3), we also carry out calculations with functions that have number of oscillator quanta $N=2$, and orbital symmetries (6), (51), and (42). In all cases we have similar behavior of $\rho(r)$ when $r \rightarrow 0$. I. e. we have strong repulsive effect that is the result of clustering convention, and this effect doesn't depend on the trial function.

Institute of High-Energy Physics

(Received on 6. 8. 1991)

ფიზიკა

ზ. შავთვალიშვილი, ი. ვაშაკმაძე

ფერმიონულ კლასტერთა შორის გამზიდავი გულის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია შედგენილ ფერმიონულ კლასტერთა წარმოქმნის ერთ-ერთი ვარიანტი. ნაჩვენებია, რომ კლასტერთა შორის გამზიდავი გულის წარმოქმნა დამოკიდებულია კლასტერების ფორმირების მექანიზმზე. ამგვარად, მხოლოდ კლასტერთა შორის გამზიდავი გულის არსებობიდან გამომდინარე ფერმიონთა შორის ორნაწილაკოვანი ურთიერთქმედების სახეზე მსჯელობა არაკორექტულია.

ФИЗИКА

З. Д. ШАВТВАЛИШВИЛИ, И. Г. ВАШАКМАДЗЕ

ОБ ОТТАЛКИВАЮЩЕЙ СЕРДЦЕВИНЕ МЕЖДУ
ФЕРМИОННЫМИ КЛАСТЕРАМИ

Резюме

В работе рассмотрен один из вариантов образования составных фермионных кластеров. Показано, что возникновение отталкивающей сердцевинны между кластерами, во многом зависит от способа образования составных кластеров. По этому, делать заключение о характере двухчастичного взаимодействия между частицами образующими кластеры, исходя только из существования отталкивающего кора не корректно.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Budolf Fiebig, M. Harvey, Nuclear Physics. A 469 (1987) 557-565.
2. T. Babutsidze *et al.* Proceedings the Ninth European Conference on Few-Body Problems in Physics. 1984, 1985, 113.

Г. Д. МАНАГАДЗЕ, М. А. БЕРАДЗЕ, Л. С. ЭПИТАШВИЛИ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАССЫ И КООРДИНАТ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ
 АНОМАЛЬНЫХ ТЕЛ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ С ПОМОЩЬЮ
 ЛОКАЛИЗОВАННОЙ АНОМАЛИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 27.11.1991)

Определение массы и координат центра тяжести аномальных тел локализованной аномалии силы тяжести — важная практическая задача.

Для решения этой задачи в качестве расчетной формулы нами использована функция [1] с линейным параметром l , т. е.

$$F[\Delta g(x, l)] = \frac{1}{2} [\Delta g(x-l) + \Delta g(x+l)] - \frac{1}{4} [\Delta g(x-3l) + \Delta g(x-l) + \Delta g(x+l) + \Delta g(x+3l)], \quad (1)$$

позволяющая локализовать исследуемое аномальное поле $\Delta g(x)$.

Теперь нам достаточно установить интегральные соотношения между $\Delta g(x)$ и $F[\Delta g(x, l)]$ [2] и далее по этим соотношениям в формуле Г. А. Гамбурцева [3]

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x) dx = 2\pi f \lambda, \quad (2)$$

$\Delta g(x)$ заменить функцией $F[\Delta g(x, l)]$.

Действительно, для двумерных тел, умножив обе части функции [1] на x^2 и проведя интегрирование в пределах от $-\infty$ до $+\infty$, будем иметь

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x, l)] dx &= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x-2l) dx + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x+2l) dx - \\ &- \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x-3l) dx - \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x-l) dx - \\ &- \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x+l) dx - \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \Delta g(x+3l) dx. \end{aligned} \quad (3)$$

Отсюда получается

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x) dx = -\frac{1}{l^2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x)] dx. \quad (4)$$

Внеся этот результат в формулу (2), для определения массы цилиндра единицы длины находим:



$$\lambda = \frac{-1}{2\pi/l^2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x)] dx. \quad (5)$$

Для массы трехмерного тела

$$M = \frac{-1}{2\pi/l^2} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta C(x)] dx. \quad (6)$$

В этом выражении $\Delta C(x)$ является вертикальной составляющей силы притяжения для двумерного тела, вычисляемой по формуле

$$\Delta C(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x, y) dy = \frac{-1}{2\pi/l_1} \int_{-\infty}^{\infty} y^2 F[\Delta g(x, y)] dy, \quad (7)$$

где

$$F[\Delta g(x, y, l_1)] = \frac{1}{2} [\Delta g(x, y - 2l_1) + \Delta g(x, y + 2l_1)] - \frac{1}{4} [\Delta g(x, y - 3l_1) + \dots]. \quad (8)$$

Для определения горизонтальных координат центра тяжести аномальной массы x_0 и y_0 обратимся к соотношению, предложенному Г. А. Гамбурцевым [3]:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x \Delta g(x) dx = 2\pi f \sigma S x_0, \quad (9)$$

где $\sigma S = \lambda$.

Заменив в (8) подынтегральное выражение $\Delta g(x)$ локализованной функцией [1] и умножив ее на x^3 , будем иметь

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta g(x)] dx = \frac{1}{2} \left[\int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta g(x - 2l) dx + \int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta g(x + 2l) dx \right] - \frac{1}{4} \left[\int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta g(x - 3l) dx - \dots \right], \quad (10)$$

или

$$\int_{-\infty}^{\infty} x \Delta g(x) dx = \frac{-1}{3l^2} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta g(x, l)] dx. \quad (11)$$

Внеся (11) в формулу (9), получим

$$x_0 = \frac{1}{3} \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta g(x, l)] dx}{\int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x, l)] dx} \quad (12)$$

и аналогично

$$y_0 = \frac{1}{3} \frac{\int_{-\infty}^{\infty} y^3 F[\Delta g(y, l_1)] dy}{\int_{-\infty}^{\infty} y^2 F[\Delta g(y, l_1)] dy}. \quad (13)$$

Для определения вертикальной координаты z_0 вычислим локализованную аномалию для горизонтальной составляющей аномалии силы тяжести $\Delta X(x)$, т. е.

$$F[\Delta X(x, l)] = \frac{1}{2} \Delta X(x-2l) + \Delta X(x+2l) - \frac{1}{4} [\Delta X(x-3l) + \dots]. \quad (14)$$

Умножая обе части выражения (14) на x^3 и интегрируя в пределах от $-\infty$ до $+\infty$, получаем

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta X(x, l)] dx = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta X(x-2l) dx + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta X(x+2l) dx - \frac{1}{4} \left[\int_{-\infty}^{\infty} x^3 \Delta X(x-3l) dx + \dots \right]. \quad (15)$$

или

$$\int_{-\infty}^{\infty} x \Delta X(x) dx = \frac{-1}{3l^2} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta X(x, l)] dx. \quad (16)$$

Внося выражения (4), (11) и (16) в формулу Г. А. Гамбурцева

$$z_0 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \left[x \Delta X(x) + \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x \Delta g(x) dx \right] dx}{\int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x) dx}, \quad (17)$$

для вычисления вертикальной координаты центра тяжести z_0 двумерного аномального тела по локализованной аномалии $F[\Delta g(x, l)]$ будем иметь

$$z_0 = \frac{\frac{1}{3} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta X(x)] dx + \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta g(x)] dx \right\} dx}{\int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x)] dx}. \quad (18)$$

Что касается вычисления вертикальной координаты центра тяжести трехмерного тела, используем прием приведения поля $\Delta g(x)$ и $\Delta X(x)$ к «плоскому» полю, тогда найдем



$$z_0 = \frac{\frac{1}{3} \int_{-\infty}^{\infty} x^3 F[\Delta B(x)] dx + \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta g(x)] dx \right\} dx}{\int_{-\infty}^{\infty} x^2 F[\Delta C(x)] dx} \quad (19)$$

где

$$\Delta B(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta X(x) dy = \frac{-1}{2\pi f l_1} \int_{-\infty}^{\infty} y^2 F[\Delta C(x, y)] dy.$$

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 11.12.1991)

გეოფიზიკა

ბ. მანაგაძე, მ. ბერაძე, ლ. ეპიტაშვილი

ლოკალიზებადი ანომალიის მუშავებით ნებისმიერი ფორმის
ანომალიური სხეულის მასისა და სიმძიმის ცენტრის კოორდინატების
განსაზღვრა

რეზიუმე

სიმძიმის ძალის Δg ანომალიის სალოკალიზაციო ფუნქციის

$$F[\Delta g(x, l)] = \frac{1}{2} [\Delta g(x-2l) + \Delta g(x+2l)] - \frac{1}{4} [\Delta g(x-3l) + \Delta g(x-l) + \Delta g(x+l) + \Delta g(x+3l)]$$

საფუძველზე მიღებულია ნებისმიერი ფორმის სხეულის ანომალიური მასისა და
სიმძიმის ცენტრის კოორდინატების განსაზღვრისათვის საჭირო საანგარიშო
ფორმულები.

GEOPHYSICS

G. MANAGADZE, M. BERADZE, L. EPITASHVILI

DETERMINATION OF THE MASS AND THE COORDINATES OF THE ANOMALOUS BODY OF ANY SHAPE WITH THE HELP OF THE LOCAL ANOMALY

Summary

On the basis of the weight force anomaly Δg localizable function

$$F[\Delta g(x, l)] = \frac{1}{2} [\Delta g(x-2l) + \Delta g(x+2l)] - \frac{1}{4} [\Delta g(x-3l) + \Delta g(x-l) + \Delta g(x+l) + \Delta g(x+3l)]$$

the necessary formulae for the determination of the anomalous mass and
the coordinates of the weight centre of the body of any shape are derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Манагадзе. Сообщения АН ГССР, 91, № 3, 1978.
2. И. А. Непомнящих. Разведочная геофизика, вып. 40, М., 1970.
3. Г. А. Гамбургев. Прикладная геофизика, вып. 1, М., 1936.



Т. Г. АДЕИШВИЛИ, Н. Ш. ШЕНГЕЛИЯ, Л. Л. ХВЕДЕЛИДЗЕ

СУМЕРЕЧНЫЕ РАКЕТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ НЕЙТРАЛЬНОГО ЛИТИЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 20.1.1992)

Исследование свечения нейтральных атомов щелочных металлов лития, натрия и калия имеет большое значение с целью определения высотного атмосферного распределения их концентрации, происхождения и решения ряда фундаментальных и прикладных задач ядерной физики и аэронамики [1, 2].

Эта проблема успешно решалась в течение последних десятилетий с помощью наземных и бортовых комплексных измерений [3, 4].

Одна из задач по измерению интенсивности свечения нейтрального лития на длине волны $\lambda=6708 \text{ \AA}$ была поставлена в ракетном эксперименте «Старт», проведенном в Атлантическом океане вблизи Эквадора 18.09.1986 г. в 19 ч. 20 м. 55 с. по всемирному времени.

В эксперименте на борту метеорологической ракеты МР-20, помимо ряда других измерительных приборов, был расположен трехканальный спектрофотометр, один из каналов которого измерял интенсивность линии $\lambda=6708 \text{ \AA}$. Он имел следующие характеристики: пороговая чувствительность при полуширине интерференционного фильтра $\approx 35 \text{ \AA} 10 \pm 3$ релей, постоянная времени, динамический диапазон и угол зрения соответственно $\approx 0,05$ сек, $\approx 10^4$ и $\approx 2,3^\circ$.

В эксперименте начиная с высоты ≈ 75 км спектрофотометром регистрирована модулированная относительно вращения ракеты интенсивность свечения нейтрального лития. За одну секунду наблюдалось 3÷4 максимума и минимума интенсивности. Глубина модуляции менялась с изменением высоты.

Это явление можно объяснить на основании анализа рассеянного солнечного излучения земной атмосферой и угловой зависимостью оптической толщи слоев атмосферы, освещенных солнечными лучами [5, 6].

Помимо этого, начиная с высоты ≈ 80 км на восходящем и нисходящем участках траектории полета ракеты через каждые ≈ 25 сек на фоне плавного хода регистрировались резкие повышения интенсивности свечения. За весь период полета ракеты было зафиксировано ≈ 120 таких случаев, которые в разной степени модулировались с вращением ракеты.

Одним из основных фотометрических результатов эксперимента является высотная зависимость интенсивности свечения линии $\lambda=6708 \text{ \AA}$. Она представлена на рис. 1 и построена с помощью теле-
35. „მეცნიერება“, ტ. 145, № 3, 1992



метрической записи, на которой отчеты точек брались через каждые 5 сек. В это время моменты скачкоподобных всплесков во внимание не принимались. Как видно из рисунка, на восходящем участке траектории ракеты (случай а) минимальная интенсивность свечения ней-

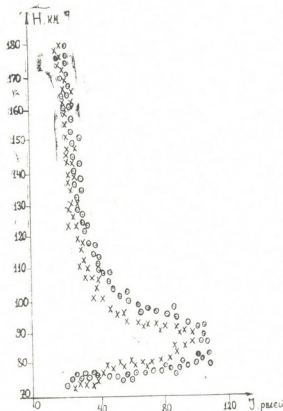


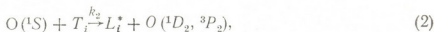
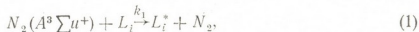
Рис. 1. Высота зависимость интенсивности свечения линии $\lambda=6708 \text{ \AA}$: а—восходящий участок траектории полета; б—нисходящий участок траектории полета

трального лития была зарегистрирована на высоте ≈ 70 км и составляла ≈ 20 релей. С повышением высоты интенсивность увеличивалась и становилась максимальной (≈ 100 релей) на высоте 90 км. Затем до высоты ≈ 100 км происходил быстрый спад и интенсивность спадала до ≈ 40 релей. Выше до ≈ 180 км интенсивность свечения менялась незначительно и достигала своего минимального значения (≈ 15 релей). Вне диапазона высот $\approx 70 \div 180$ км интенсивность свечения, по-видимому, находилась за порогом чувствительности спектрофотометра. На нисходящем участке траектории полета (случай б) интенсивность свечения линии $\lambda=6708 \text{ \AA}$ на высотах $180 \div 120$ км практически не отличалась от интенсивности, регистрируемой на восходящей ветви. Ниже высоты ≈ 120 км интенсивность увеличивалась и становилась максимальной (≈ 110 релей) на высоте ≈ 85 км. Затем происходил резкий спад интенсивности и на высоте ≈ 70 км она равнялась 20 реляям. В диапазонах высот $80 \div 125$ км различие в интенсивности свечения на восходящей и нисходящей ветвях траектории полета примерно составляло $10 \div 15$ релей.

Как известно, генерация резонансной линии нейтрального лития надлине волны $\lambda=6708 \text{ \AA}$ происходит в результате перехода

$^3S\ 1/2 - ^2P\ 1/2, 3/2$ и представляет собой дублет $\lambda = 6707,91\ \text{\AA}$ и $\lambda = 6707,76\ \text{\AA}$ [7, 8]. Этот переход в условиях проведенного эксперимента в основном обусловлен рассеянным солнечным излучением, а также химическими реакциями [6, 9]. Интенсивность свечения зависит от угла погружения Солнца [10].

Увеличение интенсивности в диапазонах $180 \div 120$ км на восходящей и нисходящей ветвях траектории связано с изменением угла погружения Солнца. Резкое увеличение интенсивности на высотах $\approx 120 \div 90$ км можно объяснить на основании следующих химических процессов [6]:



Здесь $N_2(A^3\Sigma u^+)$ — возбужденное состояние молекулярного азота; $O(^1S)$ — возбужденное состояние атомарного кислорода; l и i — обозначение электрона и иона; L_i^* — возбужденный атом лития; K_1, K_2, K_3 и K_4 — скорости протекания соответствующих реакций.

Из этих процессов основными являются (1) и (2).

Как известно, возбужденные состояния $N_2(A^3\Sigma u^+)$ и $O(^1S)$ ниже ≈ 100 км эффективно гасятся атомарным и молекулярным кислородом [6], что частично обуславливает спад интенсивности свечения линии $\lambda = 6708\ \text{\AA}$ ниже ≈ 90 км. Наблюдаемый спад интенсивности также может быть вызван окислением лития озоном и молекулярным кислородом, протекающим согласно следующим реакциям [11, 12]:



где β_1 и β_2 суть скорости реакции.

Из этих процессов более эффективным является окисление лития озоном [13]. Однако из-за его малого количества на рассмотренных экспериментом высотах придать доминирующую роль к какому-либо из этих процессов затруднительно.

Различие в интенсивности свечения на высотах $80 \div 110$ км на нисходящем и восходящем участках траектории полета объясняется разной эффективностью газовой выделения от разогретого корпуса и приборного отсека ракеты. Выделяемые в это время газы (в основном N_2, O_2, CO и NO) с концентрацией $\approx 10^{15}\ \text{см}^{-3}$ [14] являются дополнительными компонентами возбуждения и окисления нейтрального ли-



ტია. Аналогичное явление наблюдалось в ракетном эксперименте, проведенном на средней широте во время поздних сумерек [6].

Кутанский политехнический институт
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 7.2.1992)

გეოფიზიკა

თ. ადგიმევილი, ნ. შენგელია, ლ. ხვედელიძე

ნეიტრალური ლითონების გამოსხივების ინტენსივობის რაკეტული
განზომილები ბინდის დროს

რეზიუმე

რაკეტული გაზომვების შედეგად ბინდში მიღებულია ნეიტრალური ლითონების გამოსხივების ინტენსივობის განწილება 70—180 კმ. დიაპაზონში. განხილულია ამ ნათების გამომწვევი ზოგიერთი მექანიზმი.

GEOPHYSICS

T. ADEIHVILI, N. SHENGELIA, L. KHVEDELIDZE

THE ROCKET MEASUREMENTS OF RADIATION INTENSIVITY OF NEUTRAL LITHIUM AT THE TWILIGHT

Summary

By the rocket measurements the neutral Lithium radiation intensity distribution is getting in the range of 70—180 KM.

Some mechanisms of the generation of the mentioned glows are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Чемберлен. Физика полярных сияний и изучения атмосферы. М., 1963.
2. Р. Уиттен, И. Поплов. Основы аэронавтики. Л., 1977.
3. R. M. Goody. Atmospheric radiation. Oxford, 1964.
4. R. Z. Sagdeev *et al.* Space Res. Great Britain, vol. I, 1981.
5. Т. Г. Адейшвили, Г. Г. Манагадзе, С. В. Хмиль. Препринт Института космических исследований АН СССР, № 739, 1982.
6. Т. Г. Адейшвили. Автореферат канд. дисс. М., 1981.
7. А. Н. Зайдель и др. Таблицы спектральных линий. М., 1977.
8. М. Мак-Ивен, Л. Филлипс. Химия и атмосферы. М., 1978.
9. Т. Г. Адейшвили, А. П. Александров, Н. П. Бобков, Г. Г. Манагадзе, А. А. Мартинсон, Ю. А. Романовский. Болг. геофиз. жур., 10, № 2, 1984.
10. W. A. Gault and D. M. Hunten. Nature, 192, 1958.
11. V. Mitra, Ann. Geophysics, 4, 30, 1974.
12. V. Mitra. Energia Nucleare, 17, 1970.
13. W. Staffregen, H. Derblom and V. Angew. Nature, 197, 1963.
14. Т. В. Казачевская, А. П. Карягин. Исследования атмосферы и ионосферы в период повышенной солнечной активности, М., 1970.

М. В. ЗАКРАДЗЕ

О ПРИБЛИЖЕННОМ РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ПРЯМЫХ
 ЗАДАЧ ДИНАМИКИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СЕЙСМОЛОГИИ ДЛЯ
 ПОЛУПРОСТРАНСТВА МЕТОДОМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
 РЕШЕНИЙ

(Представлено академиком М. М. Алексидзе 18.2.1992)

Пусть E_2 —трехмерное евклидово пространство, $Ox^1x^2x^3$ —ортогональная, прямолинейная, правая система координат. Полупространство D^+ : $(-\infty < x^1, x^2 < \infty; x^3 > 0)$ представляет собой однородную изотропную область, а ее поверхность $S: (x^3=0)$ свободна от напряжений в любой момент времени. Предположим, что в некоторой точке $x_0(x_0^1, x_0^2, x_0^3)$ области D^+ начиная с момента времени t_0 действует известная простая сосредоточенная сила $\Phi(x_0, t)=\Phi(x_0)f(t)$, где функция $f(t)$ (закон измерения силы во времени) и вектор $\Phi(x_0)=(C_1, C_2, C_3)$ заданы. Будем считать, что величина деформации, вызванная действием силы $\Phi(x_0, t)$, находится в рамках теории бесконечно малых деформаций.

В этих условиях рассмотрим следующую прямую задачу: определить в заданном интервале времени $[a, b]$ поле перемещений (характер движения) области $\bar{D}^+=D^+ \cup S$, вызванное действием силы $\Phi(x_0, t)$.

В работе [1] показано, что решение рассмотренной задачи можно искать в виде

$$U(x, t) = \sum_{j=1}^3 C_j \psi^j(x, x_0, t) + V(x, t),$$

где $V(x, t)=(V_1, V_2, V_3)$ есть решение следующей задачи динамики [2]:

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right) V(x, t) = \Theta, \quad x \in D^+, \quad t \in]-\infty; \infty[; \quad (1)$$

$$T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) V(y, t) = g(y, t), \quad y \in S, \quad t \in [a, b], \quad (2)$$

$$V(x, t)|_{t=t_0} = \Theta, \quad \left. \frac{\partial V(x, t)}{\partial t} \right|_{t=t_0} = \Theta, \quad x \in \bar{D}^+, \quad (3)$$

$$g(y, t) = -T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) \sum_{j=1}^3 C_j \psi^j(y, x_0, t) = - \sum_{j=1}^3 C_j \psi^j(y, x_0, n, t), \quad (4)$$

$U(x, t)=(U_1, U_2, U_3)$ —вектор смещения точки $x(x^1, x^2, x^3)$ в момент времени t ; Θ —нулевой вектор; $A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right)$ и $T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right)$ —матричные дифференциальные операторы [2], а $\psi^j(x, x_0, t)=\psi_{1j}, \psi_{2j}, \psi_{3j}$ — j -й столбец (стро-



ка) матрицы фундаментальных решений оператора $A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right)$ для функций $f(t)$ [2, 3].

В случае статики точное решение поставленной задачи для области $D^- : (x^3 > 0)$, когда единичная сила $\Phi(x_0)$ приложена в точке $x_0 \in D^-$ и направлена вдоль оси Ox^i (т. е. $\Phi(x_0) = \delta_{ij}, \delta_{2j}, \delta_{3j}, \delta_{kj}$ —символ Кронекера), в координатах дается формулой [4, 5]

$$\begin{aligned} & \frac{1}{A} U_i^j(x, x_0) = \delta_{ij} \left[\frac{\alpha}{R_2} + \frac{1}{R_2} + \frac{2x^3 x_0^3}{R_2^2} + (1 - \delta_{i3}) \frac{\beta}{R_3} \right] + \\ & + [z^i \cdot z^j \left[\frac{1}{R_1^3} + \frac{\alpha}{R_2^2} - (1 - \delta_{i3})(1 - \delta_{j3}) \left(\frac{6x^3 x_0^3}{R_2^2} + \frac{\beta}{R_2 R_3^2} \right) \right] + \\ & + [z^i \delta_{i3} - z^j \delta_{j3}] \cdot \left[\frac{\beta}{R_2 R_3} - \frac{6x^3 x_0^3 (x^3 + x_0^3)}{R_2^2} \right] + \\ & + \delta_{i3} \delta_{j3} \left[\frac{\beta}{R_2} + \frac{8x^3 x_0^3 (1 - 2\sigma)}{R_2^2} + \frac{6x^3 x_0^3 (x^3 + x_0^3)^2}{R_2^2} \right], \end{aligned}$$

где $A = [16\pi\mu(1 - \sigma)]^{-1}$; $\alpha = 3 - 4\sigma$; $\beta = 4(1 - \sigma)(1 - 2\sigma)$; $\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$ —коэффициент Пуассона; λ, μ —упругие постоянные Ламе; $x^3 > 0$; $z^k = x^k - x_0^k$; ($i, j, k = 1, 2, 3$);

$$R_1 = \sqrt{(x^1 - x_0^1)^2 + (x^2 - x_0^2)^2 + (x^3 - x_0^3)^2}, \\ R_2 = \sqrt{x^1 - x_0^1)^2 + (x^2 - x_0^2)^2 + (x^3 + x_0^3)^2}; \quad R_3 = R_2 + x^3 + x_0^3.$$

Легко показать, что функции $U_i^j(x, x_0)$ имеют особенность в точке $x_0 \in D^-$ и в тех точках области D^+ , для которых $x^1 = x_0^1, x^2 = x_0^2$ и $x^3 \geq -x_0^3$. Следовательно, в случае статики решение поставленной задачи для области $\bar{D}^+ : (x^3 \leq 0)$ будет иметь особенность в точке $x_0 \in D^+$ и в тех точках области D^- , для которых $x^1 = x_0^1, x^2 = x_0^2$ и $x^3 \geq -x_0^3$. Здесь же отметим, что если точка x_0 представляет собой действительный «сейсмический очаг», тогда остальные точки особенности—«фиктивные очаги» (вспомогательные точки) и эти «фиктивные очаги» расположены непрерывно на луче L , который выходит из точки $x_0^* = (x_0^1, x_0^2, -x_0^3)$ и направлен вдоль оси Ox^3 .

В работе [1] дается общий процесс приближенного решения задачи (1, 2, 3) методом фундаментальных решений. В этом процессе при аппроксимации граничной функции $g(y, t)$ на $S \times [a, b]$ используются вспомогательные точки («фиктивные очаги»), которые расположены «равномерно» на вспомогательной поверхности Γ ($\Gamma \cap S = \emptyset, \Gamma \subset D^+$).

Как было отмечено выше, в случае статики те фиктивные очаги (вспомогательные точки), которые участвуют в точном решении поставленной задачи, расположены на луче L . Возникает вопрос: при решении задачи (1, 2, 3) методом фундаментальных решений не получим ли лучший результат (в смысле аппроксимации граничной функции), если вспомогательные точки («фиктивные очаги») будут расположены на луче L .

Аналогично методу, приведенному в работе [1], приближенное решение задачи (1, 2, 3) ищем в виде

$$V(x, t) = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^n a_{jk} \psi^j(x, x_k, t - t_k^0),$$

$$x \in \bar{D}^+, t \in [a, c].$$

Здесь $x_k = (x_k^1, x_k^2, x_k^3)$ — вспомогательные точки; $t_k^0 = t_1 - \frac{r_k}{v_p}$ — время включения фиктивных источников сил в точках x_k , где $r_k = \min_{y \in S} |x_k - y| > 0$, а v_p — скорость распространения продольной волны в среде D^+ . Для нахождения коэффициентов a_{jk} с помощью метода коллокации решаем ленточную систему алгебраических уравнений порядка $(3p \times 3n)$ следующего вида:

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^n a_{jk} \Psi_{rj}(y_j, x_k, n, t_i - t_k) = g_r(y_i, t_i), \quad (5)$$

$$(i = 1, 2, \dots, m), i = 1, 2, \dots, p_i), (p = p_1 + p_2 + \dots + p_m),$$

Здесь $t_i (a = t_1 < t_2 < \dots < t_m = b)$ — дискретные моменты времени, определяемые формулой $t_i = [R^2 + (\Delta R \cdot (i-1))^2]^{1/2} / v_p$, $R = \min_{y \in S} |y - x_0^*|$; ΔR — радиус круга $k(E, \Delta R)$ с центром в эпицентре $E = (x_0^1, x_0^2, 0)$, который лежит в плоскости $x^3 = 0$; p_i — максимальное число точек коллокации, расположенных равномерно в круге $\bar{K}(E, r_i^*)$ где $r_i^* = \Delta R \cdot (i-1)$, ($p_1 = 1$).

Численные эксперименты показали:

1) если «фиктивные очаги» (вспомогательные точки) расположены на луче L , тогда система (5) несовместима, т. е. $r_1 \neq r_2$, где r_1 есть ранг матрицы системы, а r_2 — ранг расширенной системы;

2) если фиктивные очаги расположены «равномерно» на разных образующих правильного цилиндра $C(x_0^*, r_0)$ высотой h , основанием на плоскости $x^3 = -x_0^3$ и осью вдоль луча L (r_0 — радиус основания), тогда система (5) совместима;

3) во втором случае точность аппроксимации зависит: 1₀) от количества и расположения точек коллокации и вспомогательных точек; 2₀) от h и r_0 — высоты и радиуса основания цилиндра $C(x_0^*, r_0)$; 3₀) от количества и выбора дискретных моментов времени на интервале $[a, b]$; данного количества равномерно расположенных вокруг эпицентра точек коллокации и дискретных моментов времени можно подобрать количество вспомогательных точек h и r_0 так, чтобы была достигнута высокая точность аппроксимации граничной функции $g(y, t)$.

Наконец, следует отметить, что преимущество приведенного метода решения граничной задачи (1, 2, 3) по сравнению с методом, изложенным в работе [1], состоит в том, что при реализации упомянутого метода мы достигаем высокой точности при существенно меньших затратах машинного времени (так как система (5) решается один раз). Хотя размерности системы (5) большие, для нынешней вычислительной техники это не представляет трудности.

მ. ზაკრადე

ნახევარსივრცისათვის თეორიული სისმოლოგიის დინამიკის
 ზოგიერთი პირდაპირი ამოცანის ფუნდამენტურ ამოხსნათა
 მეთოდით მიხსლოებითი ამოხსნის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია ალგორითმი დრეკად ნახევარსივრცეში შეყურსული ძალით
 გამოწვეული გადაადგილების ველის მაღალი სიზუსტით გათვლისა. მოყვანი-
 ლია რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგები.

GEOPHYSICS

M. ZAKRADZE

ON THE APPROXIMATE SOLUTION OF SOME DIRECT PROBLEM OF
 DYNAMICS OF THE THEORETIC SEISMOLOGY FOR HALF-SPACE
 BY METHOD OF FUNDAMENTAL SOLUTIONS

Summary

The paper presents a high accuracy algorithm for calculation of the
 displacement field caused by concentrated force in elastic half-space.

The results of numerical experiments are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. B. Закрадзе, М. Х. Мкоян. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, № 6, 1989, 59—63.
2. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелия, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
3. В. Новацкий. Теория упругости. М., 1975.
4. Ю. А. Бурмакова и др. Структура и динамика литосферы по сейсмическим данным. М., 1988.
5. М. А. Алексидзе. Решения некоторых основных прямых и обратных задач сейсмологии. Тбилиси, 1990.
6. М. А. Алексидзе. Фундаментальные функции уравнений математической физики в приближенных решениях граничных задач. Тбилиси, 1989.



Л. М. ФИШКОВА, Н. Г. КАПАНАДЗЕ

О НОВЫХ ПОДТВЕРЖДЕНИЯХ ЭФФЕКТА СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ВАРИАЦИЯХ НОЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Е. К. Харздзе 22.4.1991)

В 1984 г. мы показали [1] на основании многолетнего наблюдательного материала, полученного в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузии, что вариации интенсивности основных видов излучения верхней атмосферы Земли содержат предвестник грядущего землетрясения. Особенно отчетливо это явление обнаруживается в вариациях ночного излучения атомного кислорода в линии $\lambda=557.7$ нм, светящийся слой которого локализован на высоте около 100 км. В пределах суток до основного толчка интенсивность эмиссии 557.7 нм начинает увеличиваться. Статистическая обработка 188 сопоставлений, выполненная для слабых землетрясений с магнитудой $M=3-4$ в районе Кавказа, позволила установить квазиволновой характер изменения, причем рост интенсивности 557.7 нм начинается за несколько часов до землетрясения [1].

Последующие электрофотометрические наблюдения, проводящиеся в Абастумани по сей день, постоянно подтверждают наличие описанного в [1] эффекта. Ниже приводится ряд сопоставлений наблюдений эмиссии 557.7 нм в направлении на полюс мира (зенитное расстояние $48^\circ N$), выполненных в Абастумани в пределах суток до землетрясений, имевших место на Кавказе с $M=3.7-7$, когда наблюдалось заметное усиление 557.7 нм за несколько часов до землетрясения. Повышение наблюдаемой интенсивности $I_{наб}$ над средне-сезонной $I_{сез}$, $\Delta I = I_{наб} - I_{сез}$ увеличивается с ростом M . Однако мощное Спитакское землетрясение 7/8.12.88 г. почти не повлияло на интенсивность 557.7 нм, но отразилось на ионосферной F -области на

№	Дата наблюдений	Дата ЗТ	Время ЗТ	Место, направление ЗТ	M	$I_{наб} \cdot R$	$\Delta I, R$
1	22/23.10.87 г.	22.10.87 г.	16ч. 00м.	210 км NE	3.7	592	32
2	6/7.08.88 г.	7.08.88.	17ч. 52м.	225 км NE	4.2	629	258
3	7/8.12	7.12.	11ч. 43м.	Спитак	7	333	11
4	7/8.01.89 г.	8.01.89.	16ч. 09м.	130 км E	4	483	193
5	11/12.01	14.01.	20ч. 09м.	130 км E	5	417	127
6	2/3.03.	3.03.	21ч. 48м.	Боржоми	3	365	5
7	5/6.06.	6.06.	7ч. 48м.	Ахалакалаки	5.1	785	278
8	2/3.08.	3.08.	15ч. 00м.	Сев. Кавказ	6	647	285
9	6/7.09.	8.09.	2ч. 47м.	Кировакан	6	747	376
10	21/22.09.90г.	22.09.	6ч. 25м.	Дагестан	6	603	197
11	22/23.06.	22.06.	3ч. 00м.	Сев. Кавказ	6	714	238

высоте 220—260 км в виде сильных возмущений кислородной эмиссии $\lambda=630$ нм, о чем уже сообщалось на основе наблюдений в Абастумани [2]. При среднем для приведенных в таблице случаев $M=5.5$ и расстоянии от Абастумани до эпицентра не более 225 км эффект довольно заметен: в среднем $\Delta I=37\%$ от средне-сезонной величины и составляет $\Delta I=218$ релей при зенитном расстоянии $48^\circ N$.

Катастрофическое Рачинско-Джавское землетрясение (29 апреля 1991 г.) также сопровождалось усилением 557.7 нм. В ночь с 28 на 29 апреля наблюдения не проводились по причине неблагоприятной



погоды. Однако с 29 апреля до 19 июня была проведена 21 ночь наблюдений в условиях активной афтершоковой обстановки, которая характеризовалась многочисленными толчками с $M \geq 5$. Непосредственно после землетрясения, когда толчков с $M \sim 5$ было много, ΔI была высокой, до $\Delta I = 350$ релей, и постепенно уменьшалась до нуля около 27 мая, затем во время серии афтершоков 10—16 июля ΔI возросла до 100 релей.

До сих пор наблюдения влияния сейсмической активности на вариации эмиссии 557.7 нм систематически велись только в Абастумани [1]. Недавно это явление было подтверждено на основе обработки наблюдений эмиссии 557.7 нм в Ашхабаде в 1964—1967 и 1973—1976 гг. и сопоставления их с землетрясениями в Туркмении [3].

В последнее время оказалось возможным выполнить анализ данных электрофотометрических наблюдений эмиссии 557.7 нм в Японии в 1979—1984 гг. на обсерватории Кизо ($137^{\circ}38'E$, $35^{\circ}48'N$), представленных нам Мировым Центром Данных С2 (Токио). Наблюдения приведены в виде кривых ночного хода интенсивности 557.7 нм в зените в реляях. С кривых ночного хода снимались точки через каждые 30 мин и подсчитывались средние за ночь интенсивности. Были оценены среднесезонные интенсивности, что послужило хорошим фоном для выявления возмущенных колебаний. Затем определялись разности $I_{\text{наб}} - I_{\text{сез}} = \Delta I$, которые были сопоставлены с землетрясениями. Последние брались по данным японских сейсмических станций Татено и Саппоро, сводка которых имелась в Мировом Центре Данных В1 (Москва). Методика анализа была та же, что и в [1]: использовался статистический метод наложения эпох для определения характера связанных с сейсмической активностью возмущенных ΔI в зависимости от времени, прошедшего за 24 часа до и 24 часа после землетрясения. Результат приводится на рис. 1. В верхней части (рис. 1,а) воспроизведена зависимость, полученная в [1] для Абастумани на основе 188 ночей наблюдений во время слабых землетрясений с $M = 3-4$. Каждая точка — среднее ΔI в % от среднесезонного значения за 8 часов, максимум полученной квазиволны имеет место за несколько (в среднем за 8) часов до главного толчка. Ниже на рис. 1,б приводится аналогичный ход для обсерватории Кизо (Япония). Ход кривых идентичен для Кизо и Абастумани. Однако амплитуда возмущений для Кизо больше в соответствии с большей магнитудой землетрясений, для которых проводилось сопоставление. Больше и ошибка, так как сопоставления делались только для 52 ночей наблюдений. Оценка вероятной ошибки, как и в [1], делалась с использованием критерия Чепмена. Если для Абастумани $\Delta I = 6.9 \pm 1.4\%$, то для Кизо имеем $\Delta I = 27 \pm 10\%$ от среднесезонного значения. Идентичность протекания явления в Абастумани и в Японии подтверждает его реальность, усиление интенсивности эмиссии 557.7 нм верхней атмосферы в период подготовки землетрясения за несколько часов до главного толчка.

На основе полученных данных можно заключить, что возмущенные вариации эмиссии 557.7 нм, связанные с усилением сейсмической активности, относятся к краткосрочным предвестникам землетрясения, которые проявляют себя в пределах 1—2 суток до главного толчка. В последнее время развивается идея о том, что этот эффект может быть связан с поглощением энергии инфразвуковых волн (частота 0.002—16 Гц) в верхней атмосфере около уровня 100 км [4]. Эти волны могут излучаться во время подготовки землетрясения на стадии образования трещин в результате изменений в коре. Это низкочастотная часть высокочастотного сейсмического шума. Акустическое излучение на частотах 50—300 Гц измерялось неоднократно в Японии в области очага землетрясения перед главным толчком [5]. Инф-

развукоем излучение очень слабо поглощается в атмосфере и почти 90% его проникает от поверхности Земли до высоты 100 км, где диссипация инфразвуковых волн вызывает усиление турбулентности, которая, в свою очередь, может служить источником инфразвука. До сих пор нет количественных измерений энергии инфразвуковых волн при образовании трещин. Но эту энергию можно было бы оценить хотя бы по порядку величины по измерениям избытка интенсивности

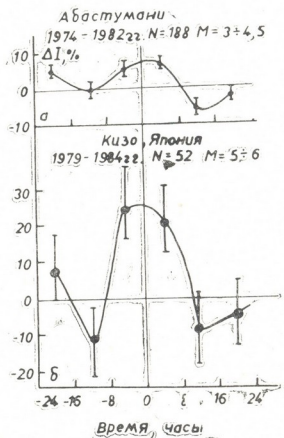


Рис. 1

эмиссии 557.7 нм. Средняя за все годы интенсивность, которую излучает в линии 557.7 нм столб атмосферы сечением 1 см^2 в зените, составляет 288 релей или $10^{-3} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Тогда избытку ΔI для Абастумани, согласно средней амплитуде на рис. 1, а, соответствует $7 \cdot 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и для Кизо (рис. 1 б) $2 \cdot 10^{-4} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

Так как в связи с уменьшением плотности амплитуда инфразвуковых волн возрастает к уровню 100 км примерно в 100 раз, можно грубо предположить, что инфразвуковое излучение на стадии образования трещин может вносить вклад до $10^{-6} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ при $M = 3-5$, что по сравнению с энергией среднего землетрясения ($\geq 10^{-2} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) является очень малой величиной, но достаточной для обнаружения с помощью метода свечения верхней атмосферы.

Ясно, что усиление эмиссии 557.7 нм может служить сигналом начала стадии образования трещин. Конечно, характер возникновения предвестника сугубо индивидуален для каждого землетрясения, для областей различных по тектоническому строению. В нашем случае мы замечаем, что усиление 557.7 нм — предвестник средних и слабых землетрясений с $M=3-6$, когда стадия образования трещин — результат изменений в земной коре типа поддвига, как это, напри-



мер, имело место в районе Большого Кавказа (поддвиг кристаллического фундамента под Южный склон Главного Кавказского хребта, Рачинско-Джавское землетрясение). В то же время из таблицы видно, что во время Спитакского землетрясения ($M \sim 7$) в районе Малого Кавказа, имевшего другой механизм, этот предвестник не сработал. Здесь еще много неясного. В связи с зависимостью наблюдений эффекта усиления 557.7 нм от погоды необходимы измерения во многих точках Кавказа и одновременно с измерениями энергии инфразвукового излучения.

Привлечение такого краткосрочного предвестника, как усиление эмиссии 557.7 нм верхней атмосферы, может помочь выяснить обстановку, которая складывается перед землетрясением. Сходство явления в Абастумани и в Кизо (рис. 1), по-видимому, свидетельствует о том, что имеет место сходство действия предвестника в обоих регионах.

Академия наук Грузии
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

(Поступило 24.4.1992)

გეოფიზიკა

ლ. ფიშკოვა, ნ. კანანაძე

დედამიწის ზედა ატმოსფეროს ღამის გამოსხივების მარიცხივები
სისიძური ატმოსფეროს ეფექტის უმცირესი დადასტურების შესახებ
რეზიუმე

1984 წლიდან 1992 წლის ჩათვლით ზედა ატმოსფეროში ხშირ შემთხვევებში დაიკვირებოდა 557,7 ნმ სიგრძის ტალღის გამოსხივების ინტენსიურობის ზრდა მიწისძვრამდე 1—2 დღე-ღამის ფარგლებში.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ 557,7 ნმ გამოსხივების გაძლიერების მოვლენა განოღდება სუსტი და საშუალო სიმძლავრის $M \leq 6$ მიწისძვრათა პროგნოზისათვის.

ნაჩვენებია, რომ იაპონიაში 557,7 ნმ გამოსხივების ცვლილების ხასიათი მიწისძვრის მომზადების პერიოდში ანალოგიურია აბასთუმანში წარმოებულ დაკვირვებებზე დაყრდნობით მიღებული 557,7 ნმ გამოსხივების ცვლილების ხასიათის.

GEOPHYSICS

L. FISHKOVA, N. KAPANADZE

ABOUT NEW CONFORMATIONS OF SEISMIC ACTIVITY EFFECT IN VARIATIONS OF THE UPPER ATMOSPHERE NIGHT AIRGLOW

Summary

The increase of the upper atmosphere 01 557.7 nm emission intensity 1—2 days before the earthquake was observed in many cases in Abastumani during 1984—1992. It turned out that disturbed variations of 557.7 nm intensity are the short term precursor of weak and average earthquakes with $M \leq 6$. It was shown that in Japan 557.7 nm intensity variations during the period of earthquake preparation are the same as in Abastumani.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

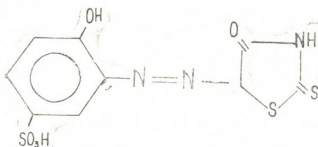
1. Л. М. Фишкова. Сообщения АН Грузии, 116, № 1, 1984.
2. Г. Г. Дидебулидзе, Т. И. Торошелидзе, С. П. Чилингарашвили. Отклик свечения атмосферы на землетрясение в Спитаке 7.XII.1988 г. Препринт АН Грузии, Тбилиси, 1990.
3. М. П. Коробейникова, Р. Н. Кулиева, М. Гошджанов и др. Сб. «Полярные сияния и свечение ночного неба». М., № 33, 1989.
4. Т. И. Торошелидзе. Анализ проблем аэрономии по излучению верхней атмосферы. Тбилиси, 1991.
5. К. Могои. Предсказание землетрясений. М., 1988.

ბ. გოპორიშვილი, ლ. გველსიანი, ო. მანჯაღაძე, ნ. თელია,
ნ. ბასარაძე

სულფოროდანოლით ნიკელის იონების სემპტროფოტომეტრული
განსაზღვრის საპიტიხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. ხანაშვილმა 19.3.1992)

ანალიზური მიზნებისათვის ადრე ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო ვერცხლის-წყლის [1, 2], ოქროსა [3] და ნიკელის [4] იონების კომპლექსწარმოქმნის რეაქციები როდანიის კლასის ახალ ნაწარმებთან. ამჯერად, სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრის მეთოდის შემუშავების მიზნით ნიკელის (II) ურთიერთმოქმედება გამოვიკვლიეთ ჰიდროქსილშემცველ აზოროდანითან — სულფოროდანოლთან* (2-ოქსი-5-სულფობენზოლ (1-აზო-5)-როდანიანი).



საქმე ისაა, რომ ჩანაცვლებული ორთოამინოფენოლებისა და როდანიის საფუძველზე სინთეზირებული ფერადი ორგანული რეაგენტების (მათ შორის სულფოროდანოლის) ანალიზური შესაძლებლობები კიდევ უფრო ნაკლებადაა შესწავლილი, ვიდრე როდანიის ჩვეულებრივი ნაწარმებისა.

ექსპერიმენტული ნაწილი

რეაგენტები და აპარატურა. $1 \cdot 10^{-3} M$ ნიკელის სტანდარტული ხსნარის დასამზადებლად, მეტალური ნიკელის ზუსტ წონაკს ვხსნიდით ქლორწყალბადმეავასა და აზოტმეავას ნარევეში (1:1). ამ უკანასკნელის მოცილების მიზნით, ხსნარს რამდენჯერმე ვამუშავებდით ქლორწყალბადმეავით ($d=1,19$) და ვაორთქლებდით. მიღებულ მშრალ ნაშთს ვხსნიდით 10%-იან ქლორწყალბადმეავაში და ვანზავებდით გამოხდილი წყლით.

ასეთივე კონცენტრაციის სულფოროდანოლის სტანდარტულ ხსნარს ვამზავებდით ნარინჯისფერი, კრისტალური ფხვნილის ზუსტი წონაკის გახსნით აცეტონში მისი შემდგომი განზავებით. რაც შეეხება სამუშაო ხსნარებს, ისინი უშუალოდ ექსპერიმენტის დაწყების წინ მზადდებოდა სტანდარტული ხსნარების განზავებით.

სარეაქციო გარემოში სასურველი pH-ის შექმნის მიზნით ვსარგებლობდით ქლორწყალბადმეავასა (0,1N) და ურტროპინის (5%) წყალხსნარებით.

* რეაგენტი სინთეზირებულია მოსკოვის გეოლოგიის, პეტროგრაფიის, მინერალოგიისა და გეოქიმიის ინსტიტუტის ცენტრალურ ქიმიურ ლაბორატორიაში ქ. შ. კ. ი. როზოვსკის ხელმძღვანელობით.

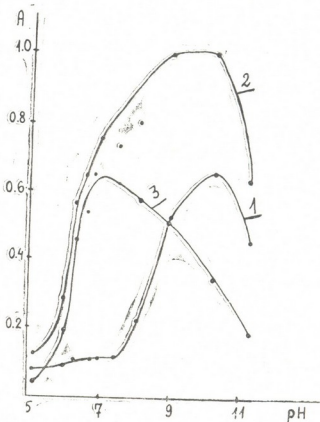


რეაგენტისა და კომპლექსნაერთის შეფერილი ხსნარების ოპტიკურ სიმკვრივეს ვზომავდით ფოტოკოლორიმეტრსა (KΦK-2) და სპექტროფოტომეტრზე (Spectromom —360), ხოლო pH-ს — პოტენციომეტრზე (pH=673 M).

რეაქციის მიმდინარეობის ოპტიმალური პირობების დადგენა და კომპლექსის სპექტროფოტომეტრული მახასიათებლების გამოთვლა

კომპლექსწარმოქმნის ოპტიმალური პირობების დადგენის მიზნით შევისწავლეთ ნიკელის იონებთან სულფოროდაზოლის ურთიერთმოქმედებაზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა.

pH-ის ცვლილების გავლენა კომპლექსწარმოქმნაზე შევისწავლეთ მჟავიანობის ფართო ინტერვალში pH=2—11 (ნახ. 1). ნახზიდან ჩანს, რომ რეაქ-



ნახ. 1. pH-ის გავლენა კომპლექსის შეფერვის ინტენსივობაზე: 1—რეაგენტი, 2—კომპლექსი, 3—დიფერენციალური პრული ($C_{NI} = 2 \cdot 10^{-5}$ M; $C_R = 2 \cdot 10^{-4}$ M, $\lambda_{\text{ფიკს}} = 510$ ნმ; $l = 1$)

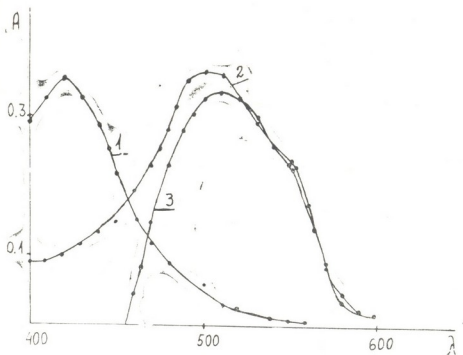
ციის მიმდინარეობის ოპტიმალური გარემოა pH-ის ზღვრები: 6,7—7,6. თვით რეაგენტის შეფერილი ხსნარების შექმნაზე ამ დროს მინიმალურია.

კომპლექსის შეფერვის ინტენსივობაზე სულფოროდაზოლის კონცენტრაციის გავლენის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ შეფერვის მაქსიმალური ოპტიკური სიმკვრივე მიიღწევა რეაგენტის 10-ჯერადი სიჭარბისას.

სულფოროდაზოლთან ნიკელის იონების ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოქმნილი კომპლექსი მდგრადია 2 საათის განმავლობაში. მისი შეფერვის ინტენსივობა მაქსიმუმს აღწევს მორეაგირე კომპონენტების შერევიდან 20—30 წუთის შემდეგ.

შექმნის სპექტრები. სულფოროდაზოლთან ნიკელის იონების ურთიერთმოქმედების შედეგად მიღებული კომპლექსნაერთის შთანთქმის მაქსიმუმი $\lambda = 490—510$ ნმ ტალღის სიგრძეზე მდებარეობს, ხოლო რეაგენტის —

$\lambda = 420$ ნმ ტალღის სიგრძეზე (ნახ. 2). კომპლექსის შუქშთანტემის მოლური კოეფიციენტი აღნიშნულ ტალღის სიგრძეზე ტოლია $\epsilon = 2,25 \cdot 10^4$. შეფერილი ხსნარები ლამბერტ-ბერის კანონს ემორჩილება ნიკელის იონების კონცენტრაციის ინტერვალში: 0,1—1,6 მკგ/მლ.



ნახ. 2. შთანტემის სპექტრები: 1—რეაგენტი, 2—კომპლექსი, 3—დიფერენციალური მრუდი ($C_{Ni} = 2 \cdot 10^{-4}$ M; $C_R = 4 \cdot 10^{-4}$ M; $pH_{\text{მაგ}} = 6,7$; $l = 1$)

კომპლექსის შედგენილობის დადგენის მიზნით გამოვიყენეთ იზომოლური სერიის, მოლურ თანაფარდობათა და წონასწორობის ვადანაცვლების მეთოდები. ერთმნიშვნელოვნად დადგინდა, რომ მორეაგირე კომპონენტები კომპლექსნაერთში შედიან შემდეგი თანაფარდობით: $Ni:R = 1:2$.

ხელის შემეშლელი იონების გავლენა და განსაზღვრის მეთოდიკა

მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შევიმუშავეთ ნიკელის მიკრორაოდენობის სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრის მეთოდიკა: ნიკელის სტანდარტულ ხსნარს (2,5—50,0 მკგ Ni) ვამატებდით 5 მლ $1 \cdot 10^{-3}$ M რეაგენტის წყალაცეტონიან ხსნარს 25 მლ-იან ჭიმიურ ჭიქებში, ვანავებდით 20 მლ-მდე წყლით, ვჭმნიდით $pH = 6,7$ 5%-იანი უროტროპინის წყალხსნარით. ხსნარის pH -ს ვზომავდით პოტენციომეტრზე. მიღებული ნარინჯისფერი კომპლექსი გადავჭვინდა 25 მლ-იან საზომ კოლბაში და ვაესებდით ჭდემდე წყლით. ხსნარს ვაყოვნებდით 20—30 წთ — შეფერვის მაქსიმუმის მიღებამდე და ვზომავდით ოპტიკურ სიმკვრივეს ($\lambda_{\text{მაგ}} = 510$ ნმ, $l = 1$).

სულფოროდახლოთან წარმოქმნილი ნიკელის კომპლექსზე გარეშე იონების გავლენის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული რეაგენტით ნიკელის განსაზღვრას ხელს არ უშლიან იონები შემდეგი თანაფარდობით $Ag(I) (1:1)$; $Mn(II) (1:10)$; $Zn(II) (1:1)$; $Cd(II) (1:1)$; $Sn(II) (1:1)$; $Hg(II) (1:5)$; $Fe(III) (1:5)$; $Au(III) (1:5)$. ორგალენტური სპილენძის, ტყვიისა და კობალტის იონები კი მოცემულ პირობებში ხელს უშლიან ნებისმიერი თანაფარდობით.

მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სულფობენზოლავოროდანიის გამოყენებით ნიკელის განსაზღვრის მეთოდის შედარებითად უფრო სწრაფად და უფრო მარტივად შეიძლება განსაზღვროს ნიკელის კონცენტრაცია ნიკელის განსაზღვრისათვის სხვადასხვა ბუნებრივ და ტექნიკურ ობიექტებში.

თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 17.3.1992)

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. Н. БОЧОРИШВИЛИ, Л. Т. ГВЕЛЕСИАНИ, О. В. МАНДЖГАЛАДЗЕ,
Н. М. ТЕЛИЯ, Н. Н. БАСАРГИН

К ВОПРОСУ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ИОНОВ НИКЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ СУЛЬФОРОДАЗОЛА

Резюме

Спектрофотометрическим методом изучена система никель(II)-сульфородазол (2-окси-5-сульфобензолазороданин).

Установлено, что в пределах рН 6,7—7,6 образуется оранжевый комплекс с соотношением Ni:R=1:2. Максимальная оптическая плотность растворов достигается при 10-кратном избытке реагента через 20—30 мин после смешения реагирующих компонентов.

Окрашенные растворы подчиняются закону Ламберта—Беера в интервале концентрации ионов никеля 0,1—1,6 мкг/мл. Коэффициент поглощения $\bar{\epsilon}=2,25 \cdot 10^4$ ($\text{pH}_{\text{opt}}=6,7$, $\lambda_{\text{opt}}=510$ нм).

ANALYTICAL CHEMISTRY

KH. BOCHORISHVILI, L. GVELESIANI, O. MANDJGALADZE,
N. TELIA, N. BASARGIN

ABOUT SPECTROPHOTOMETRICAL DETERMINATION OF
NICKEL IONS WITH SULPHOBENZOLAZORODANYNE

Summary

The system: nickel, (II)—sulphorodazol (2—oxy—5—sulphobenzo-lazo rodanyne) has been investigated by spectrophotometrical method.

It is ascertained that about pH=6,7—7,6 the orange complex is formed in a ratio Ni:R=1:2. The maximum optical density of the complex solutions is reached in 20—30 minutes after mixing the components, with a 10—fold excess of reagent used.

The complex solutions obey the Lambert—Beer Law within the concentration of nickellions: 0,1—1,6 mcg/ml. The coefficient of absorbtion of this complex is $\bar{\epsilon}=2,25 \cdot 10^4$ ($\text{pH}_{\text{opt}}=6,7$; $\lambda_{\text{opt}}=510$ nm).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Манджгаладзе, Н. М. Телия, Н. Н. Басаргин, Д. Г. Чичუа, Е. Г. Какабадзе. Сообщения АН Грузии, 142, № 1, 1991, 65.
2. О. В. Манджгаладзе, Н. М. Телия, Н. Н. Басаргин, Л. Т. Гвелესиანი, Ю. Г. Розовский. Тез. докл. III региональной конференции «Химия Северного Кавказа народному хозяйству». Нальчик, 1991, 43.
3. Н. М. Телия, О. В. Манджгаладзе, Д. Г. Чичуа. Изв. АН Грузии, т. 17, № 2, 1991, 98.
4. Х. Н. Бочоришвили, Н. Н. Басаргин, О. В. Манджгаладзе, Ю. Г. Розовский, Н. М. Телия. Тез. докл. III региональной конференции «Химия Северного Кавказа народному хозяйству». Нальчик, 1991, 41.

რ. ჯანჯღავა, ვ. მოსიძე, ვ. ბახტაძე, ნ. ჩოჩიშვილი

კობალტ-მანგანუმინი კატალიზატორის გოგირდმეფლოზა მეთანის წყლის ორთქლით კონვერსიის პროცესში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. ჯაფარიძემ 23.12.1991)

ნახშირწყალბადების კონვერსიის კატალიზატორებისათვის გოგირდოვანი ნერთები წარმოადგენენ ძლიერ საწამლავებს, რაც საჭიროებს გადასამუშავებელი ნედლეულის მათგან წინასწარ გაწმენდას. მაგალითად, მეთანში, რომელიც ფართოდ გამოიყენება კატალიზური კონვერსიის პროცესებში წყალბადის მისაღებად, დასაშვებია საერთო გოგირდის რაოდენობა არაუმეტეს 0,1—0,5 მგ/ნმ³. ხშირად ასეთი მცირე რაოდენობა ან დასაშვებზე მეტი კონცენტრაციის გოგირდის მოქმედება იწვევს კატალიზატორების დეზაქტივაციას. ამდენად, საჭიროა ახალი კონვერსიის კატალიზატორების აქტივობაზე გოგირდის ნერთების გავლენის დადგენა.

წარმოდგენილ სამუშაოში შესწავლილია ჩვენ მიერ შემუშავებული [1] კობალტ-მანგანუმინი კატალიზატორის აქტივობის ცვლილება გოგირდნახშირბადის მოქმედების შედეგად მეთანის წყლის ორთქლით კონვერსიის პროცესში. ცდები ტარდებოდა ლაბორატორიულ დანადგარზე [2] შემდეგ პირობებში: თანაფარდობა მეთანისა: წყლის ორთქლთან = 1:2, მეთანის მოცულობითი სიჩქარე $W_{CH_4} = 2000$ საათი⁻¹, ტემპერატურა პროცესისა 800° და 700°, კატალიზატორის რაოდენობა 3 — სმ³, მარცვლების სიდიდე — 2,5—3 მმ.

აზოტ-წყალბადის ნარევი კატალიზატორის აღდგენის შემდეგ რეაქტორში მიეწოდებოდა მეთანისა და წყლის ორთქლის ნარევი, რომელიც არ შეიცავდა გოგირდს. შემდგომში, 25 საათის განმავლობაში სტაბილურად მომუშავე კატალიზატორზე (ამ დროს კონვერტირებულ აირში რეაქციაში შეუსვლელო მეთანის რაოდენობა არ აღემატებოდა 0,1—0,5 მოც. %), ვაწვდილი ორთქლ-აირის ნარევი 15—50 მგ/ნმ³ საერთო გოგირდის შემცველობით. კატალიზატორის მოწამვლის ხარისხი განისაზღვრებოდა კონვერტირებულ აირში ნარჩენი მეთანის რაოდენობის ცვლილების მიხედვით.

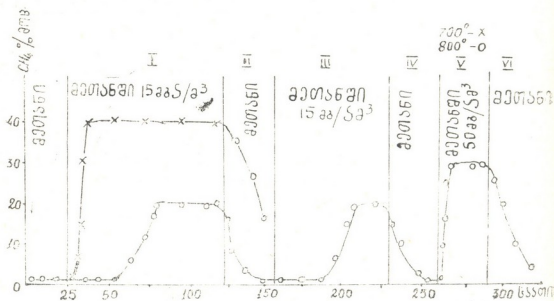
ადრე [2] ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ 800°, მეთან: წყლის ორთქლის ფარდობაზე = 1:2 და მეთანის მოცულობით სიჩქარეზე $W_{CH_4} = 2000$ საათი⁻¹, როცა ნარევი შეიცავდა 1—12 მგ S/ნმ³, კატალიზატორი სტაბილურად მუშაობდა 200 საათის განმავლობაში.

ამჯერად შევისწავლეთ კატალიზატორის მოწამვლის დინამიკა გოგირდის უფრო მაღალ კონცენტრაციებზე 15—50 მგ S/ნმ³ და შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე — 700°. შედეგები გამოსახულია სურათზე.

სურათიდან ჩანს (მრუდი A, უბანი I), რომ 800° სარეაქციო ნარევი გოგირდის 15 მგ/ნმ³ შემცველობისას, კატალიზატორი მუშაობს საწყისი აქტივობით 30 საათის განმავლობაში; შემდეგ აქტივობა თანდათან ეცემა და მუშაობის 50-ე საათზე აღწევს ამ პირობებისათვის მაქსიმალურ დეზაქტივაციას. რომელსაც შეესაბამება რეაქციაში შეუსვლელო მეთანის 20 მოც. % შემცველობა კონვერტირებულ აირში. ამავე დროს აღინიშნება კონვერსიის პროცესის სტა-
36. „მოამბე“, ტ. 145, № 3, 1992



ბოლიზაცია, რაც გამოიხატება მოცემულ პირობებში 40 საათის განმავლობაში მიღწეული აქტივობის შენარჩუნებაში (მრუდი, უბანი II). გოგირდის მიწოდების შეწყვეტისა და სუფთა ნარევეზე მუშაობის შემდეგ კატალიზატორს უბრუნდება საწყისი აქტივობა (მრუდი A, უბანი III). გოგირდნახშირბადის იმა-



სურ. 1. კობალტ-მანგანუმიანი კატალიზატორის აქტივობის დამოკიდებულება გოგირდის კონცენტრაციის ცვლლებისა და კონვერსიის ტემპერატურისაგან

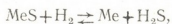
ვე კონცენტრაციით განმეორებით მიწოდება არ იწვევს კატალიზატორის მგრძობელობის გაზრდას გოგირდით მოწამვლის მიმართ (მრუდი A, უბანი IV).

გოგირდის კონცენტრაციის გაზრდა სარეაქციო ნარევეში 50 მგ/წმ³ რაოდენობით 800°-ზე იწვევს კატალიზატორის აქტივობის მკვეთრად შემცირებას. დეაქტივაცია იწყება გოგირდის მიწოდებიდან 6 საათის შემდეგ და აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს მუშაობის მე-15 საათზე. რეაქციაში შეუსვლელი მეთანის რაოდენობა კონვერტირებულ აირში იზრდება 32 მოც. % და უცვლელი რჩება ცდის მოცემულ პირობებში გაგრძელების შემდეგაც (მრუდი A, უბანი V). გოგირდის მიწოდების შეწყვეტისა და სუფთა ნარევეზე მუშაობის განახლების შემდეგ კატალიზატორს უბრუნდება საწყისი აქტივობა (მრუდი A, უბანი VI).

ტემპერატურის შემცირება იწვევს კატალიზატორის ინტენსიურ დეაქტივაციას. 700° გოგირდის 15 მგ/წმ³ შემცველობისას ნარევეში რეაქციაში შეუსვლელი მეთანის რაოდენობა კონვერტირებულ აირში იზრდება 20 მოც. %-დან 42 მოც. %-მდე. ცდის გაგრძელება ამავე პირობებში არ იწვევს პროგრესულ დეაქტივაციას და კონვერსიის პროცესი მიმდინარეობს შედარებით დაბალი, მაგრამ სტაბილური აქტივობით (მრუდი B, უბანი I). გოგირდის გარეშე სუფთა ნარევის მიწოდების შემდეგ 800° კატალიზატორს უბრუნდება საწყისი აქტივობა (მრუდი B, უბანი II).

უნდა აღინიშნოს, რომ 800° და სარეაქციო ნარევეში გოგირდის 15 მგ/წმ³ შემცველობისას, კატალიზატორის აქტივობის შემცირება ემთხვევა კონვერტირებულ აირში გოგირდწყალბადის გამოყოფას, როგორც ჩანს, კონვერსიის პროცესის დასაწყისში, პირველი 30 საათის განმავლობაში, კატალიზატორი მუშაობს როგორც შთანთქმელი. შემდგომში გოგირდის მოქმედება დაკავშირე-

ბულია აქტიური ცენტრების სულფიდოზაციასთან, რაც იწვევს ძირითადი კონვერსიის რეაქციის შემცირებას და თანხლები პროცესის გიდროგანგოგირდების რეაქციის წარმოშობას [3]. თანახმად [3], შთანქმული გოგირდის რაოდენობა განისაზღვრება კონვერსიის რეაქციის პირობებით:



სადაც კონცენტრაცია H_2S და H_2 გაზის ფაზაში დამოკიდებულია რეაქციის ტემპერატურაზე და გოგირდის საწყის რაოდენობაზე. რეაქციის პირობების შეცვლა (ტემპერატურა, გოგირდის კონცენტრაცია) იწვევს აღნიშნული სისტემის დინამიკური წონასწორობის ცვლილებას და ამის შედეგად საკონტაქტო მასიდან გოგირდის შთანქმის ან გამოყოფას. კონვერსიის პროცესის სტაბილიზაცია კონკრეტულ პირობებში მიუთითებს იმაზე, რომ წარმოქმნილი სულფიდური ნაერთები და აქტიური ცენტრები კატალიზატორისა, რომლებიც წარმართავენ შესაბამის რეაქციებს, იმყოფებიან დინამიკურ წონასწორობაში.

ჩატარებული ცდების საფუძველზე ვადგენთ, რომ შემუშავებული კობალტ-მანგანუმიანი კატალიზატორი ხასიათდება მაღალი მედეგობით გოგირდით მოწამვლის მიმართ მეთანის წყლის ორთქლით კონვერსიის პროცესში, რაც გამოიხატება შემდეგში: 1. კატალიზატორი ინარჩუნებს მაღალ აქტივობას და სტაბილურობას 800° , როცა გოგირდის შემცველობა სარეაქციო არეში აღემატება დასაშვებ ნორმას 10—15-ჯერ. 2. შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე ან დასაშვებზე მეტი რაოდენობით გოგირდის მოქმედებისას ხდება კატალიზატორის აქტივობის შესაბამისად შემცირება, რომელსაც აქვს შექცევადი ხასიათი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

რ. ავლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა
და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.2.1992)

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. В. ДЖАНДЖГАВА, В. П. МОСИДЗЕ, В. Ш. БАХТАДЗЕ, Н. ЧОЧИШВИЛИ

СЕРОУСТОЙЧИВОСТЬ КОБАЛЬТ-МАРГАНЦЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ КОНВЕРСИИ МЕТАНА ВОДЯНЫМ ПАРОМ

Резюме

Из полученных экспериментальных данных следует, что разработанный кобальт-марганцевый катализатор обладает высокой сероустойчивостью. Это подтверждается сохранением стабильной высокой активности контакта в реакции паровой конверсии метана, содержащего количества серы, в 10÷15 раз превышающее допустимые нормы. Кроме того, в описанных опытных условиях не происходит прогрессирующей дезактивации контакта и процесс отравления имеет обратимый характер.

R. JANJGHAVA, V. MOSIDZE, V. BAKHTADZE, N. CHOCHISHVILI

SULPHUR STABILITY OF COBALT—MANGANIC CATALYST
IN THE PROCESS METHAN CONVERSION WITH
WATER STREAM

Summary

The activity of cobalt-manganic catalyst affected by methan water stream was studied in the process of conversion in the reaction mixture 15—50 mg/nm³ with total sulphur content.

The high stability of the studied catalyst to sulphur is shown: 1) The catalyst maintains initial activity and stability when content of sulphur in 800° reaction area exceeds the possible norm 10—15 times.

2) In comparative low temperature or with more quantity of sulphur activity the drop of activity of catalyst has the reversible character

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ш. Бахтadze, Р. В. Джанджгава, В. П. Мосидзе. Каталитическая конверсия углеводородов Киев, 1978, 18.
2. Справочное руководство по катализаторам для производства аммиака и водорода Л., 1973, 66.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Н. КОРДЗАХИЯ, Л. А. ГАМКРЕЛИДZE, Л. Г. ЭПРИКАШВИЛИ,
Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (академик АН Грузии), Н. М. КОРДЗАХИЯ

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАТИОНОВ
КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО ТУФА НА СТЕПЕНЬ
ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДИМЕТИЛФОРМАМИДА

Целью нашего исследования было выявление роли природы катионов, компенсирующих алюмосиликатный каркас цеолитов, а именно клиноптилолитсодержащих туфов, в процессе обезвоживания диметилформамида.

В данной работе был использован клиноптилолитсодержащий туф месторождения Дзевги, участок Хекордзула (Грузия) с содержанием клиноптилолита 70—80 %.

Обогащение клиноптилолита катионами щелочных и щелочноземельных металлов (Na, K, Cs, Ca, Ba) осуществлялось методом ионного обмена, путем шестикратной обработки гранул (0,5—1,0 мм) природного клиноптилолита 0,1 N растворами хлоридов соответствующих солей по известной методике [1]. В результате были получены более или менее монокатионные формы клиноптилолита. Сохранность кристаллической структуры цеолитов контролировалась рентгенофазовым анализом. Эксперименты по осушающей способности различных ионообменных форм клиноптилолитсодержащих туфов на примере обезвоживания раствора диметилформамида были проведены в динамических условиях на специально сконструированной лабораторной установке проточного типа, использованной в работе [2]. Для контроля степени обезвоживания продукта был использован хроматографический метод определения воды.

Рассчитаны некоторые динамические характеристики, которые приведены в таблице.

«Момент проскока», когда в выходящем из адсорбционной колонки потоке жидкости (диметилформамида) появляется и начинает прогрессивно возрастать концентрация извлекаемого вещества (воды), называется временем защитного действия слоя сорбента. Как видно из табличных данных, этот показатель является минимальным для исходной формы клиноптилолита и возрастает в 4 раза для калиевой формы клиноптилолитсодержащего туфа.

Между временем защитного действия и длиной зоны массообмена (L_0) существует определенная зависимость. Величина работающего слоя L_0 определялась на основании выходных кривых по уравнению Майклса и Трейбла [3]. Она является важной характеристикой динамики процесса адсорбции. Чем меньше эта величина при достаточном времени защитного действия, тем эффективнее работает адсорбционная колонка. При соизмеримости значений работающего слоя

(L₀) динамическая активность слоя адсорбента по воде наиболее высока на калиевой форме клиноптилолита. Изменение адсорбционных свойств клиноптилолитсодержащего туфа в результате замены исходных катионов на другие катионы может быть результатом сужения или расширения «входных» окон полостей цеолита, увеличения или уменьшения объема внутрикристаллического пространства, изменения энергии связи молекул адсорбируемого вещества с активными центрами адсорбционных полостей и плотности адсорбируемого вещества во внутрикристаллическом пространстве.

Динамические показатели адсорбции воды из раствора диметилформамида природным и модифицированным клиноптилолитом. Условия эксперимента: высота слоя сорбента—36 см, зернение сорбента—0,5—1,0 мм, температура предшествующей десорбции—300 °С, температура адсорбционной колонки—20 °С, скорость потока жидкости—2 см/мин, начальная концентрация воды в продукте—2,48% (масс.), проскоковая концентрация—0,02%.

Сорбент	Время защитного действия $\tau_{пр}$, мин	Динамическая адсорбционная активность, a_d , г/100 г	Равновесная адсорбционная активность a_p , г/100 г.	Длина зоны массообмена L_0 , см	Степень использования сорбента η , %
Кл _{исх}	18	6,2	7,9	67,9	78,5
NaКл	36	4,9	7,0	35,1	70,0
ККл	74	10,2	13,8	21,5	73,9
CsКл	38	5,2	8,9	33,2	58,0
CaКл	48	6,6	11,3	32,5	58,5
BaКл	34	4,7	9,7	38,8	48,0

Обогащение исходной формы природного туфа катионами натрия происходит, как показали данные химического анализа, в основном за счет обмена с катионами кальция. Плотность заселенности элементарной ячейки увеличивается, в результате чего адсорбционный объем этой формы несколько уменьшается по сравнению с исходной формой. Диметилформамид является биполярным апротонным растворителем, его молекулы, по-видимому, сорбируются вследствие ион-дипольного взаимодействия на катионных адсорбционных центрах, находящихся у входных окон элементарной ячейки, и частично блокируют ее. Это предположение может объяснить падение динамической и равновесной адсорбционной активности натриевой формы клиноптилолита по сравнению с исходной. Калиевая форма клиноптилолита, наоборот, характеризуется наилучшими динамическими показателями адсорбции. Обогащение ионами калия происходит, как показал химический анализ, за счет вытеснения в одинаковой степени катионов кальция и натрия. Баррер, исследуя адсорбцию инертных газов на катионообменных формах морденита, показал, что энергия активации в случае калиевой формы значительно ниже, чем для натриевых или кальциевых модификаций [4]. По-видимому, такое же явление может иметь место и в случае клиноптилолитов. Можно также предположить, что при замещении кальция катионы калия локализируются в иных, более глубоких позициях, делая структуру цеолита бо-



(L_0) динамическая активность слоя адсорбента по воде наиболее высока на калиевой форме клиноптилолита. Изменение адсорбционных свойств клиноптилолитосодержащего туфа в результате замены исходных катионов на другие катионы может быть результатом сужения или расширения «входных» окон полостей цеолита, увеличения или уменьшения объема внутрикристаллического пространства, изменения энергии связи молекул адсорбируемого вещества с активными центрами адсорбционных полостей и плотности адсорбируемого вещества во внутрикристаллическом пространстве.

Динамические показатели адсорбции воды из раствора диметилформаида природным и модифицированным клиноптилолитом. Условия эксперимента: высота слоя сорбента—36 см, зернение сорбента—0,5—1,0 мм, температура предшествующей десорбции—300 °С, температура адсорбционной колонки—20 °С, скорость потока жидкости—2 см/мин, начальная концентрация воды в продукте—2,48% (масс.), проскоковая концентрация—0,02%.

Сорбент	Время защитного действия $\tau_{пр}$, мин	Динамическая адсорбционная активность, а., г/100 г	Равновесная адсорбционная активность a_p , г/100 г.	Длина зоны массообмена L_0 , см	Степень использования сорбента γ , %
Кл _{исх}	18	6,2	7,9	67,9	78,5
NaКл	36	4,9	7,0	35,1	70,0
ККл	74	10,2	13,8	21,5	73,9
CsКл	38	5,2	8,9	33,2	58,0
CaКл	48	6,5	11,3	32,5	58,5
BaКл	34	4,7	9,7	38,8	48,0

Обогащение исходной формы природного туфа катионами натрия происходит, как показали данные химического анализа, в основном за счет обмена с катионами кальция. Плотность заселенности элементарной ячейки увеличивается, в результате чего адсорбционный объем этой формы несколько уменьшается по сравнению с исходной формой. Диметилформамид является биполярным апротонным растворителем, его молекулы, по-видимому, сорбируются вследствие ион-дипольного взаимодействия на катионных адсорбционных центрах, находящихся у входных окон элементарной ячейки, и частично блокируют ее. Это предположение может объяснить падение динамической и равновесной адсорбционной активности натриевой формы клиноптилолита по сравнению с исходной. Калиевая форма клиноптилолита, наоборот, характеризуется наилучшими динамическими показателями адсорбции. Обогащение ионами калия происходит, как показал химический анализ, за счет вытеснения в одинаковой степени катионов кальция и натрия. Баррер, исследуя адсорбцию инертных газов на катионообменных формах морденита, показал, что энергия активации в случае калиевой формы значительно ниже, чем для натриевых или кальциевых модификаций [4]. По-видимому, такое же явление может иметь место и в случае клиноптилолитов. Можно также предположить, что при замещении кальция катионы калия локализируются в иных, более глубинных позициях, делая структуру цеолита бо-

ლეს открытой. Замещение катионов Са и К в клиноптилолите облегчает дегидратацию цеолита, так как катион калия характеризуется более низкой по сравнению с катионами кальция, а также натрия гидратационной способностью, что позволяет в наших условиях термической активации добиться более полного удаления воды из цеолита.

В клиноптилолите, обогащенном катионами кальция, характеризующегося высокой гидратационной способностью, гидратная оболочка катионов кальция блокирует входные окна цеолита. Обмен же катионов кальция на катионы натрия каркаса приводит к уменьшению плотности заселенности элементарной ячейки. Этими предположениями, вероятно, можно объяснить увеличение равновесной адсорбционной активности и фактически неизменной динамической активности этой формы по сравнению с исходным клиноптилолитом. Надо отметить также, что термическая дегидратация клиноптилолита при 300° недостаточна, по-видимому, для полного удаления влаги.

Аналогично можно объяснить и изменение динамических адсорбционных характеристик и в случае бариевой формы по сравнению с исходной формой. Однако катион бария обладает не только высокой гидратационной способностью, но больше по размерам, чем и можно объяснить понижение динамических характеристик бариевой формы по сравнению с кальциевой формой клиноптилолита. Введением крупного, но легко дегидратирующегося катиона цезия в клиноптилолит хотя и увеличивается время защитного действия слоя сорбента и улучшаются в некоторой степени динамические характеристики исходного клиноптилолита, но, по-видимому, частично нарушается кристаллическая решетка цеолита. Не исключено также ион-дипольное взаимодействие с молекулами диметилформамида при открытости в данном случае входных окон клиноптилолита.

Проведенные нами исследования показали, что природный клиноптилолит грузинского месторождения Дзегви (участок Хекордула) и особенно его модифицированная калием форма могут быть с успехом использованы в качестве осушителей полярных органических растворителей.

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

(Поступило 16.3.1992)

ფიზიკური ქიმია

თ. კორძაბია, ლ. ბაყრაღლიძე, ლ. ეპრიკაშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი,
 (საქ. მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. კორძაბია

კლინოპტილოლითუმცველი ტუფების კათიონების გავლენა
 დიმეთილფორმამიდის გაუწყლოების ხარისხზე

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია კათიონების (Na, K, Co, Ca, B_a) გავლენა საქართველოს ადგილმდებარეობის ძეგვის (ტუბანი, ხეკორძულა) კლინოპტილოლითუმცველი ტუფების გაშრობის უნარიანობაზე, დინამიურ პირობებში, დიმეთილფორმამიდის გაუწყლოების მაგალითზე.

ნაჩვენებია, რომ კალიუმით გამდიდრებული კლინოპტილოლითი ხასიათდება საუკეთესო ადსორბციული მაჩვენებლებით.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. KORDZAKHIA, L. GAMKRELIDZE, L. EPRIKASHVILI,
T. ANDRONIKASHVILI, N. KORDZAKHIA

THE EFFECT OF THE NATURE OF CLINOPTILOLITE CONTAINING
TUFF CATIONS ON THE DEGREE OF DEWATERING OF
DIMETHYLFORMAMIDE

Summary

A possibility of highly effective drying of dimethylformamide with the help of the natural clinoptilolite (Dzegvi, Khekordzula section, Géorgia) both on the basic forms and those modified with Na, K, Cs, Ca and Ba, cations has been shown in dynamical conditions. Clinoptilolite enriched with potassium cations has the best adsorptive characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Неймарк. Изв. АН СССР, сер. хим., 1965, № 6, 959—968.
2. Г. В. Цицишвили, Ш. Д. Сабелашвили, Т. Г. Андроникашвили, Т. Н. Кордзахия. Изв. АН СССР, сер. хим., т. 5, № 3, 1979, 267—269.
3. Н. В. Кельцев. Основы адсорбционной техники. М., 1984
4. R. M. Barrer. J. Chem. Soc., 12, 1948, 2158-2169.

Р. К. КВАРАЦХЕЛИЯ, М. Г. ЖАМИЕРАШВИЛИ, Е. Р. КВАРАЦХЕЛИЯ

О ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОТ С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ АНИОНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 18.2.1992)

Электровосстановление кислот с электрохимически активными анионами (HNO_3 , HIO_3 , HBrO_3 и др.) представляет собой интересный случай электрохимической кинетики, в котором форма поляризационной характеристики процесса зависит от природы донора протона и аниона. В настоящем сообщении нами предлагается количественный критерий, позволяющий прогнозировать форму указанной поляризационной характеристики, а также представлен экспериментальный материал по электровосстановлению азотной и иодноватой кислот, подтверждающий справедливость предложенного критерия.

Измерения осуществлялись методами вольтамперометрии на вращающихся дисковых электродах, хроновольтамперометрии на стационарных электродах с использованием высокочистых Cu , Cu-Hg , Sn , Pt в закрытой ячейке в атмосфере гелия. Методика подготовки электродов к измерениям описана в [1]. Используемые в работе в качестве фоновых электролитов перхлораты лития и натрия были дважды перекристаллизованы из бидистиллята и прокалены при $190\text{--}200^\circ\text{C}$ в течение нескольких дней. Безводная HNO_3 и безводная кристаллическая HIO_3 получались по методикам, описанным в [2]. В качестве электрода сравнения применялся насыщенный каломельный электрод. Все измерения выполнены при 20°C .

В общем случае на поляризационной кривой электровосстановления кислоты, содержащей электрохимически активный анион, должны наблюдаться две волны. Первая волна соответствует восстановлению аниона в условиях протонодонорного действия иона H_3O^+ , а вторая (расположенная при более отрицательных потенциалах) — восстановлению аниона в условиях протонодонорной функции молекул H_2O . Предельный ток первой волны определяется значением $i_d \text{H}_3\text{O}^+$ -ионов, присутствующих в растворе; это значение в случае вращающегося дискового электрода, согласно уравнению Левича, можно выразить следующим образом:

$$i_d^{\text{H}_3\text{O}^+} = kD_{\text{H}_3\text{O}^+}^{2/3} c_{\text{H}_3\text{O}^+} \quad (1)$$

где $D_{\text{H}_3\text{O}^+}$ — коэффициент диффузии ионов H_3O^+ ; $c_{\text{H}_3\text{O}^+}$ — концентрация указанных ионов. Константа $k = 0,62 F\nu^{-1/6} \omega^{1/2}$ (ν — кинематическая вязкость раствора, ω — число оборотов электрода). Соответственно предельный ток аниона (равный суммарной высоте обеих волн) равен



$$i_d^{\text{ан}} = nk D_{\text{ан}}^{2/3} c_{\text{ан}},$$

где n — число участвующих в реакции электронов; $D_{\text{ан}}$ и $c_{\text{ан}}$ — соответственно коэффициент диффузии и концентрация аниона. Из выражений (1) и (2) можно получить соотношение суммарной высоты обеих волн и высоты первой волны:

$$\frac{i_d^{\text{ан}}}{i_{\text{H}_3\text{O}^+}^d} = n \frac{c_{\text{ан}}}{c_{\text{H}_3\text{O}^+}} \left(\frac{D_{\text{ан}}}{D_{\text{H}_3\text{O}^+}} \right)^{2/3}. \quad (3)$$

В том случае, когда восстановлению подвергается одноосновная кислота и присутствующие в растворе ионы H_3O^+ получены в результате диссоциации последней, концентрации аниона и ионов гидроксония равны.

Отсюда получим

$$\frac{i_d^{\text{ан}}}{i_{\text{H}_3\text{O}^+}^d} = n \left(\frac{D_{\text{ан}}}{D_{\text{H}_3\text{O}^+}} \right)^{2/3}. \quad (4)$$

Выражение (4) дает возможность не только расчета соотношения высот соответствующих волн, но и прогнозирования формы поляризационной

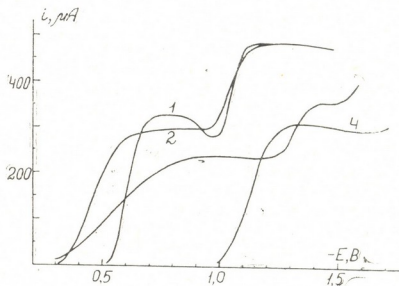
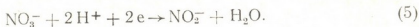


Рис. 1. Вольтамперограммы HNO_3 (1—3) и HNO_2 (4) в 0,1 М LiClO_4 , 10^{-3} М $\text{HCl}_3(\text{HNO}_3)$; 980 об/мин. 1—Sn-электрод; 2—Cu-электрод; 3—Cu- H_g -электрод; 4—Sn-электрод

онной характеристики процесса восстановления кислоты. Если коэффициент диффузии аниона имеет относительно малое значение и n также мало, может иметь место случай, когда $D_{\text{H}_3\text{O}^+}^{2/3} > n D_{\text{ан}}^{2/3}$ и, следовательно, $i_{\text{H}_3\text{O}^+}^d > i_d^{\text{ан}}$. В этом случае на поляризационной кривой останется одна волна, соответствующая протондонорной функции ионов H_3O^+ .

Справедливость выражения (4) подтверждается результатами изучения электровосстановления азотной и иодноватой кислот. В разбавленных (10^{-3} — 10^{-2} М) растворах HNO_3 нитрат-ион практически на всех электродах восстанавливается до нитрит-иона [3, 4]:



Следовательно, $n=2$. Значение коэффициента диффузии иона NO_3^- равно $1,92 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, H^+ -иона — $9,34 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ [5]. Вычисленное из уравнения (4) соотношение предельных токов аниона и H_3O^+ -иона равно в данном случае 0,696. В соответствии с этим на вольтамперограммах нитрат-иона, снятых в разбавленных растворах HNO_3 , должна наблюдаться одна волна. В разбавленных растворах HNO_3 иодат-ион восстанавливается до иона I^- :



В этом случае $n=6$ и $D_{\text{IO}_3^-} = 1,09 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ [5]. Согласно уравнению (4), соотношение предельных токов ионов IO_3^- и H_3O^+ равно 1,432 и на вольтамперограммах иодат-иона в разбавленных растворах HNO_3 должны наблюдаться две волны, причем высота второй волны, соответствующей протонодонорной функции молекул H_2O , должна составлять примерно половину высоты первой волны.

На рис. 1 представлены вольтамперограммы HNO_3 , снятые на электродах из Cu , Cu-Hg и Sn (размер Cu-Hg -электрода несколько меньше), и вольтамперограмма HNO_3 для Sn -электрода. Из рисунка видно, что, в согласии с предложенным нами критерием (4), для иодат-иона наблюдаются две волны с предсказанным соотношением высот, а нитрат-ион образует одну волну.

Академия наук Грузии
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 21.2.1992)

ელექტროქიმია

რ. კვარაცხელია, მ. შამიძერაფვილი, მ. კვარაცხელია

ელექტროქიმიურად ატბიური ანიონების უმცველი მშავების
ელექტროალდგენის პროცესების კოლარიზაციული მახასიათებლების
შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

შემოთავაზებულია რაოდენობრივი კრიტერიუმი, რომელიც ელექტროქიმიურად ატბიური ანიონების მქონე მყავების ელექტროალდგენის პოლარიზაციული მახასიათებლების ფორმის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. აღნიშნული კრიტერიუმის მართებულობა ნაჩვენებია აზოტმყავისა და ქვეიოდმყავის ელექტროალდგენის პროცესების მავალითებზე.

R. KVARATSKHELIA, M. ZHAMIERASHVILI, H. KVARATSKHELIA

ON THE POLARIZATION CHARACTERISTIC OF THE PROCESSES OF
ELECTROREDUCTION OF THE ACIDS CONTAINING
ELECTROCHEMICALLY ACTIVE ANIONS

Summary

The quantitative criterion permitting the prognostication of the shape of the polarization characteristic of electroreduction of acids containing electrochemically active anions has been suggested. Validity of this criterion is shown in the cases of electroreduction of nitric and iodic acids.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. К. Кварацхелия, Т. Ш. Мачавариани. Электрохимия, 20, № 3, 1984, 303.
2. Ю. В. Қарякин, И. И. Ангелов. Чистые химические вещества. М., 1974.
3. Р. К. Кварацхелия. Электрохимическое восстановление кислородных соединений азота. Тбилиси, 1978.
4. Р. К. Кварацхелия, М. Г. Жамиерашвили, Г. Р. Кварацхелия. Электрохимия, 27, № 5, 1991, 582.
5. Я. Гейровский, Я. Кута. Основы полярографии. М., 1965.

მ. ჯაფარიძე, მ. წიროძე, ჯ. ჯაფარიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ბურბანიძე

მონო-, დი- და ტრინიტროვლიცერინის აღსორბევის მარცხლისწაღმა ეთანოლის ხსნარებში

ფარმაკოდინამიკის, ფარმაკოკინეტიკის და წამლების ბიოტრანსფორმაციის შესწავლის მიზნით უკანასკნელ ხანს დიდი ყურადღება ექცევა მგრძობიარე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებას.

ცნობილია, რომ ანტიანგიინალურ საშუალებათა რიგში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს გლიცერინის ნიტროჩანაცვლებულ ნაერთებს. ჩვენ მიერ ადრე დადგენილ იქნა პოლაროგრაფიული მეთოდის გამოყენებით ნიტროვლიცერინის სუფთა სუბსტანციისა და აგრეთვე შემავსებლებთან ერთად ტაბლეტებში მისი განსაზღვრის შესაძლებლობა [1]. შესწავლილია ადამიანის სისხლის პლაზმაში ამ პრეპარატის დაშლის დინამიკა ფიზიოლოგიურ ხსნარში და დადგენილია მისი მდგრადობა ბუფერულ ხსნარებში.

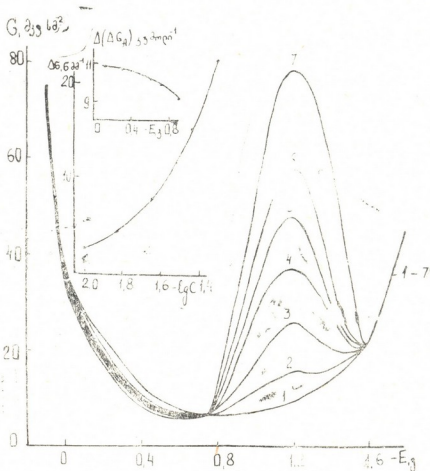
წამლის აქტიურობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორთაგანია მასში შემავალი ნაერთების აღსორბევი უნარი.

მოცემულ სამუშაოში წარმოდგენილია მონო-, დი- და ტრინიტროვლიცერინის აღსორბევი უნარის კვლევის შედეგები Hg (ეთანოლის) გამყოფ ზედაპირზე. აღსორბევა შესწავლილია ევრცხლისწყლის ელექტროდის დიფერენციალური ტევადობის გაზომვის მეთოდის გამოყენებით [2]. უშუალოდ ცხოველურ უჯრედზე ორგანულ ნაერთთა აღსორბევი უნარიანობის რაოდენობრივი შესწავლა დღეისათვის ძნელად განსახორციელებელია, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ დიდი ზომის მქონე ორგანული მოლეკულების აღსორბევა ფაზათა გამყოფ საზღვარზე განპირობებულია ძირითადად ხსნარიდან მათი გამოძევებით, მაშინ ის აღსორბევი სურათი, რომელიც მიიღება Hg (სპირტის საზღვარზე, საკმაო დამაჯერებლობით შეიძლება გადატანილ იქნეს უჯრედზე) სპირტის გამყოფი საზღვრისათვის. მითუმეტეს, რომ ნიტროვლიცერინები ქიმიურად აგრესიულ ფუნქციონალურ ჯგუფს არ შეიცავენ.

სურ. 1, ა-ზე მოცემულია ელექტროდის პოტენციალისაგან (E) დიფერენციალური ტევადობის სიდიდის (C) დამოკიდებულების მრუდები (C, E-მრუდები) 0,5M NaClO₄ ხსნარისათვის ეთანოლში (მრ. 1) სხვადასხვა რაოდენობით ტრინიტროვლიცერინის დანამატების დროს (მრ. 2-7), C, E-მრუდები შემოღარგულია მკვეთრად გამოსახული აღსორბევი-დესორბევი კათოდური პიკებით, რომელთა სიმაღლე კანონზომიერად იზრდება ორგანული ნაერთის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად. მაღალი კათოდური პოლარიზაციის დროს (E = -1,6 ვ) ტრინიტროვლიცერინის შემცველი (მრ. 2-7) და ფონის (მრ. 1) C, E-მრუდები ემთხვევა ერთმანეთს, რაც სწორედ მიუთითებს კათოდური პიკების აღსორბევი-დესორბევი ბუნებაზე და აღსორბიებული მოლეკულების ელექტროდის ზედაპირიდან სრულ დესორბევაზე.

მონო- და დინიტროვლიცერინის შესაბამისი C, E-მრუდები თვისობრივად ემსგავსებიან ტრინიტროვლიცერინის მრუდებს, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდებიან კათოდური პიკების მაქსიმუმის შესაბამის დიფერენციალური ტევადო-

ბის მნიშვნელობებით ($\sim 24, 70, 79$ მკვ/სმ²), რაც მიუთითებს ასეთმა მნიშვნელობით ამ ნაერთთა (მონიტროვლიცერინი, დინიტროვლიცერინი, ტრინიტროვლიცერინი) ადსორბციული უნარიანობის ზრდაზე. ნიტროჯგუფების რაოდენობის ზრდა იწვევს C,E-მრუდებზე პიკების სიმაღლის ზრდას, აღსანიშნავია, რომ იმავე კონცენტრაციების სუფთა გლიცერინის შესაბამისი C,E-



სურ. 1. ა) C,E-მრუდები ეთანოლში 0,5 M NaClO₄ ხსნარისათვის. ტრინიტროვლიცერინის კონცენტრაცია 1—0, 2—0,01, 3—0,015, 4—0,025, 5—0,03, 6—0,035, 7—0,05 M. T=20°C; $\nu=400$ Hz. ბ) სისახლელო დაჰიმულობის შემცირების იზოთერმა ტრინიტროვლიცერინისათვის (ფონი 0,5 M NaClO₄ ეთანოლში, E=-0,5ვ). გ) ტრინიტროვლიცერინის ადსორბციის ენერჯის ცვლილების დამოკიდებულება დაყვანილი პოტენციალისაგან

მრუდები ემთხვევა ფონის C,E-მრუდს, ე. ი. ყველა განსხვავება გამოწვეულია გლიცერინის მოლეკულაში NO₂ ჯგუფის შეყვანით.

ნიტროვლიცერინების ადსორბციის უფრო სრული და თვალნათლივი სურათის მისაღებად მოვახდინეთ ექსპერიმენტულად მიღებული C,E-მრუდების მათემატიკური დამუშავება. ფონის შესაბამისი C,E-მრუდის პირდაპირი ინტეგრებით

$$q = \int_{E_q=0}^E C dE, \quad (1)$$

($E_q=0$ -ეთანოლში ვერცხლისწყლის ნულოვანი მუხტის პოტენციალი) მიღებული ელექტროდის მუხტის (q) მნიშვნელობების საფუძველზე აგებულ იქნა C,E-მრუდი. რადგანაც დიდი უარყოფითი პოტენციალების დროს ყველა C,E-მრუდი ერთმანეთს ემთხვევა, ამ მრუდების უკუინტეგრებით გათვლილ იქნა q -ს



შესაბამისი მნიშვნელობები და აიგო q, E -მრუდები. ინტეგრების მუდმივად აღებული იყო მაღალი უარყოფითი პოტენციალების დროს ($E = -1,8$ ვ) ფონში მუხტის მნიშვნელობა. შემდეგ q, E -მრუდების ინტეგრებით

$$\sigma = \int_{E\sigma=\text{const}}^E qdE. \quad (2)$$

მიღებულ იქნა ფაზათა გამყოფ საზღვარზე დაჭიმულობის (σ) მნიშვნელობები და აგებულ იქნა σ, E -მრუდები. პირდაპირი ინტეგრების დროს გამოყენებული ინტეგრების მუდმივა $\sigma q = 0 = 386$ მნ/მ [3], ხოლო უკუინტეგრების დროს კი გამოვიყენეთ σ -ს მნიშვნელობა ძლიერ უარყოფითი პოტენციალების დროს ($E = -1,8$ ვ). σ, E -ელექტროკაპილარული მრუდების საფუძველზე გათვლილ იქნა სასაზღვრო დაჭიმულობის შემცირების იზოთერმები ($\Delta\sigma, IqC$). ამისათვის გათვლილ იქნა სასაზღვრო დაჭიმულობის შემცირება $\Delta\sigma = \sigma$ ფონი— σ ორგ სხვადასხვა პოტენციალისა და კონცენტრაციის დროს. სურ. 1, ბ-ზე ნიმუშისათვის მოყვანილია მხოლოდ ტრინიტროგლიცერინისათვის ისიც ერთ პოტენციალზე ($E = -0,53$) $\Delta\sigma, IqC$ -მრუდი.

ნიტროგლიცერინების ზედაპირული აქტიურობა შეფასებულ იქნა სხვადასხვა პოტენციალებზე ადსორბციის თავისუფალი ენერჯიის ცვლილების სიდიდეების შედარებით. ამისათვის $\Delta\sigma, IqC$ -მრუდებიდან რიგი პოტენციალებისათვის გათვლილ იქნა ადსორბციის თავისუფალი ენერჯიის ცვლილება

$$\Delta(\Delta G_A^0) = -RT \ln C, \quad (3)$$

სადაც R — აირის უნივერსალური მუდმივა, T — ტემპერატურა, IqC — იზოთერმის გადაადგილება სტანდარტული მდგომარეობის მიმართ (როცა $\Delta\sigma = 4$ მნ/მ და კონცენტრაცია $C = 1$ მოლი/ლ).

სურ. 1, გ-დან ჩანს, რომ ელექტროდის უარყოფითი მუხტის დროს ტრინიტროგლიცერინი გამოიდევნება ზედაპირიდან გამხსნელის (ეთანოლის) მოლეკულების მიერ, რაზედაც მიუთითებს შესაბამის პოტენციალზე $\Delta(\Delta G_A^0)$ მნიშვნელობების შემცირება, ხოლო დადებითი პოტენციალების დროს კი არა, რაც შესაბამისობაშია σ, E -მრუდების მონაცემებთან.

ექსპერიმენტულად მიღებული C, E -მრუდების ანალიზიდან, გათვლილი ადსორბციული პარამეტრებისა და მათ საფუძველზე აგებული მრუდების ანალიზის მეშვეობით შეიძლება ითქვას, რომ პოტენციალთა ფართო ზღვრებში ხდება გლიცერინის ნიტროგაფარების ადსორბცია ვერცხლისწყალზე ეთანოლის ხსნარებიდან. მაქსიმალური ადსორბციის შესაბამის პოტენციალებზე C, R -მრუდებზე არ შეიმჩნევა ტევადობის მნიშვნელობების რამდენადმე შემცირება, ნიტროგლიცერინის მოლეკულა ადსორბირებული ვერცხლისწყალზე ეთანოლის ხსნარებიდან ორმაგ ელექტრულ შრეში იმყოფება ბრტყელი ორიენტაციის მდგომარეობაში. ანოდური პოტენციალების დროს არ ხდება ამ ნაერთების დესორბცია, რის მიზეზად მიგვაჩნია ნიტროგლიცერინის მოლეკულაში შემავალი ქანჯბადის ატომების დიდი უარყოფითი მუხტი. კათოდური პოლარიზაციის ზრდით, როგორც ჩანს, ხდება მოლეკულის ორიენტაციის ცვლილება და ქანჯბადის ატომების თანდათანობით განზიდვა ზედაპირიდან და მათ მაგიერ ზედაპირთან დადებითი პოლარიზაციის მქონე ნახშირბადური ჩონჩხის მიახლოება. კათოდური პოლარიზაციის შემდგომი ზრდა კი იწვევს ამ მოლეკულების



მთლიან დესორბციას ზედაპირიდან, ვინაიდან მუხტის მაღალი სიმკვრივის შემთხვევაში ენერგეტიკულად უფრო მომგებიანია დიდი ზომის მქონე ნიტროგლიცერინის მოლეკულების შეცვლა ეთანოლის მცირე დიბოლებით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის
ინსტიტუტი

(შემოვიღა 9.3.1992)

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Ш. С. ДЖАПАРИДЗЕ, М. П. ЦЕРОДЗЕ, Д. И. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корреспондент АН Грузии), И. А. ГУРГЕНИДЗЕ

АДСОРБЦИЯ МОНО-, ДИ- И ТРИНИТРОГЛИЦЕРИНА НА РТУТИ ИЗ ЭТАНОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Резюме

Экспериментальными данными по зависимости дифференциальной емкости от потенциала электрода и количественными расчетами адсорбционных параметров установлена значительная адсорбционная способность в широком интервале потенциалов моно-, ди- и тринитроглицерина на ртути из этанольных растворов. Сделан вывод о роли нитрогрупп при адсорбции указанных веществ.

ELECTROCHEMISTRY

Sh. JAPARIDZE, M. TSERODZE, J. JAPARIDZE, J. GURGENIDZE

ADSORPTION OF MONO-, DI- AND TRINITROGLYCEROL AT A MERCURY ELECTRODE FROM SOLUTIONS OF ETHANOL

Summary

The significant adsorption of mono-, di- and trinitroglycerol on a Hg electrode from solutions of ethanol in a wide potential range has been studied by measuring the differential capacity as a function of the electrode potential and calculation at some adsorption parameters. The importance in adsorption of the abovementioned substances of nitrogroups also has been concluded.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. П. Церодзе, Т. Р. Челидзе, Д. И. Джапаридзе, Г. Э. Чавидзе. Сообщения АН ГССР, 129, № 2, 1988, 341.
2. J. I. Japaridze, *et. al.* Electrochim. Acta, v. 31, 6, 1986, 621.
3. М. А. Герович, Г. Ф. Рыбальченко. ЖФХ, т. 32, № 1, 1958, 109.



А. М. ГАВАШЕЛИ, Т. В. КОПАДЗЕ

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛОСТЕЙ СПИЛИТОВЫХ ПИЛЛОУ-ЛАВ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 10.9.1991)

В пиллоу-лавах спилитов Грузии подушки с внутренними полостями (пустотелые подушки) установлены в среднелейасовых и ааленбайосских вулканогенно-осадочных образованиях в бассейнах р. Стори и районов гор Чаухи (восточная часть Центрального Кавказа) и Чутхаро (бассейн р. Риони). Полости сложены манганокальцитом, молочно-белым, бесцветным и буровато-красноватым кальцитом, смесью кварц-кальцита, молочно-белым кварцем, кристалликами горного хрусталя и кварц-эпидотом; в ряде случаев полости «необжитые».

Манганокальциты обнаружены в пиллоу-лавах районов гор Чаухи и Чутхаро, кальциты — повсеместно, кварц-кальцитовые и кварц-эпидотовые образования — в бассейнах р. Стори и в районе горы Чаухи, кристаллики горного хрусталя — в районе горы Чаухи, «необжитые» пустоты — в бассейне р. Стори и по ее левому притоку Накодеби, а также в районе горы Чутхаро.

В разрезах потоков пиллоу-лав пустотелые подушки встречаются только в кровле; мощность части потока с пустотелыми подушками колеблется от 1 до 6 м, а по простиранию они прослеживаются на 0,5 км и более. Эти данные предварительные, поскольку представлены замкнутыми, не «оперированными» эрозией образованиями, внутреннее содержание которых не всегда установлено.

Объем полостей подушек колеблется от первых см^3 до 100 см^3 . Полости занимают 1—20% объема подушек. От верхней части подушечной лавы к ее центру, объем внутренних полостей заметно уменьшается до их полного исчезновения.

Поверхности внутренних полостей подушек при наличии кварца и кварц-эпидота шлакоподобная (т. е. остроконечные вершинки и хребтики чередуются с ложбинами, лощинами и ямами), а при наличии кальцита и кальцит-кварца более гладкая, порой притупленно-бугристая и изредка ямчатая. В кровле пиллоу-лав преобладают пустотелые подушки с кальцитами и смесью кварц-кальцита, а также марганцевого кальцита, тогда как под ними встречаются кальцит-эпидотовые и кварц-эпидот-хлоритовые образования. Размеры пустотелых подушек колеблются от 0,6 до 1,2 м.

Наиболее часто встречающиеся полости заполнены кристалликами кальцита, кварца или обоих вместе. В большинстве случаев кальцитовая и кварц-кальцитовая минерализация занимает не весь объем полости подушек, а лишь ее часть. При этом ими выстланы лишь пристенные зоны полостей или же они образуют сегментноподобные и полусферообразные включения.

Если внутренние полости подушек заполнены кальцитом, то в кальцитообразовании устанавливается следующая последовательность: у стенки полости встречаются крупные ромбоэдри, затем к центру их размеры уменьшаются, после этого идут мелко- и тонкозернистые и, наконец, плотные буровато-желтоватые кальциты. Такая закономерность сохраняется в большинстве случаев, но зона ромбо-



эдров часто ускользает от наблюдения или вообще не заметна. Основные зоны мощностью 1—3 см расположены преимущественно концентрически. Обычно длинная ось ромбоэдра параллельна, а короткая — перпендикулярна стенке полости.

При наличии кварца у самой стенки полости развита зона сахаровидного молочно-белого, мелко- и среднезернистого кварца, затем по радиусу идет зона их грубо- и крупнозернистого агрегата, а последняя зона представлена горным хрусталем с хорошо развитыми кристаллографическими формами. Обычно кристаллики горного хрусталя длиной до 1—2 см расположены перпендикулярно стенке полости подушек. Чаще хрусталеносная зона отсутствует, а вместо нее встречается зона полупрозрачного и матового кварца. Мощность зон меняется от 1 до 3,5 см.

В случае, когда полости подушек заполнены кварц-кальцитовой смесью, зерна указанных минералов не обладают правильными кристаллографическими формами. В ряде случаев полости заняты буровато-красными и светловато-бурными железосодержащими кальцитами, занимающими преимущественно их пристенные части. При этом железистые кальциты от периферии к центру полости постепенно светлеют и замещаются их буроватыми и молочно-белыми крупнозернистыми разновидностями, а последние — грубозернистыми белыми и полупрозрачными ромбоэдрами. Зоны кальцитов расположены концентрически. Мощность зон меняется от долей см до 6 см. Обычно величина зерен *кальцита от периферии к центру полости подушек увеличивается*. В их состав входят кварц и изредка мелкие вкрапленники рудного железистого минерала. Количество кварца от периферии полости к центру постепенно уменьшается, иногда до полного исчезновения.

В ряде случаев были обнаружены подушки с внутренними полостями, нацело сложенными манганокальцитом, в котором содержание марганца составляет 1,5%.

В случае кварц-эпидотовой минерализации полости подушек заполняются не полностью. Непосредственно прилегающая к стенке полости зона мощностью 0,5—0,6 см обычно обесцвечена до светлого, светло-серого и пепельного цвета. При этом обесцвеченная зона спилита по мере передвижения от центральной части подушки к наружным ее границам постепенно и расплывчато переходит в светло-зеленую, а затем в зеленую зону той же подушки. В случае кальцитовой и кварц-кальцитовой минерализации зона спилита, прилегающая непосредственно к полостям подушек, имеет зеленую окраску.

Одна спилитовая подушка с внутренним кварц-эпидотовым материалом, диаметром в 80 см, имеет внутреннюю полость удлинненно-эллипсоидальных очертаний. Длинная ось полости — 35 см, а короткая — 8 см. Ее подошвенная зона мощностью 0,8 см представлена тонкозернистым кварц-эпидотовым материалом, имеющим резкие контакты с вмещающей средой. Далее к центру полости следуют зоны молочно-белого кварца мощностью 4 см и длиной 33—35 см. В кварцевой массе встречаются более или менее изометричные кристаллы светло-зеленого эпидота, занимающие до 15% объема зоны. Размеры минералов меняются от долей мм до 0,9 мм. Снизу вверх количество и величина эпидотов заметно уменьшается, и порода в верхней половине зоны становится в основном кварцевой. Далее следует тонкая (8 мм) полоска молочно-белого безрудного кварца с хорошо развитыми кристалликами горного хрусталя. Затем следует полость «мощностью» в 2 см, длиной 32 см.

Приведенные результаты химических и спектральных анализов проб между буро-красными и молочно-белыми кальцитами (табл. 1, пр. 1), а также пробы из-под хрусталеносной зоны (табл. 2, пр. 1) показывают, что эти породы являются своеобразными как в петрохимическом, так и в минералогическом отношении. Бросается в гла-

Таблица 1

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Σ
1	14,03	не обн.	2,21	2,44	0,54	С.Л.	1,43	44,69	0,80	не обн.	0,07	С.Л.	не обн.	0,02	34,60
2	80,08	"	6,46	2,28	0,72	не обн.	0,29	6,87	С.Л.	"	не обн.	С.Л.	"	0,03	3,22
3	1,89	"	0,26	0,40	не обн.	0,14	0,69	53,90	не обн.	"	"	не обн.	"	0,10	42,45

1 — кальцит бурый, 2 — кварц молочно-белый с эпидотами, 3 — кальцит молочно-белый (1—3 — из внутренних полостей подушек)

Таблица 2

№ п/п	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	Sn	Ga	Jb	Mn	As	W
1	0,002	0,002	0,005	0,015	0,003	0,008	не обн.	0,00001	не обн.	0,0001	0,0007	0,0001	0,03	не обн.	не обн.
2	0,0006	0,0006	0,004	0,003	0,0001	0,005	"	не обн.	"	не обн.	0,0002	не обн.	0,03	"	"
3	0,0003	0,0004	0,004	не обн.	0,0006	0,007	"	"	0,003	"	0,0005	"	не обн.	"	"
4	0,0001	0,0001	0,001	"	0,0003	0,01	"	0,00001	"	"	0,0003	"	"	"	0,0001
5	0,0015	0,0015	0,006	0,001	0,0015	0,007	"	"	0,003	"	0,00-8	0,0001	0,03	"	"
6	0,004	0,0001	0,004	0,03	не обн.	0,005	0,002	"	0,003	0,0001	0,0001	не обн.	"	"	"
7	0,002	0,003	0,007	0,003	0,0001	0,008	0,0002	"	0,07	0,001	0,005	0,0002	"	"	"
8	0,01	0,0035	0,03	0,02	0,0001	0,015	0,0006	"	0,035	0,0002	0,004	0,0003	"	"	"

1 — кальцит молочно-белый из полости подушки, 2 — спилит из той же подушки, 3—5 — кварц-эпидотовая порода, 6 — кальцит молочно-белый, 3—6 — из полостей подушек, 7 и 8 — спилиты из тех же подушек.

за, что по набору и содержанию малых элементов эти интересные образования заметно не отличаются от вмещающих спилитов (табл. 2).

Таким образом, во внутренних полостях спилитовых подушек в зависимости от состава материала, давления и температуры выделялось несколько ассоциаций минералов. Согласно спектральным анализам как внутренних образований полостей спилитовых подушек, так и сами подушек, в них содержится почти один и тот же набор малых элементов. Этот факт доказывает, что источником материала для становления образований во внутренних полостях подушек были сами спилиты (точнее, подушки спилитов).

Детальное изучение этих вторичных образований интересно тем, что подушечные тела являются замкнутыми образованиями и происходившие в них процессы протекали в определенной физико-химической обстановке и поэтому могут рассматриваться как критерии для объяснения сложных вопросов петро-, минера- и рудогенеза.

ПО «Грузгеология»

(Поступило 23.9.1991)

გეოლოგია

ა. გავაშელი, თ. კოპაძე

საქართველოს სპილიტური პილოუ-ლავების შიგა სიცარილეების
 მინერალოგიური წარმონაქმნები

რეზიუმე

მოცემულია სპილიტური პილოუ-ლავების შიგა სიცარილეებში არსებული წარმონაქმნების პეტროლოგიური აღწერა.

GEOLOGY

A. GAVASHELI, T. KOPADZE

THE MINERAL FORMATION OF THE CAVITIES OF THE
 SPILITE PILLOW LAVAS OF GEORGIA

Summary

The petrological description of the mineral formation is presented.

А. Н. АХВЕДИАНИ

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРЕДЕЛЬНОГО АНАЛИЗА
 ПЛАСТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ СЛОЖНОМ
 НАГРУЖЕНИИ

(Представлено академиком Э. А. Сехинашвили 24.10.1991)

Рассматривается случай сложного нагружения пластических сооружений. Переменная часть нагрузки представлена совокупностью n групп сил, пропорциональных параметрам нагружения $p_i \geq 0$ ($i=1, \dots, n$). Предполагается, что процесс нагружения квазистатический и однократный. Постоянная часть нагрузки является по отношению к сооружению статически, но не кинематически, допустимой. В соответствии с [1], сооружение рассматривается как совокупность пластических элементов с выпуклыми условиями текучести.

Ресурс несущей способности сооружения оценивается суммарным объемом переменной части нагрузки:

$$V = \sum_{i=1}^n \beta_i p_i, \quad \beta_i > 0, \quad (1)$$

где β_i — объем эпюры нагрузки при $p_i = 1$.

Под максимумом ресурса несущей способности будем понимать максимальное значение V , при котором сооружение может быть прочным, под минимумом — минимальное значение V , при котором возможно пластическое течение сооружения.

С учетом [2] под эксплуатационной областью значений параметров переменной части нагрузки будем понимать ориентированный по направлению координатных осей n -мерный гиперпараллелепипед в неотрицательном ортанте E_+^n пространства параметров нагружения, одна вершина которого совпадает с началом координат, а каждой точке соответствует статически допустимое состояние сооружения.

Рассматриваемые ниже задачи предельного анализа пластических сооружений решаются на основе следующей задачи выпуклого программирования:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i p_i \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$p_{i, \min} \leq p_i \leq p_{i, \max}, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{it} p_i + \sum_{q=1}^Q b_{iq} R_q = d_t; \quad t = 1, \dots, T, \quad (4)$$



$$g_j(R_1, \dots, R_2) \leq c_j \quad j = 1, \dots, J,$$

где $\beta_i, a_{ij}, b_{ij}, d_i, c_j$ — числовые коэффициенты, R_q — скаляры реакций связей, равенства (4) выражают условия равновесия сооружения, неравенства (5) — выпуклые условия текучести.

Одна из экстремальных задач заключается в определении максимума ресурса несущей способности сооружения, что соответствует задаче определения оптимальной конфигурации нагрузки [3]. При этом в выражении (3) следует положить $p_{i^* \min} = 0, p_{i^* \max} = \infty$.

В задаче о нахождении минимума ресурса несущей способности сооружения (задача о невыгодном нагружении) поступаем следующим образом. Сначала для каждого $i=1, \dots, n$, решаем задачу (2)–(5), полагая, что

$$\forall k \neq i : p_k = 0; p_{i^* \min} = 0, p_{i^* \max} = \infty.$$

Оптимальное значение целевой функции на каждом i -м шаге обозначим через V_{i^*} , а соответствующее ему значение i -го параметра нагрузки — через p_{i^*} . Искомое значение V_{\min} определяется выражением

$$V_{\min} = \min \{V_{i^*}\}.$$

В задаче оптимизации эксплуатационной области параметров нагружения в соответствии с критерием (2) полагаем, что значения параметров нагружения, соответствующие оптимальному решению, не должны быть меньше некоторых наперед заданных величин p_{i0} . Эта задача решается также с помощью системы (2)–(5), где $p_{i^* \min} = p_{i0}, p_{i^* \max} = p_{i^*}$. В результате решения поставленной задачи получим оптимальные интервалы $[0; p_{i^*}]$ изменения параметров нагрузки, в пределах которых любое их сочетание является статически допустимым.

В качестве примера рассмотрим двухпараметрическое нагружение вертикального железобетонного стержня (рис. 1,а,б), где

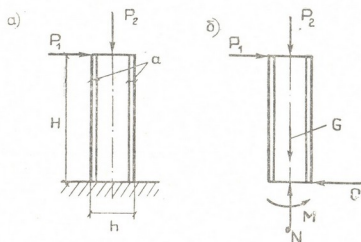


Рис. 1. К оценке ресурса несущей способности вертикального железобетонного стержня при двухпараметрическом нагружении

P_1 и P_2 — горизонтальная и вертикальная силы. В рассматриваемом примере выражения (2)–(5) примут следующий вид:

$$P_1 + P_2 \rightarrow \max, P_{1^* \min} \leq P_1 \leq P_{1^* \max}, P_{2^* \min} \leq P_2 \leq P_{2^* \max}.$$



$$P_1 - Q = 0, P_2 - N + G = 0, HP_1 - M = 0, Q \leq Q_{\max}$$

$$N \leq N_{\max}, \frac{0,5}{R_b} N^2 - 0,5 hN + M \leq R_s A_s (h - 2a),$$

где последние три соотношения представляют собой условия прочности рассматриваемого железобетонного стержня, R_b — расчетное сопротивление бетона сжатию, R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению и сжатию, A_s — площадь арматуры в расчете на 1 п. м., a — защитный слой арматуры.

В качестве исходных данных примем:

$$H = 2 \text{ м}, h = 0,3 \text{ м}, a = 0,01 \text{ м}, A_s = 0,006 \text{ м}^2, G = 1,47 \times 10^4 \text{ Н},$$

$$R_b = 1,666 \cdot 10^7 \text{ Па}, R_s = 2,205 \cdot 10^7 \text{ Па}, N_{\max} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ Н},$$

$$Q_{\max} = 1,975 \cdot 10^6 \text{ Н}.$$

Применяя рассмотренную выше методику, получаем:

— в задаче оценки максимума ресурса несущей способности $V_{\max} = 2,797 \cdot 10^6 \text{ Н}$, $P_1 = 1,116 \cdot 10^5 \text{ Н}$, $P_2 = 2,686 \cdot 10^6 \text{ Н}$;

— в задаче о невыгодном нагружении $V_{\min} = 1,96 \cdot 10^4 \text{ Н}$, $P_1 = 1,96 \cdot 10^4 \text{ Н}$, $P_2 = 0$;

— в задаче оптимизации эксплуатационной области параметров нагружения оптимальными являются интервалы $P_1 \in [0, 1,96 \cdot 10^4 \text{ Н}]$, $P_2 \in [0, 2,686 \cdot 10^6 \text{ Н}]$, а соответствующее им значение ресурса несущей способности равно $V_{opt} = 2,705 \cdot 10^6 \text{ Н}$.

Академия наук Грузии
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило 6.2.1982)

საშენობლო მეცნიერება

ა. ახვლედიანი

პლასტიკური ნაგებობების ფორმული ანალიზის ექსტრემალური ამოცანები რთული დატვირთვის პირობებში

რეზიუმე

მოცემულია პლასტიკური ნაგებობების მზიდუნარიანობის მარაგის მინიმუმის და დატვირთვის პარამეტრების ოპტიმალური საექსპლუატაციო არის განსაზღვრის მეთოდიკა რთული დატვირთვის შემთხვევისათვის.

STRUCTURAL MECHANICS

A. AKHVLEDIANI

EXTREME PROBLEMS OF THE LIMIT ANALYSIS OF FLEXIBLE STRUCTURES UNDER COMPLEX LOADING

Summary

The technique of the assessment of the minimum resource of the carrying capacity of flexible structures is given along with optimization of the operational field of values of load parameters under complex loading.

ლიტერატურა — LITERATURE — REFERENCES

1. А. А. Гвоздев. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. М., 1949.
2. Н. В. Ахвледиани. Сб. «Строительная механика пространственных конструкций», вып. 4. Тбилиси, 1976.
3. А. А. Чирас. Теория оптимизации в предельном анализе твердого деформируемого тела. Вильнюс, 1971.

К. С. БЕРДЗЕНИШВИЛИ, Г. Ш. ДАРСАВЕЛИДZE, М. Г. КEKVA,
Л. Л. ГАВРИЧИДZE

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ НА ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО МЫШЬЯКОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цагареншвили 21.12.1991)

Методы акустической спектроскопии, в частности метод внутреннего трения, с высокой точностью регистрируют в объеме и на поверхности кристаллических материалов тонкие структурные изменения, обусловленные миграцией дефектов. В связи с этим представляют интерес исследования реальной структуры монокристаллического чистого и легированного мышьяком кремния, подвергнутого окислительному воздействию водного раствора NaCl при температуре 80°C в течение 500 часов.

Исследовались образцы, характеристики которых до и после окисления приведены в таблице по плоскости (111). Измерения проводились в диапазоне частоты 0,5—5 Гц крутильных колебаний и температуры 20—700°C. Исследование микроструктуры чистого и легированного монокристаллов кремния до окисления показало, что легирование мышьяком заметно повышает плотность дислокаций в кремнии. Окисление не вызывает заметного изменения дислокационной структуры экспериментальных образцов по плоскости (111).

В температурном спектре внутреннего трения окисленного монокристаллического, нелегированного кремния были обнаружены максимумы при температурах 100, 300, 390, 480—500 и 690°C (рис. 1, кр. 1).

В окрестности максимумов внутреннее трение зависит от амплитуды колебаний и критическая амплитуда начала возрастания интенсивности затухания колебаний уменьшается по мере увеличения температуры наблюдения максимумов. Отмеченные особенности характерны для релаксационных процессов, протекающих при участии дислокаций. При повторном измерении спектра внутреннего трения $Q^{-1}(T)$ максимумы значительно понижаются. Это, видимо, связано с термической нестабильностью релаксационных процессов. Аномально большая интенсивность указывает на высокую концентрацию дефектов, а нестабильность релаксационных процессов свидетельствует об их реализации в областях, прилегающих к поверхности образца.

По методу фиксированной температуры [1] были оценены величины энергии активации релаксационных процессов. Расчеты показали, что энергия активации для максимумов при температурах 100, 300, 380, 480—500 и 650°C равна 0,8; 1,4; 1,6; 1,9 и 2,1 эВ соответственно.



Были также рассчитаны значения частотных факторов релаксации: $1 \cdot 10^{14}$, $4 \cdot 10^{14}$, $5 \cdot 10^{13}$, $6 \cdot 10^{12}$ и $5 \cdot 10^{13} \text{с}^{-1}$. Видно, что частотные факторы релаксации близки к величине 10^{14}с^{-1} , характерной для миграции точечных дефектов в кристаллической решетке. Таким образом, приходим к выводу, что в релаксационных процессах рассеяния колебаний, наряду с дислокациями, принимают участие точечные дефекты (вакансии, атомы примесей), взаимодействующие с дислокациями.

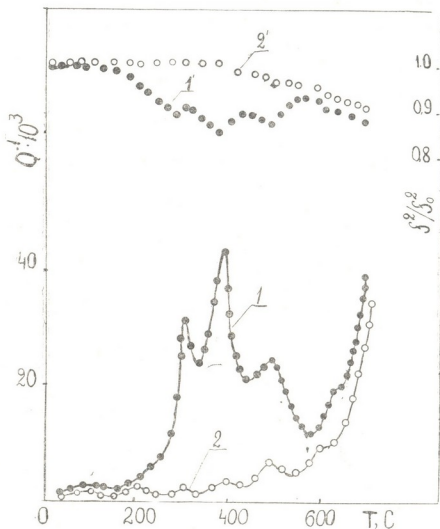


Рис. 1. Температурный спектр внутреннего трения $Q^{-1}(T)$ и относительного модуля сдвига $I^2/I_0^2(T)$ кремния, окисленного в водном растворе NaCl: 1, Q^{-1} и I^2/I_0^2 при первом измерении; 2, Q^{-1} и I^2/I_0^2 после выдержки при 700°C 0,5 часа

После выдержки при 700°C в течение 0,5 часа наблюдается значительно пониженный фон внутреннего трения с небольшим максимумом в интервале температур $20\text{--}600^\circ\text{C}$ (рис. 1, кр. 2). Выше 650°C сохраняется прежний наклон кривой $Q^{-1}(T)$, что свидетельствует о наличии повышенной термической стабильности дефектов, ответственных за существование высокотемпературного фонового внутреннего трения. Расчет по величине тангенса угла наклона кривой $\ln Q^{-1}(1/T)$, построенной в интервале $600\text{--}750^\circ\text{C}$, дает для энергии активации фона внутреннего трения величину 1,85 эВ. Учитывая амплитуду колебаний, характерную для миграции точечных дефектов, можно предположить, что в данном случае речь идет о миграции вакансий или атомов примесей.

литудно-зависимый характер, полагаем, что его происхождение связано с процессами перемещения дислокаций в объеме образца.

В первом эксперименте было выявлено аномальное уменьшение динамического модуля сдвига при температуре релаксационных максимумов внутреннего трения (рис. 1, кр. 1). Наименьшее понижение модуля сдвига наблюдалось в районе интенсивного максимума при 390°C. Между интенсивностью максимума и степенью релаксации

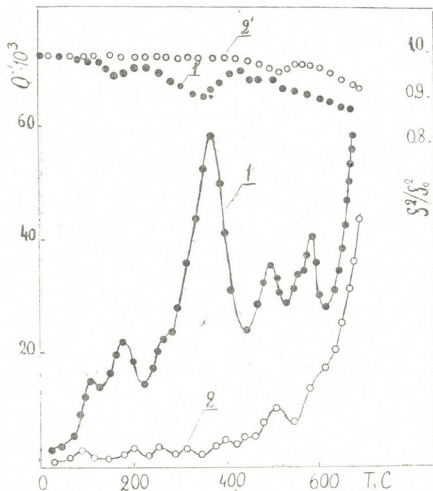


Рис. 2. Внутреннее трение $Q^{-1}(T)$ и относительный модуль сдвига $f^2/f_0^2(T)$ окисленного кремния, легированного мышьяком: 1, 1¹— Q^{-1} и f^2/f_0^2 при первом измерении; 2, 2¹— Q^{-1} и f^2/f_0^2 после выдержки при 700°C 0,5 часа

реализовано неравенство $\Delta G/G < 2Q_{max}^{-1}$. Это означает, что в этой области температур на релаксационный процесс накладывается блокирование перегибов и отрезков на дислокациях диффундирующими точечными дефектами, которые вызывают динамическое механическое упрочнение исследуемого образца. Это отчетливо выражается в области 400—500°C. В указанной области температур завершается образование термически стабильных донорных кислородных комплексов SiO_4^- [2—4], часть которых, располагаясь вблизи ядер дислокаций, в состоянии сильно ограничивать их подвижность. При кратковременном отжиге резкое подавление рассмотренных процессов механической релаксации объясняется стабилизацией реальной структуры в припо-

верхностных областях образца, обогащенных поверхностными структурными дефектами.

Кремний, легированный мышьяком, в окисленном состоянии характеризуется широкой, интенсивной полосой поглощения энергии механических колебаний (рис. 2). В его температурном спектре внутреннего трения на частоте колебаний 3,5 Гц обнаружены максимумы в области температур 130, 180, 280, 380, 500 и 590°C (рис. 2, кр. 1). Расчеты по методу фиксированной температуры показали, что обнаруженные максимумы характеризуются значениями энергии активации 0,9; 1,15; 1,30; 1,45; 1,70 и 2,0 эВ соответственно. Соответствующие частотные факторы релаксации равны $1 \cdot 10^{14}$, $3 \cdot 10^{14}$, $5 \cdot 10^{14}$, $5 \cdot 10^{12}$, $2 \cdot 10^{13}$ и $8 \cdot 10^{13}$ с.

Легированный монокристаллический кремний характеризуется пониженными значениями активационных параметров для максимумов, обнаруженных при 380, 500 и 590°C. Наблюдаемое различие энергии активации связано с понижением энергетического барьера для миграции структурных дефектов. В свою очередь, понижение потенциально-го барьера обуславливается резким увеличением упругих деформаций в окрестности легирующего элемента и в особенности значительным возрастанием концентрации доноров, ослабляющих электрическое взаимодействие дислокаций с точечными центрами закрепления.

В легированном кремнии окисление вызывает значительное увеличение интенсивности максимумов в интервале 20—250°C, в котором обычно проявляются релаксационные процессы вследствие миграции одиночных вакансий, их комплексов, а также объединений вакансия-атом кислорода [3]. Полагаем, что легирующие элементы неравномерно распределяются в объеме и вблизи ядер дислокаций. Соответственно возникают неоднородные внутренние напряжения, способствующие ускорению диффузии кислорода вдоль ядер дислокаций. Дальнейшее образование и удаление с поверхности метастабильных кислородных комплексов вызывают обогащение вакансиями деформированных областей. Ими и их простыми комплексами с кислородом, диффундирующим из объема в направлении к поверхности образца, происходит значительное размножение центров релаксации, в результате которого сильно возрастает интенсивность внутреннего трения в области 20—250°C.

Повышение концентрации точечных дефектов обуславливает более эффективное вторичное закрепление дислокаций, оторвавшихся от подвижных дефектов в поле механического напряжения. Такая одновременная миграция дислокаций и точечных дефектов, сопровождаемая закреплением дислокаций в новом положении в интервале 400—500°C, вызывает заметное увеличение динамического модуля сдвига (рис. 2, кр. 1).

Активационные параметры (температура, энергия активации, частотный фактор) максимумов, обнаруженных выше 400°C, близки с характеристиками максимумов, обусловленных миграцией перегибов на невинтовых и винтовых дислокациях в невидимых кристаллах кремния [5].

Академия наук Грузии
 Институт металлургии
 им. Ф. Н. Тавадзе

(Поступило 18.12.1991)

მეტალურგია

ბ. ბერძენიშვილი, გ. დარსაველიძე, მ. კეკუა, ლ. გაბრიჩიძე

დაჟანგვის გავლენა დარიჟხანით ლეგირებული სილიციუმის
 მონოკრისტალების შინაგან ხანუნზე

რეზიუმე

დადგენილ იქნა, რომ NaCl-ის წყალხსნარში დაჟანგვის შედეგად სილიციუმის ლეგირებულ მონოკრისტალში 20—300° ინტერვალში მკვეთრად იზრდება რელაქსაციური პროცესების ინტენსიურობა. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ აქტიურ გარემოში ადგილი აქვს ჟანგბადის დიფუზიას ზედაბირის მიმართულებით, მათი არასტაბილური კომპლექსების წარმოშობასა და აორთქლებას. ამის შედეგად კრისტალის მოცულობაში მრავლდება რელაქსაციის წყაროები — ვაკანსიები და მათი კომპლექსები.

METALLURGY

K. BERDZENISHVILI, G. DARSVELIDZE, M. KEKUA, L. GABRICHIDZE

OXIDATION INFLUENCE ON INTERNAL FRICTION OF SILICON MONOCRYSTALS DOPED BY ARSENICUM

Summary

It was ascertained that the relaxation processes in doped silicon monocrystals oxidized in NaCl water solutions, are drastically increased in 20—300 °C temperature interval. It is supposed that this phenomenon may be connected with the motion of vacancies and their complexes that may be created after oxygen diffusion in doped silicon and disintegration of their unstable complexes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Постников. Внутреннее трение в металлах. М., 1974.
2. Ф. Н. Комалева, В. Н. Моркович, Э. М. Темпер, В. А. Харченко. ФТП, т. 10, вып. 2, 1976, 320—323.



3. М. Г. Кекуа, Т. З. Мухранели, Л. Л. Габричидзе, Г. Ш. Дарсавелидзе. В кн.: «Исследование и применение твердых растворов германий-кремний». Баку, 1990, 107—112.
4. М. Г. Кекуа, Н. У. Гамкрелидзе, Л. Л. Габричидзе. В кн.: «Исследование и применение твердых растворов германий-кремний». Баку, 1990, 78—84.
5. С. А. Антипов, В. И. Белявский, А. И. Дрожжин. ФТТ, т. 24, № 11, 1982, 3268—3272.



ბ. ბაგვა, ვ. გოგიტიძე

ბამბის მოყვანის აბროკალიმატური პირობები საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. ჯაოშვილმა 28.2.1992)

ბამბა საქართველოში ძველთაგანვე ცნობილი კულტურაა. ამიერკავკასიაში იგი XIII საუკუნეში ირანიდან შემოიტანიათ და საქართველოშიც გავრცელებულა. მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში ბამბა ითესებოდა გარდაბნისა და მარნეულის რაიონებში, მდ. ივრისა და ალაზნის ნაპირებზე [1]. დაახლოებით იგივე რეგიონებს მიუთითებს ვახუშტიც [2]. ჩვენი საუკუნის 40-იან წლებში შეწყვიტეს ბამბის მოყვანა და დაიწყეს მისი შემოზიდვა შუა აზიის რესპუბლიკებიდან. ამჟამად ჩვენთან არსებობს ბამბის მრეწველობის მძლავრი საწარმოები, რომელთა დასატვირთავად საკუთარი ნედლეული არ გაგვანია. შემოტანა კი საკმაოდ ძვირი ჯდება. ამიტომ ისმება კითხვა საკუთარი სანედლეულო ბაზის საჭიროებაზე.

ბამბა ერთ-ერთი ძვირფასი ტექნიკური კულტურაა. იგი იძლევა ბოჭკოს და ზეთს; გარდა ამისა, მისგან ლეზულობენ 200-მდე დასახელების პროდუქტს: თესლისაგან, გარდა ზეთისა, იწარმოება მარგარინი, გლიცერინი, კოპტონი; მრეწველობის ნარჩენებისაგან — საიზოლაციო მასალა, ცელულოზა, სპირტი, ლინოლეუმი, ლაქები, საღებავები, კინოფირი და სხვ. ფოთლებისაგან ამზადებენ ორგანულ მკვებებს. ბამბის ღეროები გამოიყენება საწვავად; ამასთან, მისგან ამზადებენ ქაღალდს, მუყაოს და სხვ. გარდა ამისა, ბამბა თაფლოვანი მცენარეცაა [1, 3].

1 ც ხაში ბამბა გვაძლევს 32 კგ ბოჭკოს და 65 კგ თესლს. 1 კგ ბოჭკოსაგან შეიძლება დამზადდეს 20 მ თეთრეულის ქსოვილი, 12 მ ჩითი ან 50 კოჭის ძაფი. 1 ც ბამბის თესლისაგან შეიძლება 17—19 კგ ზეთის და 40—48 კგ კობტონის მიღება. 1 ათას ჰა-ზე წარმოებული ბამბისაგან (30 ც/ჰა საშუალო მოსავლიანობის პირობებში) შეიძლება მივიღოთ 2 მილიონი მ საკაბე ქსოვილი და 15—20 ათასი კაცისათვის წლის განმავლობაში საკმარისი ზეთი [1, 3].

ბამბის სამშობლო ინდოეთია. მისი ყველაზე მეტი სათესი ფართობები არის აზიასა და ოკეანეთში, მომდევნო ადგილი უკავია ჩრდილოეთ და ცენტრალურ ამერიკას, შემდეგ მოდის აფრიკა, სამხრეთი ამერიკა და ევროპა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მისი მწარმოებელი რესპუბლიკებია: უზბეკეთი, ტაჯიკეთი, ყირგიზეთი, ყაზახეთი, აზერბაიჯანი და თურქმენეთი [3].

ბამბის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ჯიშების მიხედვით განსხვავებულია. დათესვიდან კოლოფების მომწიფებამდე პერიოდში საადრეო ჯიშებს ესაჭიროება 100-მდე დღე, ხოლო საგვიანობებს — 130—145 დღე და მეტი [3].

ბამბა სავეგეტაციო პერიოდისა და მისი ცალკეული ფაზების გასაველეად, ჩრდილოეთ კავკასიის პირობების მაგალითზე [4], საჭიროებს:



დათვისიდან აკოკრებამდე 56—68 დღეს,
აკოკრების დასაწყისიდან ყვავილობის დასაწყისამდე 28—30 დღეს,
ყვავილობის დასაწყისიდან კოლოდების გახსნის დასაწყისამდე—55 დღეს.

სულ სავეგეტაციო პერიოდში 139—163 დღეს.

ბამბა სითბოს მოყვარული მცენარეა. დადგენილია, რომ მისი თესვა სასურველია მოხდეს მას შემდეგ, რაც ნიადაგის ტემპერატურა 10 სმ სიღრმეზე მიაღწევს საშუალოდ 12°-ს, რაც ემთხვევა ჰაერის საშუალო დღელანური ტემპერატურის 15°-ზე მდგრად გადასვლას. ასეთ ტემპერატურულ პირობებში მისი აღმოცენი გამოჩნდება 15—20 დღის შემდეგ. 20—25°-ის პირობებში კი თესვის აღმოცენება 6—10 დღეში ხდება. განვითარების პირველ ფაზაში (აკოკრებამდე) მცენარეს სითბოსადმი დიდი მოთხოვნა გააჩნია; ამ პერიოდში მისთვის ხელსაყრელია 25—30°. მგრძნობიარეა შემოდგომის წაყინების მიმართ: —3, —4° წაყინვისას მცენარე სიცოცხლეს წყვეტს [3].

ბამბა საკმაოდ გვალვაგამძლე მცენარეა. თუმცა, გვალვიან რაიონებში მაღალ მოსავლის მისაღებად საჭიროა დამატებით წყლის მიწოდება. თესვით თესვის შემთხვევაში, ივითარებს მძლავრ ლერძულა ფესვს, რომელიც ნიადაგში აღწევს 1,5—2,0 მ-მდე სიღრმეს. ჰორიზონტალური მიმართულებით კი მისი ფესვები ვრცელდება 1 მ-მდე. ასეთი მძლავრი ფესვთა სისტემა ხელს უწყობს ბამბის გვალვაგამძლეობას [5].

გამოკვლევებით [3] დამტკიცებულია, რომ ბამბის მოთხოვნილება წყალზე შეადგენს 8 ათას კუბ. მ ჰა-ზე, რაც შესაბამება 800 მმ ნალექს. ბამბა წყლის ნაღებობისადმი ყველაზე მეტი მგრძნობიარეა „კრიტიკულ“ პერიოდში. „კრიტიკულად“ ითვლება აკოკრების წინა პერიოდი, ე. ი. რეპროდუქტიული ორგანოების ფორმირების ფაზა, რაც აკოკრებას დაახლოებით ერთი კვირით უსწრებს. ამ ფაზაში მცენარე ხარჯავს ყველაზე მეტ საკვებ ნივთიერებებს და ამიტომ ესაჭიროება შეუფერხებლად წყლის მიწოდება. აღნიშნულ ფაზაში ნიადაგის სინოტივე უნდა შეადგენდეს მთელი ტენტევალობის 60—70%-ს.

ბამბა ნიადაგის მიმართ არ ხასიათდება განსაკუთრებული მოთხოვნილებით. მეზამბეობის რაიონებში იგი მოჰყავთ თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგებზე.

ბამბის სადრეო ჯიშებიდან გავრცელებულია: შრედერი 1306, ჰიონერი 915, ოდესის 1, 20042, 661-ბ, დ-18, რომელთა ბოჭკოს სიგრძე აღწევს 31 მმ-ს. აღნიშნული ჯიშების გავრცელება შეიძლება შედარებრთ გრილ რაიონებში.

საშუალო ჯიშებია: ნაგროკი 8517 და ამიერკავკასიაში გავრცელებული № 700, რომელთა ბოჭკოს სიგრძე 33—34 მმ-ია.

საგვიანო ჯიშებია: ც 460 და აზერბაიჯანში გავრცელებული ჯიში 486-2, რომელთა ბოჭკოს სიგრძე 40 მმ-მდეა [5].

არსებობს ბამბის მოყვანის ორი მეთოდი: უშუალოდ მინდორში თესვით და ჩითილების დარგვით. ჩითილების მეთოდს მიმართავენ შედარებით გრილ რაიონებში, ჩითილების გამოყვანა უნდა მოხდეს სათბურში. ამ მიზნით სათბურში ბამბას თესენ თებერვლის ბოლოს, ხოლო აპრილის ბოლოს 4—6 ფრთლის ფაზაში უნდა გადაიარვას ღია გრუნტში.

ქვემოთ მოგვყავს ცხრილის სახით იმ რეგიონებში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების სია, სადაც ვთავაზობთ ბამბისათვის სათესი ფართობების შერჩევას. მოცემულ სადგურებზე 15°-ზე მაღალი ტემპერატურათა ჯამები 3200°-ს აღემატება, ხოლო აღნიშნულ მაჩვენებელზე მაღალი ტემპერატურის პერიოდის ხანგრძლივობა 150 დღეს აღემატება, რაც სავსებით საკმარისია ბამბის საგვიანო ჯიშებისთვისაც. ჩითილების მეთოდით სადრეო ჯიშების მოყვა-



ნის — საფუძველზე, შესაძლებელია საგრძნობლად გაიზარდოს ბამბის გავრცელების არელები შედარებით გრილ რაიონებში.

ბამბის მოყვანა შესაძლებლად მიგვაჩნია დასავლეთ საქართველოშიც. კერძოდ, ამ მიზნით ნაკვეთები უნდა შეირჩეს იმერეთის ბარის ზონაში (სამტრედიის, ზონის, ქუთაისის და ზესტაფონის რაიონები).

ბამბის კულტურის შესაძლებელი გავრცელების რაიონების ზოგიერთი აგროკლიმატური მაჩვენებელი

მეტეოროლოგიური სადგური	15°-ზე ზემოთ			ატმ. ნალექების V—X-ის ჯამი, მმ
	გადასვლის თარიღი	პერიოდის ხანგრძლივობა, დღ	ტემპერატურათა ჯამი	
გარდაბანი	30. IV	163	3550	260
მარნეული	3. V	157	3260	300
რუსთავი	2. V	163	3530	260
ორბულანო	6. V	153	3170	350
ალაზანი	30. IV	168	3630	440
წნორი	27. IV	170	3650	390
სამტრედია	27. IV	179	3700	660
ზონი	27. IV	178	3650	890
ქუთაისი	28. IV	179	3700	670
საქარა	28. IV	173	3620	510

ზემოაღნიშნულ რეგიონებში (ცხრ.) საშუალო დღედიამური ტემპერატურის 15°-ზე გადასვლა აღინიშნება აპრილის ბოლოს — მაისის დასაწყისში; ბამბის თესვაც მაისის დასაწყისში უნდა ჩატარდეს. აკოკრება და ყვავილობა მოხდება ივლისში, რომლის საშუალო ტემპერატურა 23—25°-ის ფარგლებშია, რაც ხელსაყრელ ეკოლოგიურ პირობებს შეუქმნის ბამბას. კოლოფების მომწიფება მოხდება სექტემბერ-ოქტომბერში. ამ თვეების საშუალო ტემპერატურა 12—15°-ზე მაღალია, რაც საყვებით საკმარისია კოლოფების მოსამწიფებლად.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბამბისათვის ნაკვეთები უნდა შეირჩეს დასავლეთ საქართველოს — იმერეთის ბარის ზონაში და აღმოსავლეთ საქართველოს შემდეგ რეგიონებში: გარდაბნისა და მარნეულის რაიონებში, მდ. მდ. ივრისა და ალაზნის ქვემო წელის ნაპირებზე. ამასთან, დასავლეთ საქართველოს აღნიშნულ რეგიონში ბამბა შეიძლება მოყვანილ იქნეს მორწყვის გარეშე. აღმოსავლეთ საქართველოს ზემოაღნიშნულ რეგიონებში კი ბამბის სავეგეტაციო პერიოდში მოსალოდნელია საშუალოდ 260—440 მმ ნალექის მოსვლა, ნალექების ეს რაოდენობა არ არის საკმარისი ბამბის მორწყვის გარეშე მოსაყვანად; ამიტომ საჭირო იქნება დამატებით წყლის მიწოდება 3,6-დან 5,4-მდე ათასი კუბ. მ ჰა-ზე მოცულობით. აღმოსავლეთ საქართველოს აღნიშნულ რეგიონებში, კერძოდ, მდ. ალაზნის დაბლობსა და ქვემო ქართლის ბარის ზონაში შესაძლებელია გაძნელებულ ნაკვეთების შერჩევა, ვაზით მათი გადატვირთვის გამო. მაგრამ აღნიშნული რეგიონის ვენახები ძირითადად ორდინალური ღვინოების მწარმოებელია. საქართველოს მცირემიწიანობის პირობებში კი ორდინალური ღვინოების მწარმოებისათვის დიდი ფართობების ვაზით მოცდენა მიზანშეწონილად არ მიგვაჩნია. აღნიშნულ რეგიონში საჭიროდ მიგვაჩნია ვაზის ნაცვლად ბამბისა და ბრინჯის კულტურების გავრცელება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 2.3.1992)



Г. И. ГАГУА, В. М. ГОГИТИДЗЕ

 АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
 ХЛОПЧАТНИКА В ГРУЗИИ

Резюме

В Грузии возможно выращивание хлопчатника и притом весьма успешно. Посевные площади для хлопчатника могут быть подобраны в наиболее теплых регионах: в районах равнинных зон Имерети, Нижней Картли и низовья р. Алазани. В указанных регионах для хлопчатника будут обеспечены благоприятные агроклиматические условия.

PLANT GROWING

G. GAGUA, V. GOGITIDZE

AGROCLIMATIC CONDITIONS OF COTTON GROWING IN GEORGIA

Summary

There is the possibility of successful cotton growing in Georgia. Sowing areas can be selected in warmer regions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. ჯაფარიძე. ტექნიკური კულტურები. თბილისი. 1971.
2. ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა. თბილისი, 1941.
3. Справочник по хлопководству. Ташкент, 1965.
4. И. В. Якушкин. Растениеводство. М., 1947.
5. А. С. Кружилин. Биологические особенности орошаемых культур. М., 1951.

6. ზაზანაშვილი

სუბალპური ველები ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიონზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნახუციშვილმა 11.2.1992)

ვეყრდნობით რა ველის, (სტეპის) — როგორც მცენარეულობის ტიპის — კლასიკურ განსაზღვრებას [1], ველები კავკასიონის, კერძოდ კი. მისი ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთის, სუბალპური სარტყლის მცენარეულობის ეკოლოგიური სპექტრის თვისობრივ კომპონენტად მიგვაჩნია. ხსენებული რეგიონის სუბალპური სარტყლის ქვედა სართულზე ატმოსფერული ნალექების საშუალო წლიური მაჩვენებელი მეტწილად 800 მმ-ზე ნაკლებია, ალაგ-ალაგ 550—600 მმ-მდე ეცემა და სტეპური განოტივების — ბარის პირობებისთვის დადგენილ — ზედა ზღვარს უახლოვდება. ამასთან, კავკასიის მთაში აღმოსავლეთისა და სამხრეთის ექსპოზიციების ფერდობებზე, რომელთა დახრის კუთხე 30°-ზე მეტია — ანუ მაღალმთის ველების ადგილსამყოფელზე — სხვა ბიოტოპებთან შედარებით, მზის პირდაპირი რადიაციის გაცილებით მეტი ოდენობა მოდის [2]. გარდა ამისა, ციკაბო ბიოტოპებს წყლის შეკავების ნაკლები უნარი ახასიათებს. ამდენად, უეჭველია, რომ ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიონის სუბალპური სარტყლის სამხრეთ და აღმოსავლეთ ციკაბო ფერდობთა ადგილსამყოფელისათვის სტეპური განოტივების ზედა ზღვარი 500 მმ-ზე მნიშვნელოვნად მაღალ მაჩვენებელს მიესადაგება და აქ ველების არსებობა ბუნებრივი მოვლენაა.

კავკასიონის სუბალპური სარტყლის ველების შესახებ სპეციალური ნაშრომი დღემდე არ გამოქვეყნებულა. ჩვენ ხელთა გვაქვს 1981—1990 წლებში თუშეთში, პირიქით ხევსურეთსა და ხევში შესრულებული 180-მდე გეობოტანიკური აღწერა, სადაც სუბალპური სარტყლის ველების თავისებურებებია ასახული.

კვლევის რეგიონში ველის სხვა ტიპებზე მეტად ველისწივანია (Festuca valesiaca) გავრცელებული. აქა-იქ ზ. დ.-დან 1900—2000 მ-მდე, სუბალპებისთვის ნაკლებად დამახასიათებელ, ნაპირისშვრილიან — ველისწივანიანებსა (Bromopsis riparia. ს, ზოგან Poa badensis-ის თანადომინირებით) და ვაციწვერიანებს (Stipa pulcherrima) ვაწყდებით. მეტად ტიპური და გაცილებით უფრო ფართოდ გავრცელებულია ჭრელშვრილიან (Bromopsis variegata) ველისწივანიანები. ჭრელი შვრიელას ეკოლოგიური ოპტიუმში სწორედ სუბალპურ სარტყელს ემთხვევა. ამ მცენარის კონსტანტურობა და სიუხვე სუბალპური ველების ერთ-ერთ განმასხვავებელ ნიშნად შეიძლება ჩაითვალოს. სუბალპური ველების ფლორისტულ ინდივიდუალობას განსაზღვრავენ, უპირატესად ან მხოლოდ მშრალ ადგილებს მისადაგებული ისეთი ორეოფიტები, როგორცაა — ენდემები — Thymus pseudonummularius, Ziziphora puschkini, Astragalus coptiosus, Pulsatilla violacea, Campanula hohenackeri, Artemisia splendens, Arenaria lychnidea, Euphrasia adenocaulon, Scutellaria oreophila და სხვა. სუბალპური ველები სუქცესიურად, ანტროპოგენური ცვლითა თუ სტრუქტურულად მეტწილად მჭიდროდ არის დაკავშირებული კლდე-ნაშალის



მცენარეულობასთან, ამდენად მცენარეულობის ამ ორი ტიპის (ქვეტენის) ერთობები ხშირად ერთსა და იმავე სახეობათა კომპლექსს მოიცავს. გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, ჭრელშვრიელიან-ველისწივანიანების ფლორისტულ ბირთვის ქმნიან: *Koeleria cristata*, *Phleum phleoides*, *Oxytropis albana*, *Medicago glutinosa*, *Trifolium campestre*, *Achillea millefolium*, *Galium verum*, *Minuartia oreina*, *M. caucasica*, *Dianthus cretaceus*, *Alchemilla sericata*, *Sedum hispanicum*, *Silene ruprechtii*, *Filago arvensis*, *Potentilla* spp., *Salvia verticillata*, *Draba nemorosa*, *D. siliquosa*, *Alyssum tortuosum*, *Artemisia Chamaemelifolia* და სხვა. რაც ერთობებში მონაწილეობენ ბუჩქები, ძირითადად, ღვია (მეტწილად *Juniperus hemisphaerica*) და გრაკლა (*Spiraea hypericifolia*). ცენოზთა იერსახეს ბეჭენდარას (უპირატესად *Thymus collinus*) ჯუჯა ბუჩქების რეგულარული, დიფუზური განაწილება დამახასიათებელ ელფერს სძენს. ერთობების საერთო პროექციული დაფარულობა 40-დან 70, იშვიათად 80%-მდე მერყეობს, ბალახნარის საშუალო სიმაღლე — 5—7-დან 12—15 (20) სმ-მდე, ხოლო მოსავლიანობა 5—6-დან 8—9 ც/ჰა-მდე (ჰაერმურალი წონით) იცვლება. სუბალპური ველების მდელოსებრი ვარიანტები ერთ-ერთმა პირველმა ა. გროსსპეიმმა [3] დაღესტანში — მშრალი მდელეების სახელდებით — აღწერა.

ჭრელშვრიელიან-ველისწივანიანი ამიერკავკასიის მთიანეთში ზ. დ-დან 2500—2600 მ-მდე აღწევს [4]. ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიონზე სუბალპური ველების გავრცელების ზედა ზღვარი ჩვენ მიერ თუშეთში 2350—2375 მ-ზე აღინუსხა, სადაც მოცემული ტიპი საკმაოდ იშვიათი ბრძამიან- (*Calamagrostis caucasica*)-ჭრელშვრიელიან-ველისწივანიანის ცენოზებითა წარმოდგენილი. ამ ასოციაციის ცენოზებს, ბრძამის კონსტანტურობისა და საკმაო სიუხვის (10-ბალიანი სისტემით საშუალოდ 3) გარდა, პეტროფიტებისა და ჰემიპეტროფიტების (*Campanula petrophila*, *Gypsophila elegans*, *Arenaria serpyllifolia*, *Sempervivum pumilum*) ხშირი მონაწილეობა ახსევავს. თავისებურია სტრუქტურაც: ციკაზო ფერდობების თითქმის ნახევარი ფიქლებითაა მოფენილი, ცენოზის საერთო პროექციული დაფარულობა 40—50%-ა. ეს ასოციაცია ერთიანდება ჯგუფში, რომელსაც ნაშალეების სუბალპური ველები შეიძლება ეწოდოს. ჯგუფს ფლორისტულად, პეტროფიტი ნაირბალახების მუდმივი და საკმაოდ უხვი მონაწილეობის გარდა, ოქროშვრიის (*Trisetum rigidum*) ხშირი შეხვედრიანობა ახასიათებს, ამასთან ამ ჯგუფში არ გვხვდება ისლები. არ შეიძლება არ ვახსენოთ ამ ჯგუფის კიდევ ერთი ასოციაციის ცენოზები, რომლებიც გავრცელებულია ხევში (ხდის ხეობაში) და პირიქითა ხევსურეთში, და რომელთა ერთ-ერთი განმასხვავებელი ნიშანი შესანიშნავი *Betonica nivea*-ს კონსტანტურობაა.

საკუთრივ ჭრელშვრიელიან-ველისწივანიანი ჯგუფს ნაშალისა და მდელოსებრი ველებს შორის გარდამავალი პოზიცია უკავია. ამ ჯგუფში ცენოზებს აშკარად მადიფერენცირებელი სახეობები არ გააჩნია, რაც ზოგადად ნებისმიერი ეკოლოგიური რიგის ცენტრ-ერთობისათვის არის დამახასიათებელი. ამ ჯგუფის ცენოზებში არ გვხვდება ისლები, პეტროფიტთა კომპლექსის წარმომადგენელთა მონაწილეობა უმნიშვნელოა, იშვიათია მარმუქები, ჭრელი შვრიელს გარდა მდელოს ტიპური ელემენტების მოძიება ჭირს.

მესამე კარგად გამოხატულ ჯგუფს ჭრელშვრიელიან-ველისწივანიანი მდელოსებრი ველები ქმნის. სუბალპური ველების არეალის ფარგლებში სწორედ მდელოსებრი ველებია გაბატონებული. მათ უკავია

სამხრეთ-აღმოსავლეთ ექსპოზიციების შედარებით ჩაზნექილი და სამხრეთ-დასავლეთ, ჩრდილო-აღმოსავლეთ ექსპოზიციების ამოზნექილი ფერდობები, მშრალი, მაგრამ პერიოდულად დაჩრდილული ადგილები (კლდისპირები და მისთ.). მდელოსებრი ველების ერთ-ერთი ძირითადი განმასხვავებელი ნიშანი ჰემიქსეროფილური ისლების (*Carex humilis* ან *C. buschiorum*) კონსტანტურობაა, რაც ამ ტიპის ცენოზების კორდის მეტ შეკრულობასაც აპირობებს. კვლევის რეგიონის მდელოსებრი ველებში ხშირად მონაწილეობს ქსერომეზოფიტთა კომპლექსი: *Scabiosa caucasica*, *S. bipinnata*, *Euphorbia iberica*, *Pastinaca armena*, *Thalictrum foetidum*, *Lotus causicus*, *Anthyllis variegata*, უფრო იშვიათად *Onobrychis biebersteinii*; მარცვლოვნებიდან კონსტანტურია *Poa alpina*. მდელოსებრი ველების ცენოზებში სიუხვის შედარებით მცირე მაჩვენებლით, მაგრამ საკმაოდ ხშირად ვხვდებით მდელოს ტიპურ ელემენტებს: *Agrostis planifolia*, *Koeleria caucasica*, *Leontodon hispidus*, *Taraxacum crepidiforme*; საშუალო სიუხვით გამოირჩევა *Trifolium ambiguum*. იშვიათია ერთწლოვანი მეზოქსეროფიტი ნაირბალახები.

სუბალპური ველების ტიპიზირებისას გვერდს ვერ ავუვლით ჭრელწივიანი (*Festuca waronowii*) მდელოსებრი ველებს, სადაც ედიფიკატორისა თუ თანადომინანტის როლში გვევლინებიან ველის წივანა, ჯუჯა ისლი, ბეჭქონდარას სახეობები, ზოგან ნაპირის შვრიელა და სხვა. ამ ტიპის ცენოზები, რომლებიც ჩვენ მიერ აღიწერა ხევში (ხდის ხეობაში, სოფ. ცდოს მიდამოებში, სხვაგანაც), საფუძვლიანად შესწავლილი აქვს კ. ქ ი მ ე რ ი ძ ე ს [5]. ის მათ მეზოქსეროფილურ მდელოებს უწოდებს. ჩვენ „მეზოქსეროფილური მდელო“ „მდელოსებრი ველის“ სინონიმად მიგვაჩნია, რადგან მდელოსებრი ველი სხვა არა არის რა, თუ არა ფიტოცენოზთა ეკოლოგიურ-ფიზიონომიური კლასი, რომელიც სწორედ — მეზოფიტების ფონზე — ქსეროფიტთა და მეზოქსეროფიტთა პრევალირების ნიშნით გამოიყოფა. ის ფაქტი, რომ სუბალპურ ველებს ზაფხულის სავეგეტაციო შესვენება არ ახასიათებს, მათი მდელოს ტიპისათვის მიკუთვნების საკმაო პირობად არ მიგვაჩნია; ჯერ ერთი, სტრუქტურათა სხვაობას რომ თავი დავანებოთ, მდელოების ტიპში გავერთიანება ცენოზებისა, რომელთა ფლორისტულ შედგენილობაში ქსეროფიტებისა და მეზოქსეროფიტების წილი 60—65%-დან (მდელოსებრი ველი), 90—95%-მდეა (ნაშალის ველი), ფლორისტულ-ეკოლოგიურ საფუძველს მოკლებულია. მეორეც, ანალოგიის მოხმობით, შეიძლება იმ ფაქტის კონსტატირება, რომ კავკასიონის მაღალმათაში ზაფხულის შესვენება არც ტიპურ დაუმავრებელ ნაშალთა ქსერომორფული ბალახეულობით შედგენილ შეუტკრავ ერთობებს ახასიათებს. თუმცა ისიც ფაქტია, რომ — მცენარეული საფარის უწყვეტობის გამო მდელოსებრი ველებსა და ველისებრი მდელოებს შორის არსებობს გარდამავალი ცენოზები, რომელთა ტიპოლოგიური კუთვნილების დადგენა — კრიტერიუმების სიცხადის მიუხედავად — ჭირს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ნ. კეცხოველის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

Н. И. ЗАЗАНШВИЛИ

СУБАЛЬПИЙСКИЕ СТЕПИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Резюме

Для субальпийского пояса северо-восточного макросклона Большого Кавказа наиболее типичны и широко распространены на крутых южных и восточных склонах пестрокоострецово-типчаковые (*Festuca valesiaca*, *Bromopsis variegata*) степи, в пределах которых выделяются: 1) осыпные степи (с весомым участием петрофитов); 2) собственно пестрокоострецово-типчаковые степи; 3) осоково-пестрокоострецово-типчаковые луговые степи (с *Carex buschiorum* или *C. humilis* и с большим участием луговых элементов).

BOTANY

N. ZAZANASHVILI

SUBALPINE STEPPES OF THE NORTH-EAST GREAT CAUCASus

Summary

Subalpine belt of the north-east macroslope of the Great Caucasus is characterized by bromgrass-fescue (*Festuca valesiaca*, *Bromopsis variegata*) steppes. Their development on the steep southern and eastern dry slopes up to 2350—2400 m a. s. l. is considered to be normal. There are three types of subalpine steppes: 1) scree bromgrass-fescue steppes (with petrophytes); 2) central type; 3) sedge-bromgrass-fescue meadow steppes (with *Carex humilis* or *C. buschiorum* and many elements of grasslands).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Лавренко. Степи СССР. Сб. «Растительность СССР», т. 2. М.—Л., 1940.
2. А. А. Занина. Кавказ. Сб. «Климат СССР», вып. 2. Л., 1961.
3. А. А. Гроссгейм. Типы растительности северной части Нагорного Дагестана. Тифлис, 1925.
4. А. К. Магакьян. Растительность Армянской ССР. М.—Л., 1941.
5. კ. ქიშკერიძე. კავკასიონის ლერწამქეჩიანი მდელოები. თბილისი, 1965.

М. В. СТОЛЯРОВ

ТРИПЕРСТОВЫЕ (ORTHOPTERA, BRACHYCERA, TRIDACTYLOIDEA)
СОВЕТСКОГО СОЮЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 12.7.1991)

Сводные данные о триперстовых СССР в отечественной литературе последних десятилетий отсутствуют. Нами они рассматриваются как надсемейство отряда прямокрылых [1—4], хотя Гюнтер [5, 6] вслед за С. П. Гарбинским [7] и Кеван [8] считает их подотрядом. В настоящее время подразделяются на 3 семейства: Rhipipterygidae, Cyldrachetidae и Tridactylidae, содержащие около 160 видов. В Советском Союзе встречаются лишь 4 вида последнего семейства. Поскольку определенные таблицы, соответствующие современному уровню представлений о систематике этого семейства, в русской и грузинской литературе отсутствуют, они приводятся ниже.

Сем. Tridactylidae

Определенная таблица подсемейств и родов

По Günther [5] с изменениями.

1(8). Срединный придаток на вершине задних голеней (лапка) недоразвитый, бугорковидный, без зубца на вершине или большой, по размеру примерно равен длинным придаткам задних голеней (нижняя пара шпор) и оканчивается зубцом, но всегда без дополнительных зубцов вблизи вершины (рис. 1)... 1 подсем. Tridactylinae.

2(5). На вершине задних голеней срединный придаток (лапка) недоразвитый, бугорковидный, без зубца на вершине (рис. 2, 3).

3(4). Наружный край задних голеней на всем протяжении без шипов, лишь со щетинками (рис. 3). Распространены в Америке
..... 1. Ellipes Scudder.

4(3). Наружный край задних голеней всегда с шипами вблизи вершины (рис. 2). Распространены в Старом Свете 2. Xua Latreill.

5(2). Срединный придаток задних голеней (лапка) по размеру примерно равен длинным боковым придаткам этих голеней (нижняя пара шпор), оканчивается зубцом (рис. 1).

6(7). Переднегрудка с шиповидными выростами (рис. 4). Девятый стернит брюшка самки без срединного шва, кия. Распространены в Америке 3. Neotridactylus Günther.

7(6). Переднегрудка без шиповидных выростов. Девятый стернит брюшка самки со срединным килем, швом. Распространены в Старом Свете 4. Tridactylus Olivier.

8(1). Срединный придаток на вершине задних голеней (лапка) всегда длинный, по размеру примерно равен нижним боковым придаткам этих голеней (нижняя пара шпор), с хорошо заметным дополнительным зубцом перед вершиной (рис. 5) 2. подсем. Dentridactylinae.

9(10). Всегда совершенно бескрылые. 5. Paratridactylus Ebner.

10(9). Крылья имеются. Часто задняя пара их редуцирована, но тогда хотя бы передняя пара развита нормально.

11(12). Задние голени снаружи без удлинненных лопастинок у вершины, только с шипами (рис. 5). Генитальная пластинка самки на

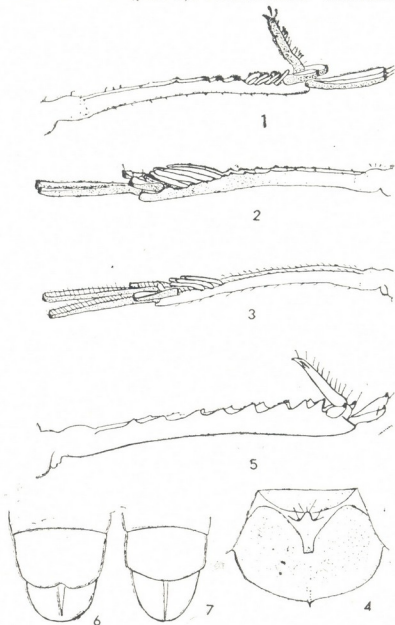


Рис. 1—7. Детали строения триперстовых (по Тарбинскому, 1940 и Гюнтеру, 1979): 1—вершина задней голени *Neotridactylus*; 2—то же *Xya*; рис. 3—то же *Ellipes*; 4—*Neotridactylus carbonelli*, переднегрудка; 5—*Dentrictactylus*, вершина голени; 6—конец брюшка самки *Xya japonica* Naan; 7—то же *Xya variegata* Latr

вершине обычно с цельным краем, без выемки, закруглена. Придатки парапрокта на конце брюшка самца (нижняя пара придатков, а на членистые церки) крупные, сигарообразные. 6. *Dentrictactylus* Günther.

12(11). Задние голени снаружи с 2—7 лопастинок у вершины, иногда их 1 пара и они слабо развиты. Генитальная пластинка самки с тупой или с широко закругленной вершиной, обычно с выемкой по заднему краю. Придатки парапроката на конце брюшка самца (не церки) у основания расширены, уплощены, конусовидные. 7. *Bruntridactylus* Günther.



Определительная таблица видов, встречающихся в Советском Союзе.

Xya Latr. — в Советском Союзе 2 вида.

1(2) Предпоследний стернит самки с округлым задним краем, без выемки (рис 6). Блестяще-черный, обычно с небольшими светлыми пятнами и полосками лишь на боковых лопастях переднеспинки и задних бедрах. *X. japonica* Naap.

Гюнтер [6] ареал вида ограничивает Японией, Тайванем, Шри-Ланкой и Восточной Сибирью (?). В Советском Союзе достоверно отмечается лишь для Дальнего Востока [9]. Нахождение в Закавказье [7, 10—13] требует проверки.

2(1). Предпоследний стернит самки на заднем крае с небольшой выемкой (рис. 7). Окраска почти как у предыдущего вида, но часто с большим количеством светлых пятен и полосок на переднеспинке, надкрыльях, ногах *X. variegata* Latr.

В Советском Союзе распространен в пределах степной и полупустынной зон от Европейской части СССР до Западной Сибири и Казахстана. Обычен на Северном Кавказе, в Закавказье, Средней Азии, где обитает в долинах рек и других водоемов. Кроме того, известен от Средней Европы на юг от Центральной Африки (Заир), а также в Восточной и Юго-Восточной Азии до Китая и Индии [6].

Tridactylus Oliv. — В СССР 1 вид.

1(1). Срединный придаток на вершине задних голеней хорошо развит, лишь несколько короче боковых придатков этих голеней, оканчивается зубцом, но всегда без дополнительных зубцов вблизи вершины. Переднегрудка без шиповидных выростов. Общий габитус и окраска близки предыдущим видам, но часто с большим количеством светлых пятен и полосок на голове, переднеспинке, ногах.

T. f. asiatus Guér. Как *T. savignyi* Guér. в Советском Союзе достоверно приводится для Средней Азии [7, 14 и др.], под вопросом отмечается для Южной Украины [2] и указан для Азербайджана [15]. Это указание, возможно ошибочное, повторено Тарбинским [17] и др. В целом распространен от Северной и Центральной Африки, через Переднюю Азию, Ирак, Советскую часть ареала, Афганистан до Индии и Бирмы [6]. *Bruntridactylus* Genth.—в Советском Союзе 1 вид.

1(1). Срединный придаток на вершине задних голеней несколько длиннее боковых придатков (нижней пары шпор), с дополнительным зубцом вблизи вершины. Наружный край задних голеней с резкими шипами, у вершины с удлинненными лопастиками. Гениальная пластинка самки с почти прямо обрубленной вершиной, выемка здесь широкая, слабая. Придатки парапрокта на конце брюшка самца (на черки) узко конические. Несколько крупнее предыдущих видов, по окраске близок к ним. *B. Tartarus* (Saus.)

В СССР встречается на юге Украины, Северном Кавказе, в восточном Предкавказье, на юго-востоке и юге Сибири, в Казахстане и Средней Азии, а за его пределами отмечается в Румынии и Монголии [2, 6].

მ. სტოლიაროვი

წმომჯახნი TRIDACTYLOIDEA (ORTHOPTERA, BRACHYCERA)

წარმომადგენლები საბმომთა კავშირში

რეზიუმე

მომცემულია Tridactylidae ყველა ქვეჯახისა და გვარის სარკვევი, რომელიც შეესაბამება თანამედროვე შეხედულებებს ამ ჯგუფის სისტემატიკაზე და აღწერილია საბმომთა კავშირში გავრცელებული 4 სახეობა.

აღნიშნულ სახეობებზე მოცემულია ლიტერატურული მასალის მოკლე მიმოხილვა.

ENTOMOLOGY

M. STOLYAROV

TRIDACTYLOIDEA (ORTHOPTERA, BRACHYCERA) IN THE SOVIET UNION

Summary

In the work there are given determining tables of all subfamilies and genera of family Tridactylidae, which correspond to modern opinion on taxonomy of this group, and also 4 species, met in the Soviet Union. Short review of literary data is given for these species.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ander K. Über die Gattung *Cylindracheta* und ihre systematische Stellung. Ark. Zool. Stockholm. 1934. 26 A(21). P. 1—16.
2. Г. Я. Бей-Биенко. Отряд Orthoptera (Saltatoria). Прямокрылые (прыгающие прямокрылые). В кн.: «Определитель насекомых Европейской части СССР», т. I. М.—Л., 1964, 241—243.
3. Г. Я. Бей-Биенко. Общая энтомология. М., 1980.
4. М. Г. Сергеев. Закономерности распространения прямокрылых Северной Азии. Новосибирск, 1986.
5. K. K. Günther. Einige Bemerkungen über die Gattungen der Familie Tridactylidae Brunner und zur Klassifikation der Tridactylodea (Orthopteroidea, Caelifera). Dtsch. Entomol. Z. 1979. Bd. 26, H. 4—5.
6. K. K. Günther. Katalog der Caelifera-Unterordnung Tridactylodea (Orthopteroidea, Caelifera). Dtsch. Entomol. Z. 1980. Bd. 27, H. 1—3.
7. С. П. Тарбинский. Прыгающие прямокрылые насекомые Азербайджанской ССР. М.—Л., 1940.
8. Kevan D. Keith McE. Superfamilial classification of Orthopteroid and related insects. Mem. Lyman Entomol. Mus. Res. Lab. 1977. V. 4 (Appendix).
9. С. Ю. Стороженко. Фауна и стациональное распределение прямокрылых насекомых (Orthoptera) Амурской области. Владивосток, 1986, 3—12.
10. Е. С. Шенгелия. Труды Ин-та зоол. АН ГССР, т. 14, 1956, 79—85.
11. Г. Д. Авакян. Биол. ж. Армении, т. 19, № 1, 1966, 93—95.
12. А. Р. Ахвердиев. Прямокрылые насекомые Ленкоранской зоны Азербайджана. Баку, 1967.
13. Л. Л. Мищенко. Отряд Orthoptera (Saltatoria). Прямокрылые (прыгающие прямокрылые). В кн.: «Насекомые и клещи вредители сельскохозяйственных культур», ч. I. Л., 16—115.
14. Ф. Н. Правдин, Л. Л. Мищенко. Формирование и эволюция экологических фаун насекомых Средней Азии. М., 1980.
15. G. Bey-Bienko. Records and descriptions of some Orthoptera from USSR. Bol. Soc. Esp. Natur. 1933. V. 35.

ზოოლოგია

ჯ. რაბიანი

საქართველოში გავრცელებული ტყის თაგვისა და საზოგადოებრივი მემინდვრის სისხლის პლაზმის ცილების ამინომჟავური შემცველობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ელიავამ 21.2.1992)

ამჟამად განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ცხოველთა სისხლის პლაზმის გენეტიკურად დეტერმინირებული ცილების ამინომჟავური შემცველობის განსაზღვრას და ამ ნიშან-თვისებაზე სხვადასხვა სახეობისა და პოპულაციების ინდივიდთა ურთიერთშედარებას ტაქსონომიური პარამეტრების დადგენის თვალსაზრისით. ამ მიზნით შესწავლილ იქნა საქართველოში გავრცელებული საზოგადოებრივი მემინდვრიას *Microtus socialis* Pal. და ტყის თაგვის *Apodemus silvaticus* სხვადასხვა პოპულაციები. სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავურ შემცველობაზე სულ გამოკვლეულ იქნა 105 ცხოველი. მათ შორის: გორისა და მცხეთის რაიონების მიმდებარე ტერიტორიაზე გავრცელებული საზოგადოებრივი მემინდვრიას 24 ეგზემპლარი; ტყის თაგვის ქვახვრელის (გორის რაიონი) პოპულაცია — 23 ეგზემპლარი, რუსთავის — 26, ახალდაბის (ბორჯომის რაიონი) — 18, წოდორეთის (მცხეთის რაიონი) — 14 ეგზემპლარი.

მეცნიერული თვალსაზრისით სათანადო ყურადღებას იმსახურებს ამიერკავკასიაში ტყის თაგვის *Apodemus silvaticus* ჩვეულებრივი და ყელზე ყვითელი ხალის მქონე („ყვითელხალიანი“) ინდივიდები. ეს ცხოველები თანაარსებობენ ერთ და იმავე ადგილსამყოფელში, მაგრამ აშკარად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ფენოტიპურად. „ყვითელხალიანობა“ გამოიხატება იმაში, რომ ამ ცხოველებს ყელის მიდამოში აქვთ ბალნის სხვადასხვა ინტენსივობისა და ფორმის ყვითელი შეფერილობა, მაგრამ არა ყვითელი ყელი, როგორც ეს აქვთ ტყის თაგვის ყვითელყელიან *Apodemus flavicolis*-ს. „ყვითელხალიანობის“ გარდა განსხვავება შეიმჩნევა სხეულის აღნაგობაშიც. ლიტერატურაში — როგორც ველები ეხება ძუძუმწოვარ ცხოველთა სისტემატიკას [1,2] — ამ ორი სახეობის შესახებ არსებობს მკვლევართა სხვადასხვა აზრი. მეცნიერთა ერთი ნაწილი მათ ერთ სახეობას *Apodemus silvaticus* აკუთვნებს, ხოლო მეორე ნაწილი — სხვადასხვას, ან ამავე სახეობის სხვადასხვა ქვესახეობებს. ამიტომ, ტაქსონომიური თვალსაზრისით, საინტერესო იყო მათი ცალ-ცალკე შესწავლა სისხლის პლაზმის გენეტიკურად დეტერმინირებული ცილების ამინომჟავურ პარამეტრებზე. ტყის თაგვის ჩვეულებრივი და ყელზე „ყვითელხალიანი“ ინდივიდების ურთიერთშედარების მიზნით გამოვიკვლიეთ 47 ჩვეულებრივი და 34 ყელზე „ყვითელხალიანი“ ტყის თაგვი. საკვლევ ობიექტად ყველა შემთხვევაში ვიყენებდით მხოლოდ ზრდასრულ და შედარებით ჯანმრთელ ცხოველებს.

ნიმუშების მიღება და დამუშავება ეწარმოეთ საერთოდ აღიარებული და პრაქტიკაში დანერგილი მეთოდით [3, 4, 5]. ცალკეული ნიმუშების დამუშავების შედეგად მიღებულ ჰიდროლიზატის ანალიზს ვახდენდით ამინომჟავათა ავტომატური განმსაზღვრელი ანალიზატორის AAAT-339 (ჩეხეთ — სლოვაკეთი) საშუალებით.



ტყის თავვის სხვადასხვა პოპულაციისა და საზოგადოებრივი მემინდვრის სისხლის პლაზმის ცილების ამინომჟავური შემცველობის შესწავლის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში. როდესაც მოცემული ნიშან-თვისების მიხედვით ერთმანეთს ვადარებდით მდებარეებსა და მამრებს, მათ შორის სარწმუნო სხვაობა ამ პარამეტრით არ აღინიშნებოდა, ამიტომ ცხრილში მოყვანილია მათი საერთო მაჩვენებელი. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტყის თავვის სხვადასხვა პოპულაციები და საზოგადოებრივი მემინდვრის სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავური შემცველობით თითქმის იდენტურია და სტატისტიკურად სარწმუნოდ არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. იქმნება შთაბეჭდილება იმის შესახებ, რომ მღრღნელებს ახასიათებთ სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავათა ერთნაირი შემცველობა და ეს ნიშან-თვისება მათთვის ერთნაირია. ტყის თავვის სხვადასხვა პოპულაციების ერთმანეთთან და მათი საზოგადოებრივი მემინდვრისაგან ურთიერთმდებარეებისას, აღნიშნულ ნიშან-თვისებაზე ურთიერთმსგავსების ინდექსმა [6] შეადგინა: $r=0,8903$ -დან $0,9450$ -მდე, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ტყის თავვისა და საზოგადოებრივი მემინდვრის სისხლის პლაზმის ცილების ამინომჟავური შემცველობა (%)

ამინომჟავა	ტყის თავი <i>Apodemus silvaticus</i>				საზოგადოებრივი მემინდვრა <i>Microtus socialis pal.</i> n=24
	პოპულაცია				
	ქვაზერელის (გორის რ-ი) n=23	რუსთავის n=26	ახალდაბის (მცხეთის რ-ი) n=18	წოდორეთის (მცხეთის რ-ი) n=24	
ასპარაგინის მჟავა	11,04	10,64	11,13	11,47	10,52
ტრეონინი	3,12	3,41	3,36	3,85	3,56
სერინი	5,68	5,90	6,03	8,50	6,73
გლუტამინის მჟავა	14,13	13,94	14,46	12,68	13,33
პროლინი	5,87	4,92	3,59	4,30	7,91
გლიცინი	3,21	3,73	3,24	5,18	3,07
ალანინი	7,01	5,35	6,68	5,95	6,62
1/2 ცისტინი	2,02	1,93	2,00	1,60	2,25
ვალონი	2,42	3,12	2,69	2,45	3,30
მეთიონინი	1,85	1,61	2,10	2,32	1,60
იზოლეიცინი	1,30	1,47	1,33	2,47	1,71
ლეიცინი	7,65	7,81	9,13	9,20	8,38
თიროზინი	6,22	5,42	5,09	5,16	5,60
ფენილალანინი	7,41	7,65	7,06	4,42	5,77
ჰისტიდინი	9,57	8,53	9,68	9,04	7,00
ლიზინი	8,14	9,12	8,78	6,68	8,36
არგინინი	3,26	5,45	3,65	5,23	4,20

ამასთანავე დადგინდა, რომ თავვისებრი მღრღნელების სისხლის პლაზმის ცილაში ყველაზე მაღალი შემცველობით ხასიათდება გლუტამინის (შესაბამისად: 14,13; 13,94; 14,46; 12,68; 13,33 % %) და ასპარაგინის მჟავა (შესაბამისად: 11,14; 10,64; 11,13; 11,47; 10,52 % %), ხოლო დაბალი კონცენტრაციით— იზოლეიცინი (შესაბამისად: 1,30; 1,47; 1,33; 2,47; 1,71 % %) და მეთიონინი (შესაბამისად: 1,85; 1,61; 2,10; 2,32; 1,60 % %).

ტყის თავვის ქვაზერელისა (გორის რაიონი) და ახალდაბის (ბორჯომის რაიონი) პოპულაციებისათვის დამახასიათებელია ეკოლოგიურად შედარებით სუფთა ადგილსამყოფელი, ხოლო ქ. რუსთავის მიმდებარე ტერიტორიაზე მოპოვებული ინდივიდების (რუსთავის პოპულაცია) ადგილსამყოფელი, ვასაგები მიზეზების გამო, ძლიერ დაბინძურებულია. რაც შეეხება წოდორეთის (მცხე-

თის რაიონი) პოპულაციას, მისი წარმომადგენელი ინდივიდები მოპოვებულ იქნა მათი ადგილსამყოფელი ტერიტორიის პესტიციდური პრეპარატებით წინასწარი დამუშავების 2 თვის შემდეგ. ყურადღებას იმსახურებს ის ფაქტი, რომ აღნიშნულმა გარემოებამ კვლევის შედეგშიც ჰპოვა ასახვა. კერძოდ, სისხლის პლაზმის ცილაში ჩვენ მიერ განსაზღვრული და შესწავლილი 17 ამინომჟავადან შეიცვალა ამინომჟავა არგინინის კონცენტრაციის მაჩვენებელი. ამინომჟავა არგინინის კონცენტრაციის მაჩვენებლით ქვახერელისა (3,26%) და ახალდაბის (3,65) პოპულაციები თითქმის ერთნაირია. განსხვავებული, მაგრამ თითქმის ერთნაირი მაჩვენებლით ხასიათდებიან რუსთავისა (5,45%) და წოდორეთის (5,23%) პოპულაციები. პირველ ორთან შედარებით ამინომჟავა არგინინის კონცენტრაციის მაჩვენებელი 1,5-ჯერ და მეტადაა გაზრდილი. ამინომჟავა არგინინის კონცენტრაციის მომატების მსგავსი შემთხვევა შესწავლილია რძეში [7], კერძოდ, ძროხის საკვებ რაციონში კობალტის შემცველობის ხელოვნურად გაზრდამ, ყოველ 1 კგ მშრალ ნივთიერებაზე 1,50 მგ-ით, გამოიწვია რძეში არგინინის შემცველობის 12,5%-ით გაზრდა საკონტროლოსთან შედარებით. ამრიგად, სავარაუდოა, რომ გარემოს გაჭუჭყიანების ფონი უშუალო ზემოქმედებას ახდენს ცხოველთა საკვებზე და ზრდის სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავა არგინინის შემცველობას. წოდორეთის ტერიტორიის „ხელოვნურმა“ გაბინძურებამ გამოიწვია არა მარტო ამინომჟავა არგინინის კონცენტრაციის გაზრდა, არამედ შესამჩნევად გაზარდა სისხლის პლაზმის ცილაში ისეთი ამინომჟავების შემცველობაც, როგორცაა სერინი (8,50%) და გლიცინი (5,18%) და გამოიწვია ამინომჟავა ფენილალანინის (4,24%) შემცირებაც. წოდორეთში მოპოვებული ცხოველების შინაგანი ორგანოების შესწავლით, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის უფროსმა მეცნიერმა თანამშრომელმა ე. ფიდლერმა, დაადგინა მათ ღვიძლში ქლორის კონცენტრაციის რამდენადმე მომატება.

ტყის თაგვის ჩვეულებრივი და ყელზე „ყვითელხალიანი“ ინდივიდების სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავური შემცველობის შესწავლისას დადგინდა, რომ ისინი სისხლის პლაზმის ცილაში ჩვიდმეტევი ამინომჟავური კონცენტრაციით თითქმის ერთნაირნი არიან. არცერთი ამინომჟავური პარამეტრით ტყის თაგვის ჩვეულებრივი და ყელზე „ყვითელხალიანი“ ინდივიდები ერთმანეთისაგან სტატისტიკურად სარწმუნოდ არ განსხვავდებოდნენ.

ამრიგად, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ თავისებური მღრღნელების სისხლის პლაზმის ცილაში ამინომჟავათა შემცველობა ერთნაირია და ზოგადი ხასიათისაა. ამასთანავე, ადგილსამყოფელი ტერიტორიის გაჭუჭყიანების დონე კორელაციაშია ამინომჟავა არგინინთან და იწვევს აღნიშნულ ცხოველთა სისხლის პლაზმის ცილაში ამ ამინომჟავას კონცენტრაციის რამდენადმე გაზრდას.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.2.1992)

ЗООЛОГИЯ

Дж. П. РАТИАНИ

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ ЛЕСНОЙ МЫШИ И ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ГРУЗИИ

Резюме

Исучен аминокислотный состав белков плазмы крови грызунов: лесной мыши *Apodemus sylvaticus* и общественной полевки *Microtus*

socialis, распространенных в Грузии. Показано, что процентное соотношение из 17 определяемых аминокислот в белках плазмы крови разных популяций и видов грызунов оказалось почти идентичным. Относительно высокий уровень загрязнения места обитания вызывает ощутимое повышение концентрации аминокислоты аргинина в белках плазмы крови животных.

ZOOLOGY

J. RATIANI

AMINO-ACID COMPOSITION OF BLOOD PLASMA PROTEINS IN WOOD MOUSE AND SOCIAL VOLE SPREAD IN GEORGIA

Summary

Amino-acid composition of blood plasma proteins in rodents has been studied. These rodents are wood mouse—*Apodemus sylvaticus*, and social vole—*Microtus socialis*, spread in Georgia. It has been shown that percentage ratio of each of 17 tested amino-acids in blood plasma proteins of rodents of various populations and species appeared to be next to identical. A relatively high contamination level of the habitat causes an appreciable concentration increase of arginin amino acid in blood plasma proteins of animals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Я. Павлинов, О. Л. Россолимо. Систематика млекопитающих СССР, М., 1987.
2. И. Е. Моргилевская, Д. Г. Цкипуришвили. Лесная мышь в Грузии. Тбилиси, 1989.
3. С. Мооре, В. Г. Стайн. Метод Ензимол., 6, 1963, 819.
4. И. М. Петерс, Б. И. Берридж. Хроматог. рев., 12, 1970, 157.
5. В. П. Крищенко. Изв. АН СССР, сер. биол., 3, 1978, 405.
6. K. Maijala, G. Lindstrom. Ann. Agr. Fenniae, 5, 1966.
7. В. Ф. Лысенко. С.-х. биол., № 4, 1991.

Я. К. БАДРИДЗЕ, З. В. ГУРИЕЛИДЗЕ, С. Г. ТОДУА

О НЕКОТОРЫХ ПРОЦЕССАХ В ПОПУЛЯЦИИ БЛАГОРОДНОГО ОЛЕНЯ, ПРОТЕКАЮЩИХ НА ФОНЕ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ВОЛКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Я. Элиава 12.5.1992)

Существуют многочисленные работы, касающиеся взаимоотношений хищник-жертва. Наибольшее число исследований посвящено крупным млекопитающим, в том числе взаимоотношению волк-копытные [1—7]. Наиболее показательны работы, выполненные на острове Айл-Ройале [5, 6], где изучались взаимоотношения волк-лось. Аналогичные исследования проводились и в других местах, например на плато Кеибаб [2], в Крымском заповеднике [1] и т. д. Анализируя данные исследования, можно сказать, что истреблению хищников, и волка в частности, в дальнейшем вызывает деградацию популяции жертвы. К сожалению, в доступной нам литературе мы не встретили данных, касающихся процессов, развивающихся в популяции жертвы параллельно со снижением численности хищника. Подобные же данные могли бы помочь не только формированию объективного отношения к роли хищника, но и пониманию тех механизмов, которые регулируют взаимовлияние популяций хищника и жертвы. Поэтому целью нашего исследования было изучение процессов, протекающих в популяции Кавказского благородного оленя (*Cervus elapus maral* Ogilby) на фоне снижения численности волка.

Наблюдения проводились в Лагодехском государственном заповеднике (17 818 га) в период 1979—1990 гг. Основные работы проводились в весенне-летний (с мая по август включительно) и осенне-зимний (с сентября по 15 декабря) сезоны. Для наблюдений использовались 18 стационарных наблюдательных пунктов. Вместе с тем, учет и наблюдения проводились на стандартных маршрутах. За указанный период общая длина пройденных маршрутов составила 4 488 км, а продолжительность визуальных наблюдений — 9 000 часов. Учет численности и описание поведения волка проводились с помощью тропления, вабы и визуальных наблюдений.

Исследуемый период отмечен значительным снижением численности волка ввиду (по нашему убеждению) его истребления человеком из-за существования премнальной системы. В течение этого периода численность волка снизилась с 35 в 1979 г. до 6 взрослых особей в 1990 г. За эти же годы численность оленя увеличилась в 2 раза, т. е. с 700 голов в 1979 г. до 1434 в 1990 г. Вслед за увеличением плотности популяции последовало освоение новых кормовых площадей за счет вертикальной миграции до высоты 3 000 м над уровнем моря. Олени полностью освоили альпийские луга на этом уровне, где находятся основные места обитания восточно-кавказского тура (*Sariga caucasica cylindricornis* Blyth). В процессе освоения новых кормовых угодий олень полностью занял места обитания серны (*Rupicapra rupicapra caucasica* Lydekker), которая до этого занимала промежуточный ареал между оленем и туром. Если между оленем и туром пока нет заметной пищевой конкуренции, то для серны олень



стал не только территориальным, но и очень серьезным пищевым конкурентом. В течение исследуемого периода численность серны (350 голов в 1979 г.) постоянно сокращалась и в 1990 г. составила 60 голов.

Необходимо отметить, что рост численности оленя, происходящий на фоне снижения численности волка, в основном шел за счет увеличения количества самцов. Хороший показатель этому динамика полового соотношения. Если оно в 1979 г. составляло $1\sigma / 4\phi$, то в 1990 г. достигло $4\sigma / 4\phi$.

В начале гона режут все половозрелые самцы, а к моменту пика гона доминирующие самцы подавляют всякую звуковую активность низкоранговых особей. Наши визуальные наблюдения, проводимые и в других районах Грузии, показали, что во время брачного периода оленей дивки волков перемещаются в районы гона. Обычно в этот период волки избегают нападения на самцов, но по окончании брачного периода ослабшие самцы оленей становятся добычей волков.

Параллельно со снижением численности волка снизился процент приплода у самок оленя данной популяции. Если в 1979 году приплод был у 90% половозрелых самок, то с 1986 по 1990 г. стабилизировался на уровне 30%.

Если вполне понятной может быть причина увеличения общей численности оленя на фоне снижения численности волка, то естественно возникает вопрос: каковы же причины изменения соотношения полов, т. е. увеличения численности самцов оленей. Как выше было сказано, после окончания гона оленей волки добывают в основном ослабших от гона, принимавших участие в размножении доминирующих самцов. Естественно, что при значительном снижении численности волка вероятность выживания доминирующих самцов значительно возрастает; последнее и является причиной возрастания численности самцов оленей и, исходя из этого, изменения полового соотношения. Судя по литературным [9] и некоторым нашим данным, доминирующие самцы оленей раньше других сбрасывают рога и это делает их менее защищенными от хищника. Необходимо упомянуть и работу Kolenosky [4], в которой говорится о том, что от волков в большей мере гибнут самцы, нежели самки и это соотношение близко к 2,5/1. Вышеприведенные данные указывают не только на то, что пресс хищника является одним из главных факторов стабилизации численности жертвы и поддержания оптимального соотношения полов в ее популяции, но и на то, что волк является фактором, периодически обеспечивающим смену доминантов-производителей, благодаря чему подвергается их оптимальный возраст и, наряду с этим, снижается вероятность имбридинга в следующих поколениях. Кроме этого, волк обеспечивает поддержание и оптимального среднего возраста членов популяции жертвы. В этом плане наша позиция вполне согласуется с данными Bartos и соавт. [10].

Особого внимания и дальнейшего исследования заслуживают причины снижения процента приплода у самок оленя на фоне снижения численности волка. Учитывая данные О. Б. Переладовой и С. В. Переладова [7], касающиеся репродуктивной способности джейрана в условиях отсутствия прессы хищника, мы пришли к заключению, что основной причиной снижения процента рожавших самок оленя может быть физиологическая патология репродуктивной способности, вызванная прекращением поедания последа оленями после родов. Какая же связь между поеданием самками последа и будущей репродуктивной способностью потомства? Известно, что плацента секретирует ряд половых гормонов [8]. Мы предполагаем, что после поедания последа определенная часть гормонов, содержащихся в плаценте, через кровь попадает в молоко. По-видимому, попав в орга-



низм новорожденного с помощью молока, эти гормоны должны включать тот физиологический механизм, который в конечном итоге формирует репродуктивную систему особи. Вместе с тем, известно, что ряд копытных (лошадь, зебра и др.) после родов не поедают последа, но зато у них вскоре после родов наступает состояние половой охоты. Б. Гржимек [11] отмечает (в другом контексте), что в данном состоянии кобылы половые гормоны через молоко попадают в организм жеребенка. Исходя из сказанного считаем, что детеныши непоедающих послед видов копытных получают (вскоре после рождения) необходимые половые гормоны в период половой охоты матери. Если это так, то становится понятной причина снижения репродуктивной способности популяции оленя в Лагодехском заповеднике.

Исходя из наших данных, сокращение численности серны — явление опосредованное. В частности, значительное снижение численности волка повлекло за собой рост численности оленя и, как следствие этого, увеличение плотности популяции. Последнее и стало причиной освоения новых кормовых угодий, в частности мест обитания серны и развития интенсивной территориальной и, что очень важно, пищевой конкуренции, которую серна выдержать не может.

Академия наук Грузии
Институт зоологии

(Поступило 13.5.1992)

ზოოლოგია

ი. ბადრიძე, ჯ. გურიელიძე, ს. თოდუა

მგლის რიცხოვნობის შემცირების ფონზე ირმის კოპულაციაში
მიმდინარე პროცესების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მგლის რიცხოვნობის ძლიერი შემცირება „მსხვერპლის“ პოპულაციაში იწვევს არა მარტო რიცხოვნობის ზრდას, არამედ სქესთა შეფარდების დარღვევას, შობადობის დაცემას და პოპულაციის დაბერებას. ამასთანავე ნაჩვენებია, რომ მტაცებელი ხელს უწყობს დომინანტ-მწარმოებლების პერიოდულ ცვლას, რაც თავისთავად მომავალ თაობაში იმბრიდინგის თავიდან აცილების საშუალებაა.

ZOOLOGY

J. BADRIDZE, Z. GURIELIDZE, S. TODUA

ON THE PROCESSES IN POPULATION OF DEER AGAINST A
BACKGROUND OF REDUCTION OF WOLF NUMBER

Summary

The serious reduction of wolf number causes not only the rise of number of the "prey" population, but upsets the correlation of sexes, the reduction of birthrate and aging of the population. Predator promotes the periodical changing of dominant-getters, which in its turn, reduces the probability of imbriding.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Костин. Труды IX Международного конгресса биологов-охотоведов. М., 1970, 502—504.
2. Ю. Одум. Экология, т. 2, М., 1986.
3. К. П. Филонов. Копытные животные и крупные хищники на заповедных территориях. М., 1989.
4. С. В. Коленоскы. J. of Wildlife Management. 36, 2, 1972, pp. 357-369.
5. D. Mech. US Nat. Park Serv. Fauna Ser. 7, 1966, p. 210.
6. M. L. Wolf, D. L. Allen. J. "Mammal", 54, 3, 1973, pp. 611-635.
7. О. Б. Переладова, С. В. Переладов. Охрана и перспективы восстановления численности джейрана в СССР. М., 1988, 49—59.
8. Р. Хип, А. Флинт. Сб. Гормональная регуляция размножения у млекопитающих. М., 1987, 193—244.
9. W. Butzler. Z. Tierpsychol. 34, 1974, bein 16, 80 sill.
10. L. Bartos, V. Perner, B. Prochazka. "Acta teriologica", v. 32, №21—23, 1987, pp. 402—412.
11. В. Grzimek. Und immer Wieder Pferde. München, 1977, 202p.

P. SAGDIEVA

MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRICAL STUDIES ON GAMASID
MITE EULAEELAPS STABULARIS (PARASITIFORMES, LAELAPTIDAE)

(Presented by I. Eliava, Corr. member of the Academy, 25. 6. 1991)

Formerly, *Eulaelaps stabularis* (Koch) was regarded as a widely spread and high variable species connected mainly with small mammals and their nests [1, 2]; more recently *E. stabularis* was treated as a species complex [3]. Since Uchikawa and Rack [4] had divided *E. stabularis* into two species, *E. stabularis* and *E. oudemansi*, occurring in straw in Europe, Uchikawa [5, 6] described 4 new species closely related to *E. stabularis* and parasitic on different species of small mammals in Japan.

The aim of our investigation is to reveal the shape and measurement variability of different structures in the mite *E. stabularis* connected with small rodents of Palaearctics. In the previous publication preliminary results were presented on the comparative study on variability of *E. stabularis* originated from the two far situated regions, Soviet Far East (Sykhote—Alyn) and the Caucasus (Great Caucasus). All the data on *E. stabularis* from the Great Caucasus and the Sykhote—Alyn were given in the previous publication [7].

The present paper deals with variability of *E. stabularis* mainly in the Caucasus, particularly in the Javakheti Uplands where *E. stabularis* is a common species of gamasid mites [8]. Populations of both the rodents and their parasites exist in the Javakheti Uplands in the specific conditions of woodless mountains on the altitude to 3200. The mites were collected from the common voles (*Microtus arvalis* Pall.) and in their nests near Akhalkalaki and Ninotsminda in 1989—1990. 160 specimens (females) were examined morphologically; the dorsal shield length of 112 specimens was measured, and 30 specimens were measured in detail using 15 characters (Table). Statistical analyses were performed using the common graphic and computational methods [9]. The nomenclature of shields and setae follows Bregetova [2].

The study of morphological features of the mites from the Javakheti Uplands has revealed that metapodal and sternal shields are the most variable in the shape; so the metapodal shield may be presented in the shape of a more narrow or a more wide "triangle" sometimes having a slightly stretched top. The same variations in metapodal shield shape have been registered in the specimens from the Great Caucasus while the specimens from the Sykhote—Alyn usually have relatively wide metapodal shields.

The posterior margin of sternal shield may have weak or distinct concavity; sometimes concave posterior margin of the shield bears one asymmetrical or two symmetrically located denticles. More rarely the

Measurements and Variability of *Eulaelaps stabularis* (females)

Characters	Javakheti Uplands			Great Caucasus		
	M	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	CV	M	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	CV
Greatest length dorsal shield	941.1	1.26	3.9	936.5	1.35	9.2
Greatest width dorsal shield	579.3	1.23	4.6	595.4	1.34	7.4
Median length sternal shield	153.4	1.25	6.9	160.2	1.37	10.2
Greatest width sternal shield	281.0	1.27	6.1	280.5	1.53	9.4
Greatest length genitoventral shield	533.0	1.27	4.7	527.4	1.32	8.2
Greatest width genitoventral shield	412.6	1.27	4.8	432.5	1.42	10.6
Greatest length metapodal shield	166.0	1.37	6.5	167.5	1.41	8.2
Greatest width metapodal shield	103.6	1.60	14.8	115.0	1.41	12.0
Median length anal shield	91.8	1.34	9.2	88.5	1.62	14.0
Greatest width anal shield	212.3	1.36	7.5	226.4	1.25	7.5
Length setae						
St ₁	82.7	1.36	9.3	80.1	1.30	10.3
St ₂	91.8	1.50	9.3	93.2	1.87	11.0
St ₃	90.0	1.63	10.5	94.3	1.50	11.2
Mst	79.4	1.42	13.4	87.9	1.45	9.3
Vl ₁	72.8	1.44	12.0	76.5	1.50	11.9

Notes: M—the mean (in microns); $\frac{V_{max}}{V_{min}}$ —ratio of maximal and minimal value of character; CV—coefficient of variation



posterior margin of the shield may be straight (or almost straight). The same variations in the sternal shield shape (but in different ratio) were found in *E. stabularis* in the Caucasus as well as in the Sykhote—Alyn.

The distribution of dorsal shield length from both Javakheti specimens and Sykhote—Alyn ones is expressed by the curves having two tops but the curves differ in outlines. The dorsal shield length in Javakheti specimens ranges from 818 to 1035 microns, whereas the fluctuation in this shield length is more considerable in the specimens from the Sykhote—Alyn (751—1119 microns).

As regards to the shield measurements, the specimens, from the Great Caucasus and Javakheti proved to be more close to each other (Table) as compared with the specimens from the Sykhote—Alyn; the latter are significantly larger (at the 5% level using t-test) than the specimens from the Caucasus in most cases excepting the sternal and anal shield length and sternal shield width. Nevertheless there are certain measurement differences between the specimens from the Great Caucasus and those from the Javakheti Uplands: in three cases (dorsal, genitoventral and anal shield length) differences proved to be significant at the 5% level.

When considering shield proportion, the specimens from the Sykhote—Alyn are relatively wider, and the specimens from the Caucasus, particularly, from Javakheti are relatively narrower. Thus, the ratio of length to width of dorsal shield in the Sykhote—Alyn, the Great Caucasus and Javakheti specimens is: 1.52, 1.57, 1.62 respectively, and the same ratio for the genitoventral shield: 1.20, 1.22, 1.29, for the metapodal shield: 1.32, 1.45, 1.60.

The morphometrical comparison of *E. stabularis* females originated from the three parts of the mite area has shown a measurement stabilization in Javakheti specimens. It can be easily noted if both $\frac{V_{max}}{V_{min}}$ ratio and coefficients of variation (the data of present and the previous [7] publications) are compared. The mite measurement stabilization seems to be connected with the adaptation to the particular environment in cool high mountains.

The results of our morphological and morphometrical studies on *E. stabularis* from the three parts of the mite area do not yet permit us to believe that there is more than one mite species in the material studied. Both the proximity in the distribution of dorsal shield length and the presence of the same variations in the shape of shields in different populations (so that these variations are uncorrelated with one another) have led us to the conclusion that in our material there is only the species possessing vast variability and connected with small rodents of Palaearctic great territory. The question about possible fitting the species studied to a certain species described for the *E. stabularis* complex will be considered in a following paper.

პ. საგდიაევა

გამაზური ტკიპის EULAE LAP S STABULARIS-ის
 (PARASITIFORMES, LAELAPTIDAE) მორფოლოგიური
 და მორფომეტრული შესწავლისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია გამაზური ტკიპის *E. stabularis*-ის მდედრების ცვალებადობა შორეულ აღმოსავლეთის (სიხოტე — ალინი) და კავკასიის, ძირითადად ჯავახეთის ზეგანის, მასალებზე. ზურგის ფარის სიგრძის მიხედვით ჯავახეთის ტკიპების განაწილება მოცემულია მრუდზე მკვეთრად გამოხატული ორი პიკით მრავალი ნიშნის მიხედვით ფარების გაზომვის შედეგად დადგენილია, რომ შორეული აღმოსავლეთის ეგზემპლარები სარწმუნოდ ჭარბობენ ზომით ჯავახეთის ეგზემპლარებს; ზოგიერთ შემთხვევაში გამოვლენილია სარწმუნო განსხვავებები დიდი კავკასიონისა და ჯავახეთის ეგზემპლარებს შორის.

ЗООЛОГИЯ

П. Д. САГДИЕВА

К МОРФОЛОГИЧЕСКОМУ И МОРФОМЕТРИЧЕСКОМУ
 ИЗУЧЕНИЮ ГАМАЗОВОГО КЛЕЩА EULAE LAP S STABULARIS
 (PARASITIFORMES, LAELAPTIDAE)

Резюме

Проведено изучение изменчивости клеща *E. stabularis* (по самкам) с использованием материалов с Дальнего Востока (Сихотэ-Алинь) и Кавказа, преимущественно с Джавахетского нагорья. Распределение по длине спинного щита клещей из Джавахетии отображается двувёршинной кривой. По большинству параметров щитов особи с Дальнего Востока достоверно крупнее особей с Кавказа; в некоторых случаях выявлены достоверные размерные различия между особями с Большого Кавказа и с Джавахетского нагорья.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Г. Брегетова. В кн. «Клещи грызунов фауны СССР». М.—Л., 1955.
2. Н. Г. Брегетова. Гамазовые клещи (Gamasoidea). М.—Л., 1956.
3. T. Wen. Acta Ent. Sinica. 19, № 3, 1976.
4. K. Uchikawa, G. Rack. Acarologia. 20, № 2, 1978.
5. K. Uchikawa. Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. A (Zool.). 4, № 1, 1978.
6. K. Uchikawa. Recent Advances in Acarology. 2, 1979.
7. P. Sagdieva, K. Bregvadze. Bull. Georgian Acad. Sci., 139, № 2, 1990.
8. П. Д. Сагдиева, Д. Х. Манвелян, Н. С. Церцвадзе. Сообщ. АН Грузии, 141, № 3, 1991.
9. Г. Ф. Лакни. Биометрия. М., 1980.

მ. გვინდოზაძე

პერიფერიული ლიმფოციტური ორგანოების ცვლილებები თიგალინისა
და პლაფერონის ზემოქმედებისას

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ჯავახიშვილმა 24.3.1992)

დღეისათვის განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს იმ პრეპარატების შესწავლა და სამკურნალო პრაქტიკაში დანერგვა, რომლებიც გავლენას ახდენენ იმუნური სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

ნაშრომში შესწავლილია პლაცენტური ინტერფერონის (პლაფერონის) [1] ზემოქმედება პერიფერიული ლიმფოციტური ორგანოების ულტრასტრუქტურასა და მათ მორფომეტრულ მახასიათებლებზე. ვსაზღვრავდით ელენთაში ფოლიკულების რაოდენობას, ჯორჯლის ლიმფური კვანძის კაფსულის, ქერქოვანი და ტვინოვანი შრეების სისქეს.

ექსპერიმენტული გამოკვლევები ჩატარდა 150—100 გ მასის 80 თეთრ მამრ უჯიშო ვირთაგავაზე. ცხოველები დაყოფილი იყო ოთხ ჯგუფად: 1) ინტაქტური, 2) საკონტროლო და ორი ექსპერიმენტული. ინტაქტურ ცხოველებზე არაუციურად ზემოქმედებას არ ეწარმოებდით, საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებში შეგვეყავდა 0,1 მლ ფიზიოლოგიური ხსნარი ყოველდღე, 7 დღის განმავლობაში, მესამე ჯგუფის ცხოველებში ყოველდღე კანქვეშ შეგვეყავდა პლაფერონი დოზით 0,02 მგ/100 გ მასაზე, მეოთხე ჯგუფში თიგალინი შეგვეყავდა 0,1 მგ/20 გ მასაზე. ცხოველებს ვკლავდით დეკაპიტაციის გზით ცდის დაწყებიდან 2 და 7 ინექციის შემდეგ, აგრეთვე პრეპარატების შეწყვეტიდან მე-14 და 30-ე დღეზე.

მასალას ვიკვლევდით შუქ-ოპტიკური და ელექტრონული მიკროსკოპული მეთოდებით. მორფომეტრული მიზნებისათვის პარამეტრებს ვადგენდით ოკულარმიკრომეტრის შკალის საშუალებით (16×20), საშუალოდ 50 მხედველობის ველში. სტატისტიკურად სარწმუნოდ ითვლება სხვაობა $P < 0,05$.

საკონტროლო ჯგუფის ცხოველების ჯორჯლის ლიმფური კვანძიდან აღებული მასალის შედეგები უჩრდდული შემადგენლობით და რეგიონალური კონსტრუქციით ლიტერატურული მონაცემების მსგავსია [2, 3]. აღინიშნებოდა ქერქოვანი ნივთიერების სიჭარბე, ფოლიკულები ნათელი ცენტრებით, რომლებშიც გაბნეულია ლიმფოციტები და მაკროფაგები, აგრეთვე ტვინოვან სიმებში დიდი რაოდენობით პლაზმური უჯრედები.

პლაფერონის შეყვანისას ყოველდღე 7 დღის განმავლობაში როგორც ჯორჯლის ლიმფური კვანძის, ასევე ელენთის B-დამოკიდებული ზონის უჯრედების მხრივ, თიგალინთან შედარებით, უფრო სუსტი რეაქცია შეიმჩნეოდა. სახელობრ, ლიმფური კვანძების ტვინოვან სიმებში აღინიშნებოდა ლიმფოციტური უჯრედების მიგრაციის გაძლიერება (მცირე და დიდი ლიმფოციტები), სინუსოიდების სანათურში მცირე და დიდი ლიმფოციტების რაოდენობის მომატება, ულტრასტრუქტურულად დიდი ლიმფოციტების უჯრედებში გამოვლინდა ლიმფობლასტები და პლაზმოციტები კარგად განვითარებული მარცვლოვანი ენდოპლაზმური ბადის არხებითა და მილაკებით, კონდენსირებული მიტოქონდრე-

ცხრილი 1

ვირთაგვის ელენთის ფოლიკულების რაოდენობა თიხალისა და პლაფერონის ზემოქმედების შემდეგ

ექსპერიმენტის ვადები	ვირთაგვის ელენთაში ფოლიკულების რაოდენობა	
	თიხალის ინექციის შემდეგ	პლაფერონის ინექციის შემდეგ
კონტროლი	7,83 ± 0,43	7,83 ± 0,43
7 დღე	2,54 ± 0,24*	6,14 ± 0,46*
14 დღე	3,00 ± 0,34*	4,00 ± 0,09*
30 დღე	3,60 ± 0,18*	8,21 ± 0,49

*—დამკვირვებელი განსხვავება კონტროლისაგან $0 < P < 0,05$

ცხრილი 2

ქორჯლის ლიმფური კვანძის სტრუქტურული კომპონენტების ზომები თიხალისა და პლაფერონის ზემოქმედების შემდეგ სხვადასხვა ვადაზე ვირთაგვებში

მაჩვენებლები (მკმ)	კონტროლი	ექსპერიმენტის ვადები თიხალის ინექციის შემდეგ			ექსპერიმენტის ვადები პლაფერონის ინექციის შემდეგ		
		7 დღე	14 დღე	30 დღე	7 დღე	14 დღე	30 დღე
ლიმფური კვანძის კაფსულის სისქე	13,5 ± 0,6	18,9 ± 0,4*	16,7 ± 0,7*	14,1 ± 0,4	16,8 ± 0,7*	15,3 ± 0,4*	14,9 ± 0,7
ლიმფური კვანძის ქერქოვანი შრის სისქე	867,7 ± 22,3	684,5 ± 26,1*	745,6 ± 28,7*	1040,5 ± 21,1*	740,6 ± 28,4*	789,3 ± 22,4*	927,3 ± 19,1*
ლიმფური კვანძის ტენოვანი შრის სისქე	1840,6 ± 28,4	1187,8 ± 17,4*	1367,8 ± 24,6*	1503,2 ± 21,4*	1387,9 ± 32,1*	1531,3 ± 23,5*	1780,1 ± 24,5*

*—დამკვირვებელი განსხვავება კონტროლისაგან $0 < P < 0,05$

ბით, ბირთვების ეუქრომატიზაციის მაღალი ხარისხით, ზოგიერთ ლიმფობლასტში ვლინდებოდა ბირთვაკეტიც. ელენთის ფოლიკულებში მოიმატა ნათელი ცენტრების პლაზმატიზაციის ხარისხმა.

მორფომეტრიული ანალიზის მონაცემებმა დაადასტურა ვიზუალური გამოკვლევის შედეგები. ადრე გამოქვეყნებულ ნაშრომში [4] განხილული იყო პერიფერიულ ლიმფოიდურ ორგანოებში — ელენთაში, ჯორჯლის ლიმფურ კვანძებსა და თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქოვან შრეში განვითარებული მორფოლოგიური ცვლილებები თიმუსის იმუნომამოძღვლორებელი პრეპარატის თიმალინის ზემოქმედებისას.

თიმალინის 7 ინექციის შემდეგ ელენთაში ფოლიკულების რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით (ცხრილი 1) დამაჯერებლად $O < p < 0,05$ შემცირდა, რაც ეთანხმება ჩვენს მონაცემებს ელენთაში ფოლიკულების დელიმფატიზაციისა და B-ლიმფოციტების დათრგუნვის შესახებ [4]. თიმალინის 7 ინექციიდან 14 და 30 დღის გავლის შემდეგ ელენთაში ფოლიკულების რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით შემცირდა. დინამიკაში განხილვისას 30 დღიან ვადაზე ფოლიკულების რაოდენობამ ელენთაში მონათვაში 2-ჯერ ნაკლები იყო.

თიმალინის 7 ინექციის შემდეგ ჯორჯლის ლიმფური კვანძის ქერქოვანი შრის სისქე დამაჯერებლად შემცირდა და ზემოქმედების შეწყვეტიდან 30 დღის გავლის შემდეგაც არ მაიღწია საკონტროლო მაჩვენებლის დონეს (ცხრილი 2). კაფსულის სისქე თიმალინის 7 ინექციის შემდეგ 40%-ით გაიზარდა საკონტროლოსთან შედარებით, 30 დღის გავლის შემდეგ კი დაუბრუნდა საკონტროლო მაჩვენებელს.

ამრიგად, თიმალინის ზემოქმედებისას პერიფერიულ ლიმფოიდურ ორგანოებში ხდება B-დამოკიდებული ზონების, ლიმფოციტებისა და პლაზმური უჯრედების რედუქცია. პლაფერონის ზემოქმედებისას, თიმალინთან შედარებით, ვირთაგვების ელენთაში ფოლიკულების რაოდენობა არ იცვლებოდა. პლაფერონის 7 ინექციის შემდეგ ელენთის ფოლიკულების რაოდენობა შემცირდა, მაგრამ პრეპარატის ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ ეს მაჩვენებელი საკონტროლოს გაუთანაბრდა.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გამოავლინა, თიმალინის ხანგრძლივი ზემოქმედებისას დამთრგუნველი ეფექტი B-ტიპის იმუნურ უჯრედებზე. პლაფერონის ზემოქმედებისას ინტაქტურ ორგანიზმზე აღინიშნებოდა იმუნოციტების გააქტივება და მათი მიგრაციის გაძლიერება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ა. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული
 მორფოლოგიის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 24.3.1992)

ЦИТОЛОГИЯ

М. Г. МШВИДОБАДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЛИМФОИДНЫХ ОРГАНОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТИМАЛИНА И ПЛАФЕРОНА

Резюме

7-кратная инъекция тималина и плаферона у здоровых крыс-самцов вызывала делимфатизацию фолликулов БЛУ и селезенки, уменьшение числа больших лимфоцитов В-зависимой зоны, снижение степени плазматизации фолликулов селезенки.

В Т-зависимой зоне БЛУ возрастало число малых лимфоцитов и макрофагов, обнаружены признаки жировой дистрофии селезенки и БЛУ.

Изучены морфологические параметры селезенки и БЛУ в разные сроки после 7 инъекций плаферона и тималина в дозе 0,2 мг/100 г массы и 0,1 мг/20 г соответственно.

CITOLOGY

M. MSHVIDOBADZE

CHANGES OF THE PERIPHERAL LYMPHOID ORGANS AFTER THE INFLUENCE OF TIMALIN AND PLAFERON

Summary

7 injections of Timalin and Plaferon to healthy male rats causes de-lymphatisation of the follicules and reduction of the number of big lymphocytes of B-dependent zone of the spleen.

Increased number of small lymphocytes and macrophages is seen in T-dependent zone. Fat dystrophy in spleen and lymphoid node was also observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Бахуташвили, Д. Г. Мерабишвили. *Вопр. вирусол.*, № 6, 1985, 693—697.
2. М. Р. Салин, Н. А. Юрина, Л. Е. Этинген. *Лимфатический узел.* М., 1978, 239.
3. Г. Ш. Давитая. *Автореферат докт. дисс.* М., 1989, 22.
4. М. Г. Мшвидობაძე. *Сообщения АН Грузии*, 142, № 2, 1991, 405—408.

В Т-зависимой зоне БЛУ возрастало число малых лимфоцитов и макрофагов, обнаружены признаки жировой дистрофии селезенки и БЛУ.

Изучены морфологические параметры селезенки и БЛУ в разные сроки после 7 инъекций плаферона и тималина в дозе 0,2 мг/100 г массы и 0,1 мг/20 г соответственно.

CITOLOGY

M. MSHVIDOBADZE

CHANGES OF THE PERIPHERAL LYMPHOID ORGANS AFTER THE INFLUENCE OF TIMALIN AND PLAFERON

Summary

7 injections of Timalin and Plaferon to healthy male rats causes de-lymphatisation of the follicules and reduction of the number of big lymphocytes of B-dependent zone of the spleen.

Increased number of small lymphocytes and macrophages is seen in T-dependent zone. Fat dystrophy in spleen and lymphoid node was also observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Бахуташвили, Д. Г. Мерабишвили. *Вопр. вирусол.*, № 6, 1985, 693—697.
2. М. Р. Сапин, Н. А. Юрина, Л. Е. Этинген. *Лимфатический узел*, М., 1978, 239.
3. Г. Ш. Давитая. Автореферат докт. дисс. М., 1989, 22.
4. М. Г. Мшвидобаძე. *Сообщения АН Грузии*, 142, № 2, 1991, 405—408.

თ. კარბაქიძე, ვ. თევზაძე, მ. ლოგანიძე, ო. ნოღაარაშვილი,
ჟ. ბანიასვილი

გაიმუნებში HELICOBACTERIA PYLORIS არსებობის შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ჭანიშვილმა 19.12.1991)

დღესდღეობით დადგენილია კუჭში კანცეროგენული ნიტროზონაერთების სინთეზის შესაძლებლობა ნიტრიტების ამინებთან ურთიერთქმედების შედეგად (Sander et al [ციტ. 1]). ამინები ჩვეულებრივ საკმაო რაოდენობითაა საკვებში. ნიტრიტები ასევე შეიძლება დამატებულ იქნას საკვებ პროდუქტებზე (ხშირად კონსერვანტების სახით) ან წარმოიქმნას ნიტრატებიდან მათი აღდგენის შედეგად ზოგიერთი ბაქტერიის გავლენით [1].

არსებობს შეხედულება, რომ ერთ-ერთი ბაქტერია, რომელიც აღადგენს ნიტრატებს ნიტრიტებად არის *Helicobacter Pyloris* (*H. Pyloris*).

1983 წელს ავსტრალიელმა მეცნიერებმა პათოლოგანატომმა Warren J. და გასტროენტეროლოგმა Marschall აღმოაჩინეს S-ფორმის სპირალური ბაქტერიების დიდი რაოდენობა კუჭის ანტრალურ ნაწილში B-ტიპის ქრონიკულ გასტრიტიან ავადმყოფებში. პირველად გამოითქვა აზრი, რომ მსგავსი ბაქტერიები პათოგენურია. 1985 წელს ეს მიკროორგანიზმები შეყვანილ იქნა საერთაშორისო ტაქსონომიაში *Campilobacteria pyloris* სახელით [2].

მაგრამ რწმ გენურმა ანალიზმა დაადასტურა ამ ბაქტერიების *Compilobacter* ოჯახში ყოფნის შესაძლებლობა. ისინი უფრო მოგავგონებენ *Veilenella succinogenys* (რომელთა ვიბრიონები ცხოვრობენ მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის წინა კუჭში), სხვა 4 ტაქსონომიური ნიშნით მსგავსება მათ არ აღმოაჩნდათ. არც ისე დიდი ხნის წინ გაჩნდა ახალი სახელი *Helicobacter pyloris*, ნაცვლად *Campilobacter*. ტერმინი *Helicobacter* შეიცავს *helico* სპირალისმსგავს ფორმას *in vivo* და *bacter* — ჩხირის ფორმას *in vitro* [3]. *H. pyloris* წარმოადგენს მცირე ზომის გრამ უარყოფით ბაქტერიას საცეცებით ერთ ბოლოზე, არ წარმოქმნის სპორას, მოხრილი ფორმისაა, სიგრძით 3,5 მკრ, სიგანით 2,5—1 მკრ, აქვს მკვრივი გარსი გუანინციტოზინის სხვადასხვა შემცველობით, მიკროაერთფილით, ცუდად იზრდება თხევად ნიადაგზე, ყველაზე უკეთ ზრდა წარმოებს სისხლიან ან შოკოლადიან აგარზე და მოიცავს 2—5 დღეს Skirrow მეთოდით. პისტოლოგიურ პრეპარატებში ბაქტერიები გვინდება Warthin და გრიმელიუსის მეთოდით შევერცხლით, ასევე გვინდება გიმზას, ბრანშეს და ვიაგერტის წესით, ან ჰემატოქსილინ-ეოზინით შეღებვისას [3, 4].

დღესდღეობით ნაწილობრივ დადგენილია მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფს *H. pyloris* არსებობას კუჭის შიგთავსის მკაფე გარემოში, მაშინ როცა ნორმალური ყველა მიკროორგანიზმი ილუგება კუჭში მოხვედრიდან რამოდენიმე წუთის შემდეგ. „ავრსიის ფაქტორებში“ შედის: 1. სხვა მიკროორგანიზმებისაგან განსხვავებით პროტეაზას ჰარბი რაოდენობით გამოიმუშავება, რომლის საშუალებითაც ბაქტერია წარმატებით გადალახავს ლორწოვან ბარიერს და თავსდება ლორწვევა შრეში, სადაც pH ნეიტრალურთან ახლო-



სა. *H. pylori* ბინადრობს ნეიტრალურ გარემოში. 2. ურეაზს გამოიმუშავებს, რომელიც საკვებ პროდუქტებში არსებულ შარდოვანას ხლიჩავს ამიაკად და CO_2 , რომლებიც ქმნიან მიკროორგანიზმის ირგვლივ დამატებით დამცველ შრეს. სწორედ *H. pylori* ურეაზპოზიტიურობა იძლევა საშუალებას ბიოპტატებში მისი სწრაფი დიაგნოსტიკებისა. 3. სუპეროქსიდისმუტაზის და კატალაზის გამოიმუშავება ხელს უშლის ნეიტროფილობას და ფაგოციტების ეფექტურ მუშაობას [5].

აღნიშავენ, რომ *H. pylori* ინფიცირებისას ლორწოვან გარსში H^+ მცირდება ან ითრგუნება, რომელიც შეიძლება გახდეს შედეგი ამიაკის შემცველობის მომატებისა და მის მიერ H^+ ნეიტრალიზაციისა. ამიაკი ტოქსიურია კუჭის ეპითელიუმისათვის [6].

გამოქვეყნებული შრომების მიხედვით ადამიანებში კუჭის ანტრალური ნაწილის შეუცვლელ ლორწოვან გარსში *H. pylori* გვხვდება 0—20% შემთხვევაში, ქრონიკული არააქტიური გასტრიტისას 47%, ძირითადად B ტიპის დროს, A ტიპის შემთხვევაში ძალზე იშვიათად, მწვავე გასტრიტისას — 99%, 12-გოჯას წყლულის დროს 76—100% და კუჭის წყლულისას — 67—97% [2,7].

H. pylori აღმოჩენილი იქნა ავადმყოფებში კუჭის მაღალდიფერენცირებული ადენოკარცინომისას, როგორც სიმსივნის ქსოვილში, ასევე მის მეზობლად ლორწოვან გარსში, სადაც გამოხატული იყო მწვავე გასტრიტის სურათი [8]. *H. pylori* შეიძლება თამამობდეს გარკვეულ როლს კუჭის კიბოს პათოგენეზში, განსაკუთრებით ახალგაზრდა ავადმყოფების ჯგუფში [9].

მიუხედავად *H. pylori* ფართო გავრცელებისა, მისი გავრცელების წყარო უცნობია, ამიტომ მათ ასევე უწოდეს „კოსმიური მომსვლელები“ [2].

H. pylori შესახებ ადამიანებში დაავადებებისას ხელმისაწვდომ მასალებში აღმოვაჩინეთ მონაცემები მსგავსი სპირალური ბაქტერიების გამოყოფისა ქცივის (*Mustelac*) კუჭიდან [10], მაკაებიდან: *Macaca mulatta* [11], *Macaca nemestrina* [12], *Macaca fascicularis* [10], ბაბუნებიდან (*Papio*) და ღორებიდან [10].

ჩვენ დავისახეთ ამოცანა *H. pylori* შეგვესწავლა მაიმუნებში კანცეროგენების წინამორბედებიდან ენდოგენური წარმოქმნის შემდგომი გამოკვლევისათვის და ამ მიკროორგანიზმის როლის შესახებ ამ პროცესში.

მასალა და მეთოდიკა. ცდები ვაწარმოეთ *Macaca fascicularis* ჯიშის მაიმუნებზე. 20 ცხოველიდან 7 ორი წლის განმავლობაში ლეზულობდა ეზოფაგოტრობულ კანცეროგენებს: მეთილბუტილნიტროზამინს (მზნა) და ეთილენფორინიტროზოსარკოზინს (მენს). 10 მაიმუნი ერთი წლის განმავლობაში ლეზულობდა გასტროტრობულ კანცეროგენს — ეთილნიტრონიტროზოგუანიდინს (მენზ), ხოლო 3 იყო პრაქტიკულად ჯანმრთელი — საკონტროლოდ. ჩავატარეთ საყლაპავის და კუჭის ენდოსკოპიური კვლევა ფიბროგასტროსკოპით „Olimpus“ BR—JTR. ვიღებდით რამდენიმე ნაჭერს კუჭის პილოროანტრალური ნაწილის ლორწოვანიდან. ნაჭრებს ვათავსებდით 10% ფორმალინში და ვყალიბებდით ცელოიდინში. ანათლებს ვღებავდით ჰემატოქსილინით და ეოზინით.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა. ურეაზის ტესტი 3 და 24 საათის შემდეგ სხვადასხვა ცხოველებში წარმოდგენილია ცხრილში, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ მაღალი ურეაზული აქტივობა აღინიშნება ცხოველთა უმეტეს ნაწილში. მიკროსკოპულად კარგად იყო გამოხატული კუჭის ლორწოვანის ჰიპერლაზია, ზოგჯერ ჯირკვლოვანი პოლიპების გაჩენითაც.

ურეაზის ტესტი სხვადასხვა ჯგუფის მაიმუნებში

მაიმუნების რაოდენობა	კანცეროგე- ნის სახეობა	ურეაზის ტესტი		კუჭის ლორწოვანის მიკ- როსკოპული ცვლილებები
		3 საათი	24 საათი	
7	მზნა და მძნს	4	7	ჭირკვლოვანი პიპერლაზია, ჭირკვლოვანი პოლიპების წარმოქმნით
10	მძნს	5	3	
3	კონტროლი	1	2	

ამრიგად, მაიმუნის ორგანიზმში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც მოდელი წინამორბედიდან კანცეროგენის ენდოგენური წარმოქმნის დასადასტურებლად და *H. pylori* როლის შესახებ ამ პროცესში.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანმრთელობის დაცვის და
სოც. უზრუნველყოფის სამინისტროს ონკოლოგიის
სამეცნიერო ცენტრი
თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 19.12.1991)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. С. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, В. Б. ТЕВЗАДЗЕ, М. З. ЛОБЖАНИДЗЕ,
И. В. НОДАРАШВИЛИ, Д. Ш. БЕНИАШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ НАЛИЧИЯ HELICOBACTER PYLORIS У ОБЕЗЬЯН

Резюме

Изучено наличие *H. pylori* у обезьян вида *Macaca fascicularis*. Установлена высокая уреазная активность. Рекомендуются использовать организм обезьяны как модель для уточнения эндогенного образования канцерогенов из предшественников и роли в этом процессе *H. pylori*.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. KERESOLIDZE, V. TEVZADZE, M. LOBZHANIDZE,
I. NODARASHVILI, D. BENIASHVILI

HELICOBACTER PYLORIS PRESENCE IN MONKEYS

Summary

The presence of *H. pylori* in monkeys (*macaca fascicularis*) was studied and high ureasa activity was confirmed. The organism of the monkey may be used as a model in experimental studies to specify the intragastral formation of cancerogens from precancerogens and to study a role of *H. pylori* in that process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. К. Джиоев, Г. Б. Плисс. Практические и научные основы профилактики канцерогенных воздействий. Л., 1984.
2. Л. И. Аруни. Архив патологии, т. 52, № 10, 1990, 3—8.

3. C. Goodwin *et al.* Lancet, v. 2, № 8620, 1989, 1019—1020.
4. А. С. Логинов, Л. И. Аруин, И. А. Смотрова. Клиническая медицина, № 8, 1987, 20—25.
5. М. В. Серебрянская, А. П. Португалов. МРЖ, раздел XVII, № 10, № 10, 1988, с. 1—8.
6. L. Thomson *et al.* Scand. J. Gastroenterology, v. 24, № 6, 1989, 761—762.
7. S. Wyatt *et al.* Lancet, v. 16, 1988, 118—119.
8. N. Mazen *et al.* J. Egypt. Med. Assoc., v. 72, № 55, 1989, 459—465.
9. R. Loffield *et al.* Histopathology, v. 17, № 6, 1990, 537—541.
10. C. Goodwin *et al.* J. clin. Microbiol., v. 27, 1989, 938—943.
11. B. Newell *et al.* J. clin. Microbiol., 1988, v. 27, p. 41—44.
12. M. Bronsdon P. Achveknecht, J. clin. Microbiol. v. 26, 1988, 1725—1728

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

З. Г. МГАЛОБЛИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ КОРКОВОГО ВЕЩЕСТВА
НАДПОЧЕЧНИКА ПРИ ГОЛОДАНИИ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 17.1.1992)

Голодание немедленно нарушает баланс энтропии в организме. Зависимость жизнедеятельности любого млекопитающего от питания так велика, что не нуждается в комментариях. В ответ на нарушение баланса между организмом и внешней средой существенно меняется уровень функциональной активности надпочечника. Однако в большинстве исследований анализ изменений надпочечника проведен без учета возраста животного. Между тем, известно, что реактивность как организма в целом, так и его отдельных органов и, в частности, надпочечника во многом определяется возрастом животного.

Исследование выполнено на крысах-самцах линии Вистар. Изучены возрастные особенности морфологической перестройки надпочечника в ответ на полное голодание. Для этой цели использовались крысы двух возрастных групп: 1 и 24 месяцев. В каждой группе было по 21 животному, которые забивались спустя 1, 2 и 4 суток после голодания.

Ультратонкие срезы изготовлялись с помощью ультратома ЛКВ-III, окрашивались насыщенным раствором уранилацетата на метаноле и цитратом свинца [1], просматривались в просвечивающем электронном микроскопе ПЭМ ЭМВ-100АК и сканирующем электронном микроскопе (СЭМ).

По данным ПЭМ, у 1-месячных крыс спустя 1 сутки после голодания ядра эпителиальных клеток имеют округлую форму, хроматин диспергирован. Гетерохроматин в основном сосредоточен вдоль кариолеммы, ядрышко без признаков сегрегации. Ядра некоторых спонгиозитов пикнотичны. Цитоплазма большинства эпителиоцитов заполнена округлыми митохондриями средней величины, занимающими большую часть цитоплазмы. Центральная часть отдельных митохондрий содержит электронно-плотные участки, расположенные в виде параллельных стержней. Большинство клеток содержит значительное количество жировых капель, часть из которых контактирует друг с другом и сливается между собой. Под СЭМ такие «нафаршированные» жировыми каплями спонгиозиты особенно часто обнаруживаются в клубочковой зоне. На нативных препаратах четко видно, как жировые капли сливаются между собой, что приводит к формированию сетчатой структуры внутри клеток. Синусоидные капилляры выстланы эндотелиальными клетками, ядра которых имеют многочисленные инвагинации и хорошо развитый слой гетерохроматина вдоль кариолеммы. Цитоплазма эндотелиоцитов содержит митохондрии с расширенным межмембранным пространством, а также обычный набор эндотелиальных клеток.

Через 2 суток после начала голодания описанные изменения усугубляются. При этом усиливается пикноз ядер клеток всех зон коркового вещества, постепенно уменьшается число липидных капель в клетках пучковой зоны, тогда как в клетках клубочковой и сетчатой зон структура клеток по сравнению с предыдущим сроком не изменяется. В перисинусоидных пространствах часто обнаруживаются

лимфоциты. В пределах сетчатой зоны коркового вещества существенно возрастает порозность эндотелиальной выстилки синусоидных капилляров. На нативных препаратах СЭМ эта тенденция хорошо заметна. Поры не имеют диафрагм и характеризуются тенденцией к формированию кластеров (рис. 1). Об увеличении порозности стенок капилляров свидетельствуют и коррозионные препараты.

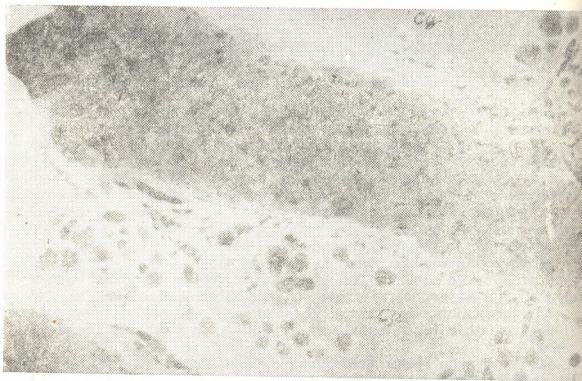


Рис. 1. Коровое вещество надпочечника 1-месячной крысы после 2-дневного голодания. СЭМ нативных препаратов. Увеличение порозности стенок гемокapилляров ПЗ (X3000)

Спустя 4 суток после голодания общий план строения коркового вещества сохранен. Однако изменения в спонгиоцитах по сравнению с предыдущим сроком довольно существенны. Объем цитоплазмы уменьшается, ядра большинства клеток пикнотичны, синусоиды резко расширены, нередко содержат сладжированные эритроциты. Цитоплазма спонгиоцитов мутная, содержит небольшое количество жировых капель. Наряду с этим, часть эпителиальных клеток содержит обычное число светлых и повышенное число темных жировых капель. В ядрах спонгиоцитов увеличено количество гетерохроматина. В цитоплазме значительно снижены число и размер липидных капель. Наряду с увеличением сладжа эритроцитов, отмечаются отдельные экстравазально лежащие эритроциты. Увеличенная порозность синусоидных капилляров четко определяется СЭМ на нативных препаратах.

Через 1 сутки голодания у 24-месячных животных обнаруживаются морфологические признаки активации коркового вещества. Уменьшается содержание липидных капель в спонгиоцитах пучковой зоны. Порозность стенок кровеносных капилляров несколько увеличивается. Клубочковая зона практически не изменена. Не обнаруживается существенного изменения диаметра микрососудов коркового вещества на коррозионных препаратах.

Через 2 суток наблюдается некоторая стабилизация отмеченных изменений: восстанавливается пул липидных капель в пучковой зоне, нормализуется структура спонгиоцитов клубочковой зоны. В то же время имеет место нарушение структуры микроциркуляторного русла.

Порозность стенок капилляров повышена. Это приводит к образованию локального отека перикапиллярного пространства и образованию экстравазатов инъекционной массы.

К концу 4 суток голодания морфологические изменения в корковом веществе надпочечников старых крыс резко выражены. Значительно снижается содержание липидных капель в цитоплазме спонгицитов пучковой зоны. В цитоплазме же клеток клубочковой зоны величина липидных капель увеличивается. Они сливаются друг с другом, достигая значительного размера. В спонгиоцитах пучковой зоны нарастают явления цитолиза, что приводит к накоплению клеточного детрита в межклеточном пространстве. Дианез эритроцитов в перикапиллярное пространство достигает значительной выраженности. В цитоплазме спонгиоцитов клубочковой зоны формируется множество вторичных лизосом. Остатки разрушившихся эпителиальных клеток сбрасываются в просвет синусоидных капилляров (рис. 2). В боль-

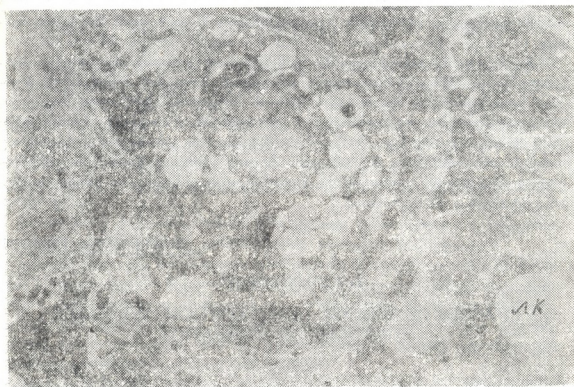


Рис. 2. Коровое вещество надпочечника 24-месячной крысы после 4-дневного голодания. ПЭМ. Остатки спонгиоцитов в просвете гемокapилляров ($\times 12300$)

шинстве спонгиоцитов клубочковой зоны митохондрии приобретают резко конденсированный матрикс. На ультратонких срезах четко определяется активация процесса слияния липидных капель в цитоплазме клеток.

Результаты проведенного исследования показали, что корковое вещество животных различных возрастных групп по-разному реагирует на полное голодание. У молодых животных в первый же день быстро развивается реакция активации, затем наступает лишь некоторая стабилизация, а к концу опыта нарастают некробиотические изменения компонентов коркового вещества. У старых крыс в начале опыта реакция выражена слабо, регрессия тоже почти не отмеча-



енся, но быстро наступает срыв компенсаторно-приспособительных изменений, что ведет к цитолизу и некрозу спонгиозитов.

Академия наук Грузии
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 18.1.1992)

მასპარეზობს მდივანი

ზ. მგალობლიშვილი

თირკმელზედა ჯირკვლის ქირკოვანი ნივთიერების სტრუქტურის ცვლილებები შიმშილის შემდეგ

რეზიუმე

ცდები ჩატარებულია 42 მამალ 1- და 24-თვიან ვირთაგვაზე. თითოეულ ასაკობრივ ჯგუფში ცხოველები იკვლევოდნენ 1, 2 და 4 დღის შიმშილის შემდეგ.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ 1-თვიან ცხოველებში პირველივე დღეს სწრაფად ვითარდება აქტივაციის პროცესი, შემდგომ ეს პროცესი სტაბილირდება, ხოლო ცდის ბოლოს მატულობს ქერქოვანი ნივთიერების კომპონენტების ნეკრობიოტური ცვლილებები. 24-თვიან ცხოველებში ცდის დასაწყისში რეაქცია შიმშილზე სუსტად არის გამოხატული, რეგრესიაც თითქმის არ აღინიშნება, მაგრამ ცდის ბოლოს სწრაფად წარმოებს კომპენსატორულ-შეგუებითი ცვლილებების ჩაეარდნა, რასაც მიყვავართ სპონგიოციტების ციტოლიზსა და ნეკროზთან.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Z. MGALOBlishVILI

CHANGES OF ADRENAL GLAND CORTICAL SUBSTANCE STRUCTURE ON STARVATION

Summary

Studies have been carried out on 42 rat males aged 1 and 24 months. From each age group animals were killed 1, 2 and 4 days post starvation.

The results of our investigations have shown that cortical substance of animals from various age groups shows different responses on the absolute starvation. On the first day young animals had the rapidly developing response of activation, then insignificant stability took place, and by the end of the test necrobiotic changes of cortical substance components were shown to be increased. At the beginning of the test reaction is usually weakly expressed, regression is almost absent, but the derangement of compensatory adaptive changes rapidly ensues resulting in spongiocyte cytolysis and necrosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Уикли. Электронная микроскопия для начинающих М., 1975.

ბ. ჯაფარიძე, ლ. კვიციანი, თ. გელაძე, ზ. კვიციანი

კარბამაზეპინის გავლენა თავის ტვინის ღეროს სმენის გამოწვეულ კოტინინალზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. ონიანმა 31.12.1991)

ლიტერატურის მონაცემებით [1], ეპილეფსიით დაავადებულებში ადგილი აქვს სენსორულ გამოწვეულ პოტენციალთა ამპლიტუდების მომატებას და ბიკურ ლატენცურ პერიოდთა გახანგრძლივებას. აღნიშნული ცვლილებები საკუთრივ ეპილეფსიით [2] ან ანტიკონვულსანტების მოქმედებით [3] იყო ახსნილი. უკანასკნელი შეხედულება დადასტურდა ფიზიოლოგიური [4; 5], რომელთა მიხედვით ანტიკონვულსანტური პრეპარატი ფენიტონი (დიფენინი) ახანგრძლივებს ტვინის ღეროს სმენის გამოწვეული პოტენციალის (ღსგპ-ის) და სომატოსენსორული გამოწვეული პოტენციალის პიკთაშუა ინტერვალებს. ფართოდ გამოყენებული მეორე ანტიკონვულსანტის — კარბამაზეპინის (ტეგრეტოლის) გამოწვეულ პოტენციალებზე მოქმედების შესახებ განსხვავებული შედეგები იქნა მიღებული. ზოგმა ავტორმა [5] ეპილეფსიით დაავადებულებში ამ პრეპარატის მიღებისას ვერ გამოავლინა ღსგპ-ისა და სომატოსენსორული პოტენციალის მნიშვნელოვანი ცვლილება. სხვებმა [3] კარბამაზეპინით მკურნალობის ფონზე აღნიშნეს ცალკეულ ტალღათა პიკთაშუა ინტერვალების გახანგრძლივება.

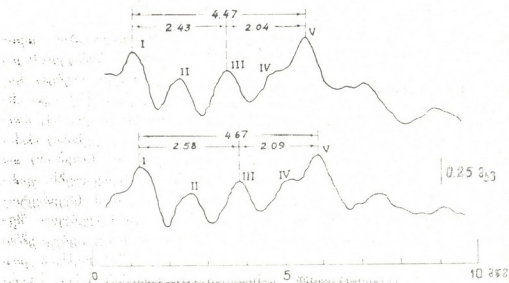
წინამდებარე ნაშრომის მიზანი ეპილეფსიით დაავადებულ არანამკურნალებ ავადმყოფებში ღსგპ-ზე კარბამაზეპინის გავლენის შესწავლა იყო.

გამოკვლევულ იქნა პარციალური ეპილეფსიით დაავადებული 14—48 წლის ასაკის 21 ავადმყოფი — 9 ქალი, 12 მამაკაცი. მკურნალობის დაწყებამდე ავადმყოფებს აღენიშნებოდათ არანაკლებ ორი სპონტანური არაპროვოცირებული ეპილეფსიური გულყრისა. 19 ავადმყოფს დაუდგინდა პარციალური გულყრა მეორადი გენერალიზაციით, ორს — გენერალიზაციის გარეშე. ავადმყოფებს დაენიშნათ კარბამაზეპინი 600—800 მგ დღეში.

ღსგპ-თა გამოყვანა ხდებოდა ზედაპირული ელექტროდების საშუალებით. აქტიური ელექტროდი ფიქსირდებოდა ვერტეპქსზე, რეფერენტული და დამმარწყვლილი ელექტროდები — შესაბამისად სტიმულირებული ყურის თანამოსახეულ და მოპირდაპირე ყურის ბიბილოზე. გამიზიანებულად გამოიყენებოდა ბგერითი ტაკტუნი, რომლის საწყისი ფაზა გაიშვიათება იყო. ტაკტუნი მიიღებოდა ბგერის წყაროზე (ტელეფონზე) 100 მკვმ-ის ხანგრძლივობის მართკუთხა ელექტრული იმპულსის მოქმედებით. სტიმულის მიწოდების სიხშირე 10 ჰც-ს შეადგენდა, ინტენსივობა — 70 დბ-ს (ნორმალური სმენის ზღურბლის მიმართ). გამამდიერებლის ფილტრების სიხშირული დიაპაზონი 53 ჰც-იდან 1.6 კც-მდე იყო. ღსგპ-თა რეგისტრაცია წარმოებდა სპეციალიზირებული კომპიუტერული სისტემის (BASIS EP) საშუალებით. ანალიზის დრო შეადგენდა 10 მკვმ-ს ათვლის (ქვანტირების) ბიჯი — 10 მკვმ-ს, გასაშუალოების რიცხვი — 2000-ს. როგორც ერთი, ისე მეორე ყურის გაღიზიანებისას ორ-ორი ღსგპ ჩაიწერებოდა. ღსგპ-თა ჩაწერა კარბამაზეპინით მკურნალობის დაწყებამდე ერთი კვირით ადრე და პრეპარატის სრული დოზის მიღებიდან არანაკლებ ერთი კვირის შემ-

დევ ხდებოდა. ღსგბ-თა პარამეტრების ათვლა კომპიუტერის დისპლენზე სორის საშუალებით წარმოებდა. განისაზღვრებოდა პოტენციალთა I, III და V ტალღების პიკური ლატენტური პერიოდები და ამპლიტუდები, ამ ტალღათა პიკთაშუა ინტერვალები (I—III, I—V და III—V) და ამპლიტუდათა შეფარდებები (I/III, I/V, III/V). მიღებული ციფრობრივი მონაცემები სტოუდენტის შეწყვილებული 1-ტესტით დამუშავდა.

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით, კარბამაზეპინით მკურნალობის ფონზე ადგილი აქვს ღსგბ-თა როგორც I, ისე, განსაკუთრებით, III და V ტალღების პიკურ ლატენტურ პერიოდთა გახანგრძლივებას (იხ. სურათი). ლატენტურ



სურ. 1. ეპილეფსიით დაავადებული ავადმყოფის ღსგბ-ები მკურნალობამდე და კარბამაზეპინით მკურნალობის ფონზე (შესაბამისად ზედა და ქვედა მრუდი). I—III, III—V და I—V პიკთაშუა ინტერვალები აღნიშნულია მწ-ში.

პერიოდთა მომატება სტატისტიკურად სარწმუნო იყო (იხ. ცხრილი). სტატისტიკურად სარწმუნოდ მატულობდა აგრეთვე I—III და I—V პიკთაშუა ინტერვალები. III—V პიკთაშუა ინტერვალის გახანგრძლივება სარწმუნოობის ზღვარზე იყო. მკურნალობამდე და მკურნალობის ფონზე ჩაწერილ ღსგბ-თა შორის არ გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა I, III და V ტალღების ამპლიტუდების აბსოლუტურ მაჩვენებლებში. ასევე უცვლელი რჩებოდა I/III, I/V და III/V ამპლიტუდების შეფარდებები.

მკურნალობის ფონზე ჩატარებული გამოკვლევისას კარბამაზეპინის შემცველობა სისხლის შრატში განესაზღვრა 11 ავადმყოფს. ყველა შემთხვევაში პრეპარატის კონცენტრაცია ნორმის ფარგლებში (4.1—11.0 მგ/ლ) იყო. არც ერთ ავადმყოფს ღსგბ-ის განმეორებით ჩაწერისას არ აღენიშნა კარბამაზეპინისათვის დამახასიათებელი გვერდითი მოვლენები (თავბრუნ, ძილიანობა, ნისტაგმი).

ამგვარად, ჩვენი მონაცემებით, ანტიკონვულსიური პრეპარატი კარბამაზეპინი ახანგრძლივებს ღსგბ-ის პიკურ ლატენტურ პერიოდებს და პიკთაშუა ინტერვალებს. აქედან გამომდინარე შეიძლება ვაკეთდეს დასკვნა, რომ კარბამაზეპინი დამთრგუნველ გავლენას ახდენს ღსგბ-ის გენერაციის სისტემაზე.

ღსგბ-ის წარმოშობის შესახებ განსხვავებული აზრი არსებობს (იხ. [6]). მკვლევართა ერთი ნაწილი თვლის, რომ ღსგბ-ის I, II, III, IV და V ტალღების გენერატორს შესაბამისად სმენის ნერვი, კოხლეარული ბირთვი, ზედა ოლივიარული კომპლექსი, ლატერალური მარყუეი და ქვედა ორგანოაკი წარმო-

დგენს. სხვა ავტორებს ლსგპ-ის ადრეული კომპონენტების გენეზი დაახლოებით ამგვარადვე წარმოდგენიათ, მაგრამ საეჭვოდ მიიჩნიათ ქვედა ორგორაკის როლი პოტენციალის გვიანი კომპონენტების, კერძოდ, V ტალღის წარმოშობაში. თუ ნათქვამს მივუსადაგებთ ჩვენ მიერ მიღებულ მონაცემებს, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კარბამაზეპინი ახანგრძლივებს ცენტრალურ ნერვულ გამტარობას თავის ტვინის ღეროს პონტო-მეზინცეფალურ არეში სმენის ნერვიდან შიგნითა დამუხლულ სხეულამდე ან ქვედა ორგორაკამდე.

ცხრილი

ღსგპ-ის პარამეტრები (საშუალო არითმეტიკული \pm სტანდარტული გადახრა) ეპილესიით დაავადებულუბში მკურნალობამდე და კარბამაზეპინით მკურნალობის ფონზე

ლატენტური პერიოდი, მწმ	I	III	V
მკურნალობამდე	1.71 ± 0.13	3.85 ± 0.17	5.74 ± 0.25
მკურნალობის ფონზე	1.75 ± 0.15	3.93 ± 0.17	5.84 ± 0.27
P	<0.01	<0.001	<0.001

პიკთაშუა ინტერვალი, მწმ	I-III	I-V	III-V
მკურნალობამდე	2.14 ± 0.17	4.03 ± 0.24	1.89 ± 0.18
მკურნალობის ფონზე	2.18 ± 0.20	4.09 ± 0.27	1.91 ± 0.17
P	<0.005	<0.001	>0.05

ამპლიტუდა, მკვ*	I	III	V
მკურნალობამდე	0.46 ± 0.19	0.47 ± 0.19	0.53 ± 0.18
მკურნალობის ფონზე	0.43 ± 0.19	0.44 ± 0.17	0.51 ± 0.16

ამპლიტუდის შეფარდება*	I-III	I-V	III-V
მკურნალობამდე	1.08 ± 0.56	0.94 ± 0.56	0.92 ± 0.40
მკურნალობის ფონზე	1.10 ± 0.70	0.85 ± 0.35	0.87 ± 0.35

* ყველა განსხვავება სტატისტიკურად არასარწმუნოა.

ჩვენ მონაცემებით, კარბამაზეპინი ახანგრძლივებს ღსგპ-ის არა მარტო III და V ტალღების პიკურ ლატენტურ პერიოდებს, რაც ადრეც იქნა ნაჩიხი [3, 7], არამედ I ტალღის პიკურ ლატენტურ პერიოდსაც. I ტალღას სმენის ნერვი წარმოშობს [6], ამდენად უნდა ვივარაუდოთ, რომ კარბამაზეპინი, ფენიტონინის მსგავსად [4], მოქმედებს არა მარტო ცენტრალურად, არამედ პერიფერიულადაც — სმენის ნერვზე ან. შესაძლოა, სულაც ლოკოკინაზე.

აკად. პ. სარაჯიშვილის სახ.
კლინიკური და ექსპერიმენტული
ნევროლოგიის ინსტიტუტი



Г. А. ДЖАПАРИДЗЕ, Д. Т. КВЕРНАДЗЕ, Т. Ш. ГЕЛАДЗЕ,
З. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ КАРБАМАЗЕПИНА НА СТВОЛОМОЗГОВОЙ СЛУХОВОЙ ВЫЗВАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Резюме

У больных эпилепсией исследован стволово-мозговой слуховой вызванный потенциал до и на фоне лечения карбамазепином. На фоне лечения отмечено повышение пиковых латентных периодов регистрируемых потенциалов и удлинение межпиковых интервалов. Заключается, что карбамазепин действует как периферически, на слуховой нерв, так и преимущественно центрально, на проведение в стволе головного мозга.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. JAPARIDZE, D. KVERNADZE, T. GELADZE, Z. KEVANISHVILI

THE EFFECTS OF CARBAMAZEPINE UPON BRAINSTEM AUDITORY EVOKED POTENTIAL

Summary

Brainstem auditory evoked potentials have been registered in 21 epileptics before and after whole doses of carbamazepine. A prolongation of peak-latencies of individual components as well as of interpeak intervals was observed under the therapy. It was suggested that the drug acts peripherally, on the auditory nerve, but primarily it acts centrally, on the brainstem structures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Farnarier *et al* Neurophysiol. Clin., 18, 1988, 243—254.
2. Z. Мопу *et al*. Neurophysiol. Clin., 19, 1989, 37—46.
3. E. Мervaala *et al*. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol., 68, 1987, 475—478.
4. J. W. Chan *et al*. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol., 77, 1990, 119—126
5. G. V. Green *et al*. Neurol., 32, 1982, 85—88.
6. С. Н. Хечинашвили, З. Ш. Кевანიшвили. Слуховые вызванные потенциалы человека. Тбилиси, 1985.
7. В. Galas—Zgorzalewicz *et al*. In: 7th ERA Sympos. Abstracts. Poznan, 1990.



2. კიბნაძე

უცვარი სიკვდილის ბიომიმიური რისკ-ფაქტორები გულის ქრონიკული უკმარისობის უკმარისობის დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. დეკანოზიძემ 27.1.1992)

თუ გავითვალისწინებთ, რომ სიკვდილიანობის პროცენტი გულის ქრონიკული უკმარისობის (გქუ) დროს შთამბეჭდავად მაღალია, უნდა ვაღიაროთ, რომ გქუ კარდიოლოგიის ერთ-ერთ უმწვევეს პრობლემად რჩება. ასე მაგალითად, ფრემინგემის სამედიცინო ცენტრის გამოკვლევებით სიკვდილიანობის ალბათობა გულის ქრონიკული უკმარისობის სიმპტომების გამოვლინებიდან 5 წლის შემდეგ შეადგენს მამაკაცებში 62%, ხოლო ქალებში 42%, ბოლო 15 წლის მონაცემებში არსებითი გაუმჯობესება არ შეინიშნება. აღსანიშნავია, რომ 50% შემთხვევაში სიკვდილის ხასიათი არის უცვარი [1]. საკავშირო კარდიოლოგიური ცენტრის მონაცემებით (13 წლის შემთხვევების ანალიზი) ლეტალობა შეადგენს 28%-ს, 1/3 შემთხვევაში სიკვდილი არის უცვარი [2]. ჩვენი მონაცემების თანახმად 300 ავადმყოფიდან სიკვდილიანობის რიცხვმა შეადგინა 11%. აქედან 6% შემთხვევაში სიკვდილის ხასიათი უცვარი იყო. თანამედროვე ეტაპზე გულის ქრონიკული უკმარისობის მკურნალობა შემოსიან-ზღვრება მონაცემებით, რომელიც ეყრდნობა ძირითადად გულის უკმარისობის სიმპტომების შემცირებას, ყურადღების ცენტრშია აგრეთვე პათოფიზიოლოგიური მექანიზმების შესწავლა, რომელიც დამოკიდებულია ჰემოდინამიკური მოშლილობების გამოვლინებაზე და საფუძვლად უდევს მთელი რიგი ახალი ტიპის პრეპარატების შექმნას, რომლებსაც შესწევთ უნარი ავადმყოფთა მნიშვნელოვან ნაწილში მიღწეულ იქნეს, როგორც კლინიკური მდგომარეობის, ასევე თვითგრძნობის გაუმჯობესება. ერთი სიტყვით, მიღწეულია სიცოცხლის ხარისხის გაუმჯობესება, მაგრამ ამავე დროს, გარკვეულწილად ყურადღება ჩამოსცილდა იმ ფაქტს, რომ სიკვდილიანობის პროცენტი გქუ დროს კვლავინდებურად მაღალია და ამჟამად არ არსებობს სრულფასოვანი თერაპიული საშუალებები ავადმყოფთა სიცოცხლის გასახანგრძლივებლად; ე. ი. სიცოცხლის გახანგრძლივების პრობლემა წინა პლანზე წარმოჩინდა. ამდენად არ უნდა იყოს დიდად საკვირველი ის გარემოება, რომ გქუ მქონე ავადმყოფები ილუპებიან მზარდი, პროგრესირებადი გულ-სისხლძარღვთა უკმარისობით, რადგანაც დღესდღეობით არსებული სამკურნალწამლო არსენალი მხოლოდ ნაწილობრივ ახდენს ჰემოდინამიკური დარღვევების კორექციასა თუ ლიკვიდაციას. ჩვენთვის უფრო საკვირველი უნდა იყოს ის ფაქტი, რომ გქუ მქონე ავადმყოფები ილუპებიან უცვარი სიკვდილით და თანაც იმ დროს, როცა ამ ავადმყოფთა ჰემოდინამიკური და ფუნქციური დარღვევები გარკვეულწილად ლიკვიდირებულია ან აშკარად შეინიშნება ავადმყოფის მდგომარეობაში დადებითი დინამიკის ნიშნები. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, ბუნებრივია ინტერესი იმ კარდიალური თუ ექსტრაკარდიალური ფაქტორების გამოვლინების და მოძიების მიმართ, რომელიც ხელს უწყობს გქუ პროგრესირებას და მაღალი რისკის მქონე ავადმყოფების გამოვლენას. ცნობილია, რომ გქუ პათოგენეზში მნი-



შენელოვან როლს თამაშობს მეტაბოლური დარღვევები. დღევანდელ ცხოვრებაში სულ უფრო და უფრო მკვიდრდება და ინერგება ცნება მიოკარდიუმის მეტაბოლური უკმარისობის და მეტაბოლური არასტაბილურობის შესახებ. ამ საკითხმა განსაკუთრებული სიმწვავე შეიძინა იმის შემდეგ, რაც აღმოჩნდა, რომ გულს გააჩნია ენდოკრინული თვისებები და თვით წარმოადგენს არსებით მეტაბოლური ცვლილებების კერას. არსებითია მეტაბოლური კომპონენტის (სახელობრ, გულშიდა რენინ-ანგიოტენზინის სისტემის) როლი გულის კუნთის ჰიპერტროფიის განვითარებასა და უკუგანვითარებაში, ასევე რიტმისა და გამტარებლობის დარღვევის აღმოცენებაში, რომელიც მნიშვნელოვნად ამძიმებს პროგნოზს გულის ქრონიკული უკმარისობის დროს და უშუალო კონტაქტში იმყოფება უეცარ სიკვდილთან. ავადმყოფთა 91,7%, რომლებსაც განუვითარდათ უეცარი სიკვდილი გქუ ფონზე, აღენიშნებათ არითმია. ყოველივე ამასთან დაკავშირებით, ჩვენ საინტერესოდ მოგვეჩვენა რეტროსპექტიური ანალიზი მასალისა, რომელიც ჩვენ ხელთ აღმოჩნდა და რომელიც შეეხება ზოგიერთი მეტაბოლური მაჩვენებლების შესწავლას გქუ დროს ლეტალური გამოსავლის მქონე ავადმყოფებში. განალიზებულ იქნა სულ 35 ავადმყოფის მონაცემები. სიკვდილის ხასიათის მიხედვით ავადმყოფები ფაოფილ იქნა 2 ჯგუფად. I-ში გაერთიანდა 15 ავადმყოფი, რომელთაც გქუ ფონზე განუვითარდათ უეცარი სიკვდილი. II-ში — 20 ავადმყოფი, რომლებიც დაიღუპნენ გულსისხლძარღვთა მზარდი უკმარისობით. უეცარი სიკვდილის განსაზღვრის კრიტერიუმები ემყარებოდა „BO3“-ის ექსპერტა ჯგუფის დიფერენცირებულ განმარტებას მოწოდებულს 1964 წელს. საჭიროდ მიგვაჩნია განვმარტოთ, რომ ამ ავადმყოფთა მდგომარეობა იყო დამაკმაყოფილებელი, სტაბილური და ამჟღავნებდა ტენდენციას გაუმჯობესებისაკენ სიკვდილამდე 1—3 კვირით ადრე. ამ ჯგუფში შესწავლილი 15 ავადმყოფიდან ქალია —4, კაცი —11, ასაკის მერყეობა იყო 42-დან 50-წლამდე (4 ავადმყოფი), 60—65-მდე (7 ავადმყოფი), 70—75-მდე (4 ავადმყოფი). ყველა შემთხვევაში გქუ მიზეზი იყო გიდი.

გქუ II ა სტადია აღენიშნებოდა 4 ავადმყოფს, II ბ—11-ს. დაავადების ხანგრძლივობა 10 ავადმყოფისა მერყეობდა 5 წლამდე, 5 ავადმყოფის — 10 წლამდე. რიტმის დარღვევა აღენიშნებოდა 11 ავადმყოფს. შენარჩუნებული რიტმით იყო 4 ავადმყოფი. უეცარი სიკვდილი 7 ავადმყოფს განუვითარდა მე-6-დან 10 დღემდე, 8 ავადმყოფს 11—22 დღეს. პათოლოგანატომიური გაკვეთა ჩატარდა 13 ავადმყოფს, 2 ავადმყოფს გაკვეთა არ ჩატარებია, კლინიკური დიაგნოზი ვერიფიცირებული იყო პათოლოგანატომიურად.

პორმონალური სპექტრის, პროსტაგლანდინების და ციკლური ნუკლეოტიდების გამოკვლევის შედეგები შედარებულ იქნა იმ ავადმყოფების ანალოგიურ მონაცემებთან, რომლებიც დაიღუპნენ გულის მზარდი უკმარისობით. ავადმყოფებში, რომლებიც დაიღუპნენ უეცრად, რენინის აქტივობა შეადგენდა საშუალოდ $12,9 + 1,53 \text{ ng/ml}$, რაც 7-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე საკონტროლო დონე და 4-ჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე ავადმყოფებისა, რომლებიც დაიღუპნენ მზარდი გულის უკმარისობით, $P < 0,001$, $P_1 < 0,001$.

აღლასტერინის კონცენტრაცია პლაზმაში, უეცარი სიკვდილით გარდაცვლილთა ჯგუფში, ასევე არსებითად იყო მომატებული საკონტროლო დონესთან შედარებით (6-ჯერ) და გულის მზარდი უკმარისობით გარდაცვლილთა ჯგუფთან შედარებით 4-ჯერ. ეს მაჩვენებელი საშუალოდ შეადგენდა $648,8 \pm 51,6 \text{ pg/ml}$, მერყეობით 301,8—990-მდე. განსაკუთრებით საგულისხმო იყო პროსტაგლანდინების ცვლილებები უეცარი სიკვდილით გარდაცვლილთა ჯგუფში, რომელიც აღმოჩნდა დიამეტრულად ურთიერთსაპირისპირო, იგი იყო სარწმუნოდ დაბალი უეცარი სიკვდილის ჯგუფში, ვიდრე საკონტროლო მაჩვენებელი, და 5-ჯერ უფრო მცირე, ვიდრე ავადმყოფებში, რომლებიც და-



ლუპენ გულის მზარდი უქმარისობით. პროსტაგლანდინ E შემცველობა საშუალოდ შეადგენდა $0,55 \pm 0,04$ ng/ml ($P_1 < 0,01$, $P < 0,001$), მერყეობის საზღვრები — $0,32$ — $4,98$ ng/ml. პროსტაგლანდინ $F_{2\alpha}$ კონცენტრაცია პლაზმაში იყო მომატებული 6-ჯერ ნორმასთან შედარებით და შეადგენდა $1,97 \pm 0,15$ ng/ml ($P < 0,001$), მაქსიმალური მერყეობა შეადგენდა $1,4$ — $2,84$ —ng/ml.

cAMP კონცენტრაცია პლაზმაში იყო სარწმუნოდ დაქვეითებული უეცარი სიკვდილით გარდაცვლილი ავადმყოფების ჯგუფში (2,5-ჯერ), ხოლო მზარდი გულ-სისხლძარღვთა უქმარისობით დაღუპულთა ჯგუფთან შედარებით (1,5-ჯერ) საშუალოდ ეს მაჩვენებელი ტოლი იყო $6,6 \pm 0,4$ pmol/ml ($P < 0,001$, $P_1 < 0,001$). მერყეობა შეადგენდა $4,6$ — $9,0$ pmol/ml, cGMP კონცენტრაციამ პლაზმაში შეადგინა $9,6 \pm 0,72$ pmol/ml, რომელიც სარწმუნოდ მეტი იყო ვიდრე საკონტროლო მაჩვენებელი და საშუალო დონე ავადმყოფებისა, რომლებიც დაიღუპნენ გულ-სისხლძარღვთა მზარდი უქმარისობით. cGMP-ის მაქსიმალური მერყეობა შეადგენდა $6,0$ — $15,2$ pmol/ml.

ამ მონაცემების რეტროსპექტიულმა ანალიზმა დაგვანახა, რომ ყველა ავადმყოფს უეცარი სიკვდილის ჯგუფიდან აღნიშნებოდა აბსოლუტურად იდენტური ბიოქიმიური სპექტრი. ე. ი. რენინის აქტივობა, ალდოსტერონის კონცენტრაცია $PgF_{2\alpha}$ და cGMP-ის შემცველობა პლაზმაში 4—8-ჯერ იყო მომატებული ყველა ავადმყოფში. ამრიგად, მიღებულმა მონაცემებმა საშუალება მოგვცა აღნიშნული ბიოქიმიური ფაქტორების კომპლექსი შეგვეფასებინა, როგორც უეცარი სიკვდილის ბიოქიმიური რისკ-ფაქტორები გულის უქმარისობის დროს. აღნიშნულ მონაცემებს გააჩნია არსებითი პრაქტიკული მნიშვნელობა, კერძოდ, ბიოქიმიურ პროგნოზირებაზე დაყრდნობით მიზანშეწონილია მაღალი რისკის მქონე ავადმყოფთა ჯგუფების დაკომპლექტება და დეტალიზირებული, ინდივიდუალიზირებული, პროფილაქტიკური სამკურნალო პროგრამების შედგენა.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 12.2.1992)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. П. КИКНАДЗЕ

БИОХИМИЧЕСКИЕ РИСК-ФАКТОРЫ ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Резюме

Проведен ретроспективный анализ данных больных, умерших от хронической сердечной недостаточности. Обнаружено, что у всех внезапно умерших больных на фоне ХСН активность ренина, содержание альдостерона, $PGF_{2\alpha}$ и $cGMP$ в плазме крови были в 4—8 раз выше нормы, т. е. у всех ВС умерших больных отмечался абсолютно идентично измененный биохимический спектр. Подобные изменения у больных, умерших от нарастающей сердечной недостаточности, не были обнаружены. Полученные данные позволили нам оценить указанные изменения как комплекс биохимических риск-факторов в развитии внезапной смерти при ХСН.



M. KIKNADZE

BIOCHEMICAL RISK-FACTORS OF SUDDEN DEATH IN THE
PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE

Summary

We analyzed the clinical and biochemical data of 35 patients who had chronic heart failure. According to the nature of death the patients were divided into two groups. The first group consisted of 15 patients who died suddenly. The second group consisted of patients whose lethal exit was connected with the progressive cardiovascular insufficiency. Renin activity in plasma, ACP, PgF 2α and cGMP concentrations were increased 4–8 times in all patients of group 1 in comparison with the control level, whereas these changes were completely different in group 2. As for PgE and cAMP they decreased in the patients of group 1 in comparison with the control level and the patients of group 2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Packer. Sudden unexpected death in patients with congestive heart failure: A second frontier *Circulation*, 72. № 4, 1985, 681-685.
2. Н. М. Мухарлямов. Тер. архив, 9, 1987, 4–8.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. А. МАКАРИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ШИЗОФРЕНИЧЕСКИХ И
ЦИКЛОФРЕНИЧЕСКИХ ДЕПРЕССИЯХ

(Представлено академиком Б. Р. Напешвили 19.3.1992)

Данные электроэнцефалографических исследований депрессивного состояния (имеются в виду депрессии при рекуррентной шизофрении и маниакально-депрессивном психозе) показывают, что не следует искать каких-либо специфических сдвигов на электроэнцефалограмме у подобных больных. Правильнее говорить, причем с определенной осторожностью, о более или менее характерных сдвигах, выражающихся в основном в электрофизиологической асимметрии, появлении медленной активности, изменении электрофизиологической реактивности. Вышеизложенное, разумеется, не означает полного отрицания ЭЭГ показателей как не имеющих никакого информативного значения для ведения электрофизиологических исследований патогенеза, лечения и даже диагностики депрессивных состояний.

Биологические и патобиологические аспекты депрессивных состояний, безусловно, обогащаются электрофизиологическими исследованиями.

Для оценки биоэлектрической картины при депрессивных состояниях ее необходимо сопоставлять с клиническими данными, учитывая, что при этом может преобладать процесс торможения, а иногда элементы возбуждения и расторможения в идеомоторной сфере.

Как отмечают Л. М. Пучинская, В. Н. Краснов, Е. И. Корчинский, К. И. Дудаева и Е. С. Михайлова [1], выраженность и полиморфизм нарушений в ЭЭГ показателя тем больше, чем сложнее структура депрессивного синдрома. По мнению авторов, в рамках циклофрении и шизофрении при депрессиях имеются общие закономерные изменения ЭЭГ, характерные для каждого типа депрессии: синхронизация, нечеткие амплитудные модуляции и замедленность альфа-ритма при тоскливых депрессиях, сочетание данных признаков со значительным замедлением ритмики за счет усугубления апатических депрессий.

Описанные разными исследователями ЭЭГ сдвиги при депрессивных состояниях, безусловно, подтверждают теорию об их патобиологических предпосылках.

Результаты проведенных нами исследований в основном совпадают с указаниями этих авторов. Ниже рассмотрены данные ЭЭГ исследования и сделана попытка интерпретации полученной картины.



Материалом исследования послужили больные с депрессивными состояниями при маниакально-депрессивном психозе (20 случаев) и при рекуррентной шизофрении (10 случаев).

ЭЭГ исследования проводились до и после лечения.

Функциональное состояние головного мозга исследовалось методом ЭЭГ с применением как визуального, так и спектрального анализа, а также алгоритма, основанного на быстром преобразовании Фурье. В ряде случаев использовался метод спектрального картирования мозга для исследования пространственного распределения различных частотных составляющих ЭЭГ.

Для записи ЭЭГ служили стандартные хлор-серебряные электроды типа трипода. Электроды располагались согласно международной схеме 10/20 [2]. ЭЭГ регистрировались от лобно-полюсных, лобных, центральных, теменных, затылочных и трех височных отведений с каждого полушария.

Запись ЭЭГ осуществлялась на 16-канальном электроэнцефалографе EEG-168 фирмы «Medicor» (ВНР) монополярно. Индифферентные электроды располагались на мочках ушей, соответственно для левого и правого полушарий. Параллельно с регистрацией на электроэнцефалографе активность записывалась на 16-канальном магнитографе с полосой пропускания от 0 до 40 Гц (фирмы ОТЕ «Biomedica»). Спектральный анализ активности проводился на анализаторе BAS-161 той же фирмы, на котором также строились спектральные карты мозга.

При визуальном анализе для оценки тяжести ЭЭГ нарушений использовалась система описания и классификации ЭЭГ, предложенная Е. А. Жирмунской и В. С. Лосевым [3]. В этом случае анализа использовались все 16 отведений ЭЭГ. При компьютерной обработке из анализа исключались лобно-полюсные, передне- и задне-височные отведения, спектральному анализу подвергалось 10 отведений.

Эпоха анализа для вычисления спектров мощности составляла 4 сек и ограничивалась возможностями анализатора. Нами анализировалось пять последовательных 4-секундных отрезков ЭЭГ. Полученные значения спектров мощности для каждого из частотных диапазонов суммировались и подвергались дальнейшей статистической обработке.

Статистический анализ полученных данных проводился на ЭМВ типа IBM PC/XT с помощью пакета статистических программ.

Вычислялись средние значения спектров мощности отдельных частотных диапазонов: Δ —0,5—4 к/сек, θ —4—8 к/сек, α_1 —8—10,5 к/сек, α_2 —10,5—13 к/сек, β_1 —13—18 к/сек, β_2 —18—24 к/сек.

Согласно проведенным нами ЭЭГ исследованиям, нарушения биоэлектрической активности головного мозга выражаются главным образом в дизритмике, извращении биоэлектрической реактивности, появлении медленной активности в бодрствующем состоянии.

После лечения больных, несмотря на клиническое улучшение, картина биоэлектрической активности головного мозга не проявляет тенденции заметной нормализации. Это в первую очередь касается биоэлектрической реактивности. В отдельных случаях наблюдается некоторая нормализация конфигурации волн.

Таким образом, можно заключить, что ЭЭГ исследования не выявляют какой-либо типичной, характерной картины депрессивных состояний, однако в какой-то мере указывают на биоэлектрическую патологию мозга.

НИИ психиатрии
 им. М. М. Асатиани

(Поступило 23.3.1992)

ქვეყნიერების მედიცინა

ა. მაკარიძე

თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის განსაზღვრა
 შიზოფრენიული და ციკლოფრენიის დეპრესიების დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

ელექტროენცეფალოგრამის გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ადგილი აქვს თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის დარღვევას, რომელიც გამოხატულია ძირითადად დიზრიტმიკით, ბიოელექტრული რეაქტიულობის გაუკუღმართებით, ფხიზელ მდგომარეობაში წელი ტალღების აღმოცენებით.

მკურნალობის დამთავრების შემდეგ თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის სურათი შესამჩნევ ნორმალიზაციას არ განიცდის. ეს პირველ ყოვლისა ეხება ბიოელექტრულ რეაქტიულობას. ცალკეულ შემთხვევებში შეინიშნება ტალღების კონფიგურაციის ერთგვარი ნორმალიზაცია.

ელექტროენცეფალოგრამის სურათი არ გამოხატავს დებრესიულ მდგომარეობათა რაიმე დამახასიათებელ ტიპურ სურათს, თუმცა ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ელექტროენცეფალოგრამა მიუთითებს თავის ტვინის პათოლოგიურ მდგომარეობაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. MAKARIDZE

ANALYSIS OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF BRAIN WITH DEPRESSIVE
 SCHIZOPHRENIA AND CYCLOPHRENIA

Summary

Electroencephalography does not show any characteristic features of depression, though bioelectric pathology of brain is revealed by electroencephalogram in the cases of schizophrenia and cyclophrenia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Пучинская, В. Н. Краснов, Е. И. Корчинский, К. И. Дудаева, Е. С. Михайлова. Использование электрофизиологических методов исследования в клинике депрессивных состояний. Методологические рекомендации. М., 1988.
2. Н. Джаспер, И. Керхман. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга. М., 1958.
3. Е. А. Жирмунская, В. С. Лосев. Система описания и классификация ЭЭГ человека. М., 1984.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Г. ТАТИШВИЛИ, В. М. ДЕЛЯГИН, И. А. НАРЫЧЕВА,
А. А. МИНДАДЗЕ, А. В. ГЕДЕНИДЗЕ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА МАРФАНА
(клинико-эхографические сопоставления)

(Представлено членом-корреспондентом В. И. Бахуташвили 29.4.1992)

Одним из наиболее частых наследственных заболеваний соединительной ткани является синдром Марфана (СМ). Для него характерно поражение опорно-двигательного аппарата, глаз и сердечно-сосудистой системы. Однако у части пациентов встречается поражение лишь двух или даже одной системы. Явные носители гена могут иметь только отдельные признаки заболевания, что свидетельствует о наличии стертых форм. Это затрудняет диагностику, и поэтому частота СМ в популяции значительно выше зарегистрированной.

В связи с этим мы поставили цель дать клинико-эхографическую (ЭХОГ) характеристику состояния внутренних органов при СМ и выявить ее отличие от других форм дисплазии соединительной ткани.

Первичный дефект при СМ неизвестен. Имеются данные о поражении коллагеновых и эластиновых волокон. Учитывая гетерогенность СМ, можно предположить наличие дефекта отдельных ферментов коллагенового и эластинового обмена для каждой формы заболевания. СМ подразделяют на два типа: астенический, преимущественно детский, и неастенический. Последний, будучи нераспознанным, может быть причиной скоропостижной смерти, в том числе и у спортсменов. Классические проявления СМ позволяют говорить о т. н. «омнибусной диагностике». Для больных характерен высокий рост, удлиненные пропорции тела, арахнодактилия, неловкость движений. Лицо треугольной формы, часто с печальным выражением близкососяженных глаз, нос заострен, нередко с асимметричным рисунком ноздрей и искривлением носовой перегородки, переносица высокая, ушные раковины большие. При обследовании регистрируются деформации грудной клетки и позвоночника, переразгибание суставов, плоскостопие.

При ультразвуковом исследовании наших пациентов (26 больных) чаще всего регистрировались пролапсы клапанов сердца (у 90% больных), нередко нескольких одновременно, расширение или даже аневризма аорты. У пациентов более старшего возраста возможно расслоение стенки аорты. Часто обнаруживаются перегибы стенки желчного пузыря, что служит благоприятной почвой для развития синдрома холестаза. Выявляются ЭХОГ-признаки реактивного панкреатита. Патология глаз выражается в миопии, подвывихе хрусталика, чаще вверх, глаукоме, эпиканте и ряде других проявлений. Характерны также повышенная эластичность кожи, склонность к образованию синяков, кровотечениям, гипоплазия скелетной мускулатуры. Некоторые авторы приводят сведения об особенностях спектра секреции различных фракций гликозамингликанов с мочой при СМ у детей. Но это во многом зависит от пенетрантности отдельных проявлений (например, деформаций скелета) и не является достаточно надежным признаком. Таким образом, диагностика СМ основывается прежде всего на клинических признаках. Многие из наследственных заболе-



ваний, протекающих с поражением соединительной ткани, имеют об-
щие проявления с СМ.

Наиболее важной для дифференциальной диагностики является
гомоцистинурия, поскольку имеется возможность ее частичной тера-
певтической коррекции. Тип поражения опорно-двигательного аппа-
рата, дислокация хрусталика сближают оба недуга, однако для гомо-
цистинурии характерен аутосомно-рецессивный тип наследования,
подвывих хрусталика происходит чаще не вверх, как при СМ, а вниз,
в 30% случаев наблюдаются снижение интеллекта, остеопороз с пер-
еломами костей, тромбозы и тромбоэмболии сосудов. Уровень и сте-
пень нарушения кровообращения могут быть выявлены при доплера-
графии с большой степенью достоверности.

В моче обнаруживается большое количество гомоцистина. Огра-
ничение метионина и назначение витамина В₆ в ряде случаев нор-
мализуют уровень серосодержащих аминокислот.

Синдром Элерса—Данлоса (СЭД) имеет много общего с синдро-
мом Марфана. Кардинальные признаки СЭД — гиперэластичность ко-
жи. Она бархатистая, нежная, мягкая, с поверхностно расположен-
ными сосудами, теплая, очень легко вытягивается и сразу возвраща-
ется в прежнее положение. Кроме того, у детей с СЭД отмечаются
гипермобильность суставов, вплоть до синдрома «телескопа», гемор-
рагический синдром и повышенная ранимость кожи. Иногда образуются
характерные рубцы типа «папиросной бумаги». Различают
8—11 типов СЭД в зависимости от клинической картины и типа
наследования. При ЭХОГ обнаруживаются аномалии развития жел-
ного пузыря, его дискинезия, повышенная подвижность почек.

Общие для синдрома Стиклера и СМ долихоморфное телосложе-
ние, гипопластичная мускулатура, поражение глаз, доминантный тип
наследования. Одним из основных признаков, отличающих синдром
Стиклера, является характер поражения суставов. Они также гипер-
мобильны, однако увеличены в размерах, иногда болезненны при
движениях, над ними бывают краснота и потепление кожи. Рентге-
нологически отмечается нарушение структуры диафизов и эпифизов,
а при СМ наблюдаются остеопороз метафизов и истончение корти-
кального слоя костей. Очень характерны для синдрома Стиклера
миопия высокой степени, глаукома. Лицо таких больных существенно
отличается от лиц детей с СМ: оно «уплощенное», возможна анома-
лия Робена. В ряде случаев имеют место «волчья пасть» и глухота.
Сходен с синдромом Стиклера и синдром Маршала, из-за чего их
часто объединяют в один синдром. Для синдрома Маршала харак-
терны миопия, катаракта, седлообразный нос и глухота. Одним из су-
щественных признаков для дифференциального диагноза является ма-
лый рост. Рентгенологически выявляют внутричерепные кальцифика-
ты, гипоплазию верхней челюсти, патологию позвонков. Тип насле-
дования — доминантный. При ЭХОГ весьма характерно поражение по-
чек. У 2 и 5 наших больных обнаружены солидные кисты почек, у
остальных — мелкая, нежная зернистость паренхимы почек, являю-
щаяся одним из косвенных признаков тубулопатий.

Много общего с СМ имеет врожденная доброкачественная конт-
рактурная арахнодактилия, для которой характерны доминантный тип
наследования, арахнодактилия, проксимальные и дистальные конт-
рактуры, генерализованная остеопатия и «мятые уши». Кардиоваску-
лярные нарушения подобны таковым при СМ, однако они наблюда-
ются реже и не столь выражены. Могут иметь место разнообразные
поражения глаз. Для СМ контрактуры суставов не характерны.

Марфаноидный вид свойствен больным с синдромом Клайн—
Фельтера, однако данный синдром отличают гинекомастия (в 40%
случаев), гипогонадизм, азоо- и олигоспермия, повышенная экскре-
ция гонадотропных гормонов, снижение выделения андрогенов, за-



держка созревания костей скелета. Основной признак — трисомия или даже полисомия половых хромосом в карiotипе. Близок к синдрому Клайнфельтера синдром евнухоидизма (гипогонадизм), со этающий марфаноидное телосложение и недоразвитие вторичных половых признаков. У женщин отмечается аменорея. При гипрегонадотропном гипогонадизме снижена экскреция половых гормонов при нормальном или повышенном выделении гонадотропинов. При гипогонадотропном гипогонадизме снижена экскреция гонадотропинов, андрогенов, эстрогенов. Высокий рост, сочетающийся со снижением функции половых желез, отмечается и при гигантизме, который может возникнуть при наличии эозинофильной аденомы гипофиза или при гиперплазии эозинофильных клеток, а также после травм и инфекций. У больных этой группы синдромов нам ни разу не удалось выявить аневризму аорты.

Следующим заболеванием, которое следует отличать от СМ, является синдром Коудена, наследуемый по доминантному типу. Общим является тип телосложения, однако на первый план при синдроме Коудена выходят неопластические образования различной локализации: фиброаденоматоз молочных желез, карциномы груди, кисты яичника, кишечные полипы, папилломы кожи, липомы, менингеомы, ангиоматоз. Объемные образования брюшной полости хорошо выявляются при ультразвуковом исследовании. Характерных для СМ поражений глаз и сердечно-сосудистой системы не описано.

Марфаноидный хабитус характерен и для синдрома множественной невоидной базальноклеточной карциномы, наследуется по доминантному типу. Наблюдаются множественные пигментированные папулы на коже, опухоли ЦНС, разнообразные поражения глаз, опухоли и кисты яичников, гипогонадизм, леймиомы и другие виды опухолей. Кардиоваскулярные и другие нарушения не известны.

Таким образом, основной в диагностике СМ и многих других форм дисплазии соединительной ткани является клиническая картина. Эхографические исследования дополняют уже известные клинические критерии, открывают возможность раннего выявления изменений внутренних органов и полезны для динамического наблюдения за больными.

Онкологический научный центр
МЗ и СО Грузии

I ММИ им. И. М. Сеченова

(Поступило 29.4.1992)

მასკარინიზებული მიმდინარე

დ. ტატიოვილი, ვ. ფელიაგინი, ი. ნარიჩავა, ა. მინდაძე, ა. გეგინძე

მარფანის სინდრომის დიფერენციალური დიაგნოსტიკა
(კლინიკურ-ექოგრაფიული შედარება)

რეზიუმე

მარფანის სინდრომის და შემავრთებელი ქსოვილის დისპლაზიის სხვა მრავალი ფორმის დიაგნოსტიკის ძირითად კრიტერიუმებს წარმოადგენს კლინიკური ნიშნები. ექოგრაფიული გამოკვლევები აფართოებენ კლინიკურ მონაცემებს, რითაც საშუალებას გვაძლევენ ნადრეად გამოვავლინოთ შინაგან ორგანოთა ცვლილებები. ყოველივე ეს გვეხმარება ავადმყოფზე დინამიკაში დაკვირვებისას.

D. TATISHVILI, V. DELIAGIN, I. NARYCHEVA,
 A. MINDADZE, A. GEDENIDZE

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF MARPHAN SYNDROME
 (Clinical—sonographic comparisons)

Summary

Clinical signs are predominant in the diagnosis of MS and other forms of dysplasia of connective tissues. Ultrasonic researches supplement clinical criteria already known and provide possibilities to discover changes of internal organs at an early stage and are useful for dynamic observation of patients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. დ. ტატიშვილი, მუცლის ღრუს ორგანოების და რეტროპერიტონეული სივრცის ულტრაბგერითი ტომოგრაფია, თბილისი, 1991.
2. დ. ტატიშვილი, ვ. დელიაგინი, ა. ა. მინდაძე, ა. გ. რუშიანცევი, ა. გ. გედენიძე, დ. ი. რაბკინა. საქართველოს სამედიცინო მოამბე, 4, 1992.
3. В. М. Делягин. Ультразвуковая диагностика при диффузных болезнях соединительной ткани у детей. Применение ультразвука и новых видов энергии в диагностике, терапии и хирургии. М., 1986.
4. E. Barnett, P. M. Morley. (Ed.) Clinical diagnostic ultrasound. Oxford etc.: Blakwell, 1985. IX, 617 p.
5. M. L. Skolnick. Guide to ultrasound examination of abdomen, Springer-Verlag, New-York, 1986.
6. G. R. Leopold. (Ed.) Cases in diagnostic ultrasound.-New-York etc. Wiley, 1980, 7, 206 p.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ш. В. ДЖАПАРИДZE

ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭКРАНИРУЮЩЕГО СЛУХОВОГО
МЕХАНОПРОТЕЗА ПРИ ШУМОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
НА УЛИТКУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 3.4.1992)

Проблема механопротезирования слуха при различных патологиях среднего уха исследуется нами в течение последних 15 лет [1—3]. Анализ полученных данных показал весьма высокую эффективность используемых экранирующих средств. Длительное наблюдение за больными, пользующимися механопротезами в сочетании со слуховым аппаратом, выявило лучшую сохранность слуха у них по сравнению с больными, пользующимися слуховым аппаратом без механопротезирования. Согласно нашим данным, суммарный эффект механопротеза и слухового аппарата не соответствует простому сложению числа децибел. Они имеют более сложный характер [4—6]. Вероятно, это связано со сложным механизмом интерференции в полости внутреннего уха, имеющего капиллярное сообщение с спинномозговым пространством. В литературе мы не нашли сведений об особенностях интерференции звуковых волн во внутреннем ухе. Эти факторы требуют экспериментальной разработки и клинической интерпретации.

Электрофизиологические исследования проведены на морских свинках, находящихся под нембуталовым наркозом (внутрибрюшинно, 30 мг на 1 кг веса). 5 животных составили контрольную группу, у 5 была удалена барабанная перепонка, у 5 после удаления барабанной перепонки на круглое окно улитки был установлен механопротез. Анестезированное животное помещали в специальный станок, обеспечивающий фиксирование головы и конечностей. Хирургические манипуляции осуществляли в стерильных условиях под операционным микроскопом. Микрогальванокаутером удаляли натянутую часть барабанной перепонки по всей площади до кольцевой связки. Для установления механопротеза книзу и сзади от костной части наружного слухового прохода бором диаметром 2 мм вскрывали буллу. Механопротез представляет собой блок из отопена, содержащий пластинку серебряной фольги, сформированной по размеру ниши круглого окна. После установки механопротеза отверстие в булле закрывали протрилом и зашунную рану ушивали.

Эксперимент заключался в регистрации стволомозговых слуховых вызванных потенциалов (ССВП) до и после воздействия повреждающего шума. ССВП отводили игольчатыми электродами, вкалываемыми подкожно в области вертекса и обеих заушных зон. Акустическим раздражителем служили узкополосные фильтрованные щелчки с центральной частотой в 2 кГц, предъявляемые через свободное звуковое поле. Интенсивность щелчка определяли таким образом, чтобы во всех экспериментальных группах животных можно было регистрировать ССВП с одинаковым латентным периодом пика волны У



(«изопотенциальный уровень звука», см. [7, 8]). Стимулирующей и регистрирующей установкой служил клинический усреднитель типа СА-1000 фирмы «Nicolet» (США). Максимальная интенсивность щелчка у входа в слуховой проход составляла 130 дБ (по отношению к 20 мкПа).

Для воздействия повреждающего шума животное помещали в звукозаглушенный и электроэкранированный бокс, в который был встроен широкополосный излучатель шума мощностью 25 Вт. Шум подавали от генератора и пропускали через усилитель мощности. Спектр шума охватывал полосу частот от 0,5 до 6 кГц. Озвучивание животных осуществляли ежедневно в течение 10 часов на протяжении 7 дней. Звуковое давление в боксе можно было регулировать до 130 дБ (по отношению к 20 мкПа). Для достижения «изопотенциального уровня звука» при записи ССВП у животных с удаленной барабанной перепонкой по сравнению с контрольной группой интенсивность щелчка требовалось усилить на 30 дБ, а при записи ССВП у животных с удаленной барабанной перепонкой и механопротезом У — на 40 дБ. Уровень звукового давления шума, предъявляемого животным с удаленной барабанной перепонкой с механопротезом и без него, пропорционально изменялся по отношению к контрольной группе животных. По этой причине уровень озвучивающего шума, предъявляемого контрольной группе животных, составлял 100 дБ, группе с удаленной барабанной перепонкой — 130 дБ, а группе с удаленной барабанной перепонкой и механопротезом — 110 дБ. Таким образом, суммарная энергия повреждающего шума во всех трех группах животных была одинаковой.

Получены следующие результаты. В контрольной группе животных хорошо идентифицируемые ССВП регистрировали при интенсивности щелчка 50 дБ. При этом уровне стимула латентный период пика волны У составлял $6,5 \pm 0,5$ мс. Такую же величину латентного периода пика волны У имел ССВП в группе животных с удаленной барабанной перепонкой, регистрируемый при интенсивности щелчка 80 ± 5 дБ, а в группе животных с удаленной барабанной перепонкой и механопротезом при интенсивности 60 ± 5 дБ.

Закономерное удлинение латентного периода пика волны У ССВП при исходных интенсивностях щелчка проявлялось с 5-го дня после начала озвучивания животных. В конце полного периода озвучивания (7 дней) для регистрации ССВП с латентным периодом пика волны У $6,5 \pm 5$ мс в контрольной группе требовалось применение щелчка интенсивностью 85 дБ. Таким образом, у контрольных животных снижение слуха после слуховой травмы составило в среднем 30 дБ. В группе животных с удаленной барабанной перепонкой в конце озвучивания при максимальной интенсивности щелчка, обеспечиваемой используемой установкой (130 дБ), латентный период пика волны У составлял $7,0 \pm 0,4$ мс, стало быть, величина потери слуха у этих животных превосходила 50 дБ. В группе животных с удаленной барабанной перепонкой, но с механопротезом в конце озвучивания ССВП с латентным периодом пика волны У $6,5 \pm 0,5$ мс регистрировались при интенсивности щелчка 110 дБ. Следовательно, потеря слуха составляла в среднем 50 дБ.

Таким образом, согласно нашим данным, удаление барабанной перепонки в условиях нормального функционирования улитки снижает слуховую чувствительность в среднем на 30 дБ. Наличие механопротеза в этих условиях повышает чувствительность уха на 20 дБ. Шумовая травма в условиях удаленной барабанной перепонки приводит к потере слуха более чем на 60—70 дБ. Наличие механопротеза защищает ухо от акустической травмы на 10—20 дБ.

Исходя из сказанного, применение механопротеза является эффективным не только для улучшения слуха, но и для защиты улитки от повреждающего воздействия окружающего шума, что весьма важно при протезировании единственно слышащего уха.

მარნეულსკოე ბოლნიჩნო-
პოლიკლინიჩესკოე ობიედინენიე

Московский институт
уха, горла и носа

(Поступило 2.4.1992)

მაჰსპარიმენტული მედიცინა

შ. ჯაფარიძე

მაჰსპარიმენტული მექანოპროტეზის დაცვითი მოქმედება ლოკოკინაზი
ბპირითი ზემოქმედების დროს

ჩვენი მონაცემების მიხედვით კომბინირებული სმენის პროტეზირების დროს მექანოპროტეზის და სმენის აპარატის ეფექტთა სუმატა არ ექვემდებარება უბრალო მიმატების პრინციპს, მათ აქვთ უფრო რთული ხასიათი, რაც ჩვენი აზრით აიხსნება ინტერფერენციის მოვლენებით ლოკოკინაზი, რომელსაც კაპილარული კავშირი აქვს ზურგის ტენის სივრცესთან. ლიტერატურაში ჩვენ ვერ მოვიკვლიეთ შიგნითა ყურში ინტერფერენციის მოვლენების ამსახველი მონაცემები. ყოველივე ეს მოითხოვდა ექსპერიმენტულ გამოკვლევას და კლინიკურ შეფასებას.

ელექტროფიზიოლოგიური გამოკვლევები ჩატარებულია ზღვის გოჭებზე: 5 ზღვის გოჭი — საკონტროლო ჯგუფი, 5— ამოღებული დაფის აპკით, 5— ამოღებული დაფის აპკით და მათეკანირებელი მექანოპროტეზით.

ექსპერიმენტის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ დაფის ღრუს პირობებში მათეკანირებელი მექანოპროტეზის გამოყენება წარმოადგენს ეფექტურ საშუალებას არა მარტო სმენის გაუმჯობესების მიზნით, არამედ აუცილებელია სმენის აპარატის გამოყენებისას, რადგანაც იძლევა ბგერის გარჩევის უკეთეს პირობებს და ამცირებს აკუსტიკური ტრავმის რისკს, რაც ძალზედ მნიშვნელოვანია ერთადერთი მსმენელი ყურის არსებობის შემთხვევებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Sh. JAPARIDZE

PROTECTING EFFECT OF SCREENING PROTHESIS UNDER THE
DANGER OF ACCOUSTIC TRAUMA

Summary

The patients with chronic middle otitis wearing hearing aids are under the danger of an acoustic trauma. The rehabilitation of such patients can be better accomplished by combination of hearing aids and occluded round windows. Such a combination offers a better legibility of speech. It decreases the risk of an acoustic trauma and enables the patients to use the hearing aids only rarely.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. В. Джапаридзе. Автореферат канд. дисс. М., 1979.
2. Г. С. Жордания, Ш. В. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 3, 1977, 681—689.
3. С. Н. Хечинашвили, Ш. В. Джапаридзе, И. И. Мшвениерадзе, А. Б. Галперсон. Журнал ушных, носовых и горловых болезней, № 1, 1980, 61—63.
4. Ш. В. Джапаридзе, И. И. Мшвениерадзе. Вестник оториноларингологии, № 2, 1985, 22—25.
5. Ш. В. Джапаридзе. Материалы первого Всесоюзного симпозиума аудиологов. М., 1990, 44—45.
6. შ. ჯ ა პ ა რ ი დ ე . ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო ს სამედიცინო მოამბე, № 4, 1991, 29—32.
7. О. П. Токарев, А. В. Круглов. Физиол. ж. СССР им. И. М. Сеченова, 70, № 3, 1984, 306—309.
8. О. П. Токарев, А. В. Круглов. ВОРА, № 1, 1984, 14—17.

Е. Г. КОРДИКОВА

О ВРЕМЕНИ И ПУТЯХ ПРОХОРЕЗОВ ИСКОПАЕМЫХ ТРЕХКОГОТНЫХ ЧЕРЕПАХ КАЗАХСТАНА

(Представлено академиком Л. К. Габуния 27.11.1991)

На территории Казахстана трехкоготные черепахи известны с позднего мела по средний миоцен. Согласно последним данным [1], они представлены тремя группами: *Ultrionychini trib. nov.*, *Paraplastomenini trib. nov.* и *Pelodiscini Meylan, 1987*.

В настоящее время, пожалуй, ни у кого не вызывает сомнения, что центром возникновения доминирующих групп, в том числе и трехкоготных черепах, являются протяженные участки суши, одним из которых в мезокайнозой, вероятно, была и Азия. На Азиатском континенте, из нижнемеловых отложений Северного Китая (Внутренняя Монголия) и Средней Азии известны самые древние находки трионирид [2, 3]. В восточной части тропической Азии обитает и большинство современных трионирид.

В раннем меле во Внутренней Монголии улутрионириды уже были представлены видом *Axestemys maortuensis* [4], особи которого позднее, вероятно, проникли в Среднюю Азию и Казахстан. В позднемеловое время аксестемисы обитали в Центральных Кызылкумах [1, 4], в Северо-Восточном Приаралье [5] и Южном Казахстане (? *Axestemys riabinini*) [1, 6].

В позднемеловое или в раннепалеоценовое время с Азиатского континента трехкоготные черепахи, вероятно, через Берингию проникли в Северную Америку, где уже в палеоцене отмечаются? *Axestemys rupertensis* [7] и ? *A. admirabilis* [8]—палеоцен Нью-Мексико, ? *A. quinni* [9]—верхний палеоцен Колорадо. В Северной Америке улутрионириды, по всей видимости, сохранились до среднего эоцена (? *A. byssina*—Вайоминг [10]).

Общность фаун Азии и западной части Северной Америки в позднемеловое-раннепалеоценовое время также находит подтверждение в составе различных групп наземных позвоночных ([11] и др.).

В Европу улутрионириды, вероятно, проникли из Северной Америки в конце палеоцена-начале эоцена. Там они представлены *Eurycephalochelys vittatus* (верхний палеоцен-нижний эоцен Бельгии и Франции [12]) и *E. fowleri* (нижний эоцен Англии [13]). Наличие этого пути прохореза подтверждают также данные по другим группам наземных позвоночных (см. [11] и др.).

Раннеэоценовые улутрионириды типа? *Axestemys muyuensis* [14] обитали в Северном Китае и Восточном Казахстане. В конце эоцена и начале олигоцена водоемы Восточного Казахстана населяли *Ultrionyx zaisanensis* [15]. В олигоцене в Зайсанской впадине, Тургайском прогибе



и Арысумско-Бетпакалдинском районе обитали различные виды улутриоников [1, 11]: *Ulufrionux turgaicus* и *U. pinae* соответственно. Ст казахстанских улутриоников, возможно, произошли рафетусы, современные виды которых обитают в водоемах Южного Китая (*Rafetus swinhoei*), а также в Передней Азии в системе рек Тигра и Евфрата (*R. euphraticus*), куда они могли проникнуть в начале миоцена. Ранние представители улутрионихин, обладающие многими архаичными признаками дали начало азиатским аспидеретесам.

Расселение парапластоменин, по-видимому, происходило в раннем меле. В то время в Северном Китае (Внутренняя Монголия) они были представлены *Paraplastomenus alashanensis* gen. nov. [1, 2]. Затем в раннем меле прохорез парапластоменин проходил на территории Средней Азии и Казахстана. *Paraplastomenus giabinini* в позднем меле обитал в Северо-Восточном Приаралье [5], Южном Казахстане [6] и в Центральных Кызылкумах и Фергане (см. [4]).

Другая волна прохореза трехкоготных черепах, вероятно, проходила в конце палеоцена-начале эоцена по Тургайскому мосту. Наличие в это время фаунистических обменов между Европой и Азией подтверждают данные по многим группам наземных позвоночных (см. [11] и др.).

В Восточном и Юго-Восточном Казахстане в эоцен-олигоценное время трехкоготные черепахи этой группы представлены *P. mlynarskii*, *P. gabunii* и *P. minusculus* [11], а в западной Европе—*P. henrici*, *P. barbaraе*, *P. messelianus*, *P. capellinii* и др. (см. [12] и др.).

Отдельные представители группы в Юго-Восточном Казахстане (горы Актау) и Северо-Западном Приаралье (Кызыл-булак), по-видимому, доживали до раннего миоцена. Более поздние представители группы проникли в конце палеогена-начале неогена в Западную Европу и дали начало собственно трионихинам (см. [11]).

Возникшая в миоцене связь с Африкой обусловила проникновение олигоцен-миоценовых видов рода *Trionux* s. s. из Европы в Африку, где в настоящее время обитает *Trionux triunguis*.

Центром возникновения пелодисцин также был Азиатский континент, возможно, водоемы Китая или Восточного Казахстана. В результате адаптивной радиации представители группы, населявшие в начале миоцена территорию Казахстана (*Pelodiscus jakhimovitchae* [16]), затем распространились в южные и восточные области Азии. В конце миоцена пелодисцины отмечаются в Японии [17], а в среднем плиоцене (*Pelodiscus gracilis* [18])—в Китае. Позднее они проникли в северные области. На Дальнем Востоке остатки пелодисцин, относимые к современному дальневосточному триониксу, известны из голоценовых отложений [16]. Не исключается также возможность миграции пелодисцин на Североамериканский континент. Так, по ряду признаков *Pelodiscus sinensis* проявляет сходство с *Aralone mutica* [19]. Проникновение пелодисцин на Североамериканский континент могло происходить не через Берингию (рез.



кое похолодание в конце миоцена), а южнее, скорее всего, через Алеутские острова (см. [20]).

Академия наук Грузии
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 27.11.1991)

პალეობიოლოგია

ა. კორდიკოვა

ყაზახეთის სამბრძჳალიანი ნამარხ კმთა პროქორეზის დროისა და გზების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია წინასწარი ცნობები ყაზახეთის ნამარხ სამბრძჳალიან კმთა პროქორეზის შესახებ დროისა და გზების შესახებ. განხილულია ამ ორგანიზმთა სამი ჯგუფი: *Ultrionychini trib. nov.*, *Paraplastomenini trib. nov.* და *Pelodiscini Meylan, 1987*. გამოთქმულია ვარაუდი იმის შესახებ, რომ ულტრიონიხინების ადაპტური რადიაცია მიმდინარეობდა ადრეცარცულის ვანმავლობაში ყაზახეთისა და შუა აზიის ტერიტორიებზე. გვიანცარცულსა და ადრეპალეოცენში მათ, ბერინგზე გავლით, ჩრ. ამერიკას, ხოლო პალეოცენურ-ადრეეოცენურში ჩრ. ამერიკიდან ისლანდიის, ან შოტლანდიის გავლით ევროპამდე მიადწიეს. ადრეეოცენურში აქსესტემიდნები გავრცელდნენ ცენტრალურ ყაზახეთში დღეს წარმოდგენილი არიან *Rafetus euphroticus*. საფარაუდოა, აგრეთვე ულტრიონიხინების აზიური წარმოშობა. ადრეცარცულში ხდებოდა, როგორც ჩანს, ჯარაბლასტომუნების გავრცელება აზიის კონტინენტიდან შუა აზიისა და ყაზახეთში. პალეოცენურის ბოლოსა და ნეოგენურის დასაწყისში, დასაბამი მისცეს საკუთრივ ტრიონიქინების წარმოშობას. მიოცენურში აფრიკასთან კავშირმა განაპირობა ოლიგოცენური სახეების *Trionyx s. s.*-ს გავრცელება აფრიკის კონტინენტზე, სადაც დღესაც ბინადრობენ *Trionyx triunguis*.

პელოდისცინების ადაპტური რადიაცია, როგორც ჩანს, ძირითადად აზიის კონტინენტზე მიმდინარეობდა. მიოცენის დასაწყისში ისინი ყაზახეთის ტერიტორიაზე სახლობდნენ, ხოლო უფრო მოგვიანებით აზიის სამხრეთ და აღმოსავლეთ ნაწილში გავრცელდნენ, სადაც დღესაც ვხვდებით *Pelodiscus*-ის წარმომადგენლებს.

ჩვენ არ გამოვრიცხავთ პელოდისცინების მიგრაციის შესაძლებლობას ჩრ. ამერიკის კონტინენტზეც, რასაც *Pelodiscus sinensis*-სა და *Apalone mutica*-ს შორის მსგავსებაც ადასტურებს.

PALAEOBIOLOGY

E. KORDIKOVA

ABOUT TIME AND WAYS OF PROCHORESES OF THE FOSSIL TRIONYCHIDS IN KAZAKHSTAN

Summary

Preliminary data about the probable ways and time of prochoreses of the fossil trionychids in Kazakhstan represented by the following groups:

Ulutrionychini trib. nov., Paraplastomenini trib. nov. и Pelodiscini Meylan, 1987 are given. Multiple adaptive radiation of trionychids from Asian continent, original center of the distribution of the group, is supposed. Ulutrionychine prochoreses probably took place in the Early Cretaceous of Middle Asia and Kazakhstan, in the Late Cretaceous—Early Paleocene—of North America through Beringia and in the Paleocene—Early Eocene—from North America to Europe. In the Early Eocene ulutrionychines invaded Central Kazakhstan, and from there appeared in the Early Miocene—Asia Anterior, where now *Rafetus euphraticus* is present. Asian aspideretines probably derived from the ancient ulutrionychines.

Paraplastomenine dispersal from the central parts of Asia probably happened in the Early Cretaceous of Middle Asia and Kazakhstan, then in the Late Paleocene—Early Eocene—of Kazakhstan and from there to West Europe through the Turgay Bridge. Trionychines could evolve from late paraplastomenines which came to West Europe in the end of the Paleogene—the beginning of the Neogene. Due to the connection between Europe and Africa the Oligocene trionychines penetrated to Africa where *Trionyx triunguis* lives now.

Adaptive radiation of pelodiscines probably took place in the Asian continent. They inhabited Kazakhstan in the beginning of the Miocene and then expanded to South and East Asia where now *Pelodiscus* spp. live. But the probability of a migration of pelodiscines to North America must not be discarded. The similarity of *Pelodiscus sinensis* to *Apalone mutica* may confirm this supposition.

ӘЛІПБЕӘТТІК — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Г. Кордикова. О систематическом положении ископаемых трехкоготных черепах Казахстана (в печати).
2. Hsiang-k'uei Yeh. Vert. Palasiatica, 9, 1, 1965, 47—69.
3. Я. А. Несов. Герпетол. сб., 1977, 75—80.
4. L. A. Nessov. Stvdia Palaeochel., Salamanca, 1986, 2, 7—22.
5. В. В. Кузнецов, В. М. Чхиквадзе. Матер. по истории фауны и флоры Казахстана, 9. Алма-Ата, 1987, 33—39.
6. А. Н. Рябинин. Проблемы палеонтологии, 4, 1938, 125—135.
7. О. Р. Нау. The fossil turtles of North America, Publ. Carn. Inst., Washington, 1908, 1—555.
8. О. Р. Нау. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 1905, 21, 335—338.
9. Schmidt. Fieldiana, Geology, 1945, 10, 1—4.
10. E. D. Соре. Proc. Amer. Phil. Soc., 1872, 12, 554—555.
11. В. М. Чхиквадзе. Палеогеновые черепахи СССР. Тбилиси, 1990, 1—95.
12. F. de Broin. Mus. Nat. Hist., Nat., mem. ser. C, 1977, 38, 1—366.
13. R. T. J. Moody, C. A. Walker. J. Paleontology, 1970, 13, 3, 503—510.
14. Yezhen Lei, Xiangkuei Ye. Vert. Palasiatica, 1985, 23, 1, 19—26.
15. В. М. Чхиквадзе. Третичные черепахи Зайсанской впадины. Тбилиси, 1973, 1—100.
16. В. М. Чхиквадзе. Неогеновые черепахи СССР. Тбилиси, 1989, 1—110.
17. H. Matsumoto. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Sendai, 1918, 2, Geology, 3, 57.
18. Hsiang-k'uei Yeh. Palaeontol. Sinica. New. ser., C, 1963, 18, 1—112.
19. P. A. Meylan. Stvdia Palaeochel., Salamanca, 1984, 1, 169—188.
20. L. Jr. Marinovich, E. M. Brouwers, L. D. Carter. Geology, 1985, 13, 7, 770—773.



И. И. ШАТИЛОВА, Н. Ш. МЧЕДЛИШВИЛИ

РОД *PTERIS* LINNE В ПОЗДНЕМИОЦЕНОВЫХ И ПЛИОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОФЛОРАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 17.3.1992)

Одним из характерных представителей неогеновой птеридофлоры Западной Грузии является род *Pteris* Linne. Он выделяется своеобразным морфологическим строением спор, высоким процентным содержанием в палинокомплексах и богатым видовым составом.

В настоящее время имеется довольно большое количество работ, в которых приводятся описания и изображения спор птерисов из неогеновых отложений Западной Грузии [1—7]. Всеми исследователями подчеркивается существование в составе флор нескольких форм, но лишь некоторые из них определены до вида. Остальные выделены под разными номерами, которые повторяются для морфологически несходных форм, описанных из различных по возрасту спорово-пыльцевых комплексов. Это побудило нас изучить неогеновые птерисы и систематизировать весь накопившийся материал.

Проведенные исследования позволили установить существование видов, до сих пор не известных в составе ископаемых флор Западной Грузии, переопределить некоторые споры и объединить морфологически близкие формы из различных отложений плиоцена. Так, например, *Filicites verus* N. Mchedl из киммерийских отложений [1] и *Pteris verus* (N. Mchedl.) Purc. из мэотических слоев [2] оказались идентичными *Pteris* sp. 8 [6] из осадков гурийского возраста. Все эти формы мы отнесли к *Pteris crenata* Sw., с которыми они проявляют полное сходство.

Несколько слов следует сказать о спорах, определенных как *Pteris cretica* L. или *Pteris* aff. *cretica* L. Как показало исследование всего материала, под этим названием описаны разные формы. Одну из них мы выделяем как *Pteris* sp. 3. Дистальная сторона этой формы не всегда просматривается под микроскопом, а бугорчатость проксимальной иногда действительно обнаруживает некоторое сходство с *Pteris cretica* L.

Pteris aff. *cretica* L. из киммерийских отложений мы относим к *Pteris longifolia* L. Судя по рисунку, приведенному в работе Н. Д. Мчедлишвили [1], близость ископаемой формы к этому виду проявляется в петлеобразной скульптуре дистальной стороны споры.

Pteris cretica L. приводится также в составе тарханского спорово-пыльцевого комплекса [8]. Однако по небольшому сообщению трудно судить о морфологическом строении указанных спор. Но если принять во внимание тот факт, что формы, типичные для *Pteris cretica* L., начинают встречаться лишь с киммерия, возможность существования современного вида в низах среднего миоцена несколько сомнительна.

За пределами Кавказа птерисы известны с мезозоя. Несколько видов существовало уже в триасе на территории Западной Сибири, где наивысшего расцвета род достигал в меловое время [9].

В Европе ископаемые споры, которые несомненно принадлежат роду *Pteris*, отмечаются с раннего неогена. В основном они определены по искусственной системе [10, 11]. Наибольшее количество спор встречается в миоцене, тогда как в более молодых отложениях содержание их значительно сокращается.

На территории Грузии наиболее древние находки ископаемых остатков рода *Pteris* датируются палеогеном. В эоценовых и олигоценовых отложениях Ахалцихской депрессии были найдены споры, определенные как *Pteris* sp. [12].

Из среднемиоценовых отложений по естественной классификации И. Ш. Рамишвили [4] выделяет лишь одну форму *Pteris* sp. Наряду с этим, нужно отметить присутствие в спектрах спор, близких к роду *Pteris*, но определенных по искусственной системе. Из этого следует, что в среднем миоцене *Pteris* были довольно разнообразны в таксономическом отношении и играли более или менее заметную роль в составе растительных сообществ. Это доказывается присутствием в отложениях того же возраста макроскопических остатков *Pteris parschlugiana* Ung [13].

Распространение ископаемых остатков рода *Pteris* в верхнемиоценовых и плиоценовых отложениях Западной Грузии

Название видов										
	Сармат	Мэотис	Понт	Киммерий	Н. кувальник (скурдум)	Кувальник ср. + верх.	Гурий	Чауда	Древний экссин	Узулар
<i>Pteris crenata</i> Sw.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris cretica</i> L.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris grandiflora</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris longifolia</i> L.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris remotifolia</i> Bak.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris venusta</i> Krez.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris vittata</i> L.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris pallucida</i> Pr.		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> aff. <i>quadriaurita</i> Retz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> aff. <i>toagoensis</i> Hjeron		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> sp. 1		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> sp. 2		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> sp. 3		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> sp. 4		—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteris</i> sp. 5 (<i>Polypodia</i> = <i>ceoisporites helveticus</i> Nagy)	—									

Из 4 видов *Pteris*, споры которых были встречены в сармате, один — *Polypodiaceoisporites helveticus* Nagy — вымерший таксон, характерный для миоценовых флор. Остальные относятся к ныне живущим видам, споры которых являются постоянными компонентами палинокомплексов мэотиса и плиоцена [14]. Кроме того, из сарматских отложений были описаны крупные остатки *Pteris* sp. [15].

После сармата роль современных или близко стоящих к ним видов значительно повышается в палеофлорах Западной Грузии. Это одна из немногих областей, где наивысшего расцвета *Pteris* достигают в плиоцене. Было определено 15 форм, в распространении которых прослеживается определенная закономерность (таблица).

В отложениях мэотиса и понта были встречены споры 8 форм, из которых наиболее характерными для этих ярусов являются *Pteris longifolia* L. и *Pteris grandiflora* L.



В киммерии и раннем куяльнике (скурдуме) число видов достигает 13. Среди них преобладают *Pteris crenata* Sw., *P. venusta* Krez., *P. remotifolia* Bak., *P. aff. quadriaurita* Retz.

После раннего куяльника начинается постепенное обеднение таксономического состава рода *Pteris*. Этот процесс продолжается до конца гурийского времени, когда вымирают почти все плиоценовые формы. В отложениях плейстоцена отмечаются лишь споры *Pteris cretica* L. — вида, который по сей день продолжает обитать в лесах Западной Грузии.

Академия наук Грузии
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 20.3.1992)

პალეობიოლოგია

ი. შატილოვა, ნ. მჩედლიშვილი

გვარი *Pteris* Linne დასავლეთ საქართველოს გვიანმიოცენურ და პლიოცენურ პალეოფლორაში

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს ნეოგენური პტერიდოფლორის ერთ-ერთ დამახასიათებელ შემადგენელს წარმოადგენს გვარი *Pteris* Linne. შესწავლილია მათი ნამარხი სპორები და დადგენილია 15 ფორმა, რომელთაგან 8 განსაზღვრულია სახემდე, 2 აღწერილია როგორც „aff“, ხოლო 5 — როგორც *Pteris* sp.

ამ გვარის ცალკეული სახეების სტრატეგრაფიულ გავრცელებაში შეიმჩნევა გარკვეული კანონზომიერება. გაფურჩქენის უმაღლეს სტადიას აღწევენ კიმერიულსა და ადრე კუილნიკურ დროში, რის შემდეგ იწყება მათი ტაქსონომიური შემადგენლობის გაღარიბების პროცესი, ხოლო ნეოგენის ბოლოსთვის პლიოცენური ფორმები თითქმის მთლიანად ამოწყდება. პლეისტოცენში დაცულია მხოლოდ ერთი სახე *Pteris cretica* L., რომელიც დასავლეთ საქართველოს ტყეებში დღემდე ბინადრობს.

PALAEOBIOLOGY

I. SHATILOVA, N. MCHEDLISHVILI

THE GENUS *PTERIS* LINNE IN LATE MIOCENE AND PLIOCENE
PALEOFLORAS OF WESTERN GEORGIA

Summary

One of the most characteristic representatives of Neogene Pteridoflora of Western Georgia has been genus *Pteris* Linne. The studying of fossil spores was carried out and the existence of 15 forms was established. Among them 8 are determined up to species, 3 are described under sign „aff“ and 5— as *Pteris* sp.



In stratigraphical distribution of separate species the definite is traced. The time of flourishing of *Pteris* was Kimmerian and Early Kuyalnikian, since that the process of impoverishment of their taxonomical composition has begun. The bulk of Pliocene forms extincted towards the end of the Neogene. In the Pleistocene only one form is preserved. This is *Pteris cretica* L., which still inhabits the forests of Western Georgia today.

საზოგადოებრივი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Мchedlishvili. Флора и растительность киммерийского века по данным палинологического анализа. Тбилиси, 1963.
2. X. Н. Пурцеладзе, Е. А. Цагарели. Мэотическая флора юго-западной Грузии. Тбилиси, 1974.
3. Н. Ш. Рамишвили. Понтическая флора Западной Грузии по данным палинологического анализа. Тбилиси, 1969.
4. И. Ш. Рамишвили. Среднемиоценовая флора Грузии по данным палинологического анализа. Тбилиси, 1982.
5. И. И. Шатилова. Палинологическое обоснование геохронологии верхнего плиоцена и плейстоцена Западной Грузии. Тбилиси, 1974.
6. И. И. Шатилова. История развития позднеплиоценовой растительности Западной Грузии. Тбилиси, 1984.
7. И. И. Шатилова, Н. Ш. Мchedlishvili. Палинологические комплексы чаудинских отложений Западной Грузии и их стратиграфическое значение. Тбилиси, 1980.
8. Г. Д. Ананишвили, X. Н. Пурцеладзе. Сообщения АН СССР, 82, № 2, 1976, 421—423.
9. Н. А. Болховитина. Труды ГИН АН СССР, вып. 2, 1956.
10. W. Krutzsch. Atlas der mittel—und jungtertiären dispersen Sporen—und Pollen— sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lief IV—V, Berlin 1967.
11. E. Nagy. Ann. Hung. Geol. Inst., vol. LII, fasc. 2, 1969, 1—650.
12. Л. А. Панова, Е. Ю. Малигонова, И. П. Табачникова. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 327, 1984, 74—93.
13. Г. С. Аваков. Миоценовая флора Меджуды. Тбилиси, 1979.
14. И. И. Шатилова, Н. Ш. Мchedlishvili, Н. В. Махарадзе, Г. О. Деисадзе. Предварительные данные палинологического исследования сарматских отложений Западной Грузии. Препринт, Тбилиси, 1991.
15. Л. Т. Челидзе. Позднемиоценовая флора и растительность Закавказья. Тбилиси, 1987.

ბ. კოკლაბაძე, ნ. ზინინაძე, ზ. ქავთარაძე

ფიქსირებული განწყობის ტიპები და ჰორმონთა კლასშიური შემცველობა მიზღვაურებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ნაღრაშვილმა 4.3.1992)

ყოველწლიურად მეზღვაურთა საერთო რიცხვის 4,5-დან 6%-მდე ჯანმრთელობის მდგომარეობის გამო იძულებულია დატოვოს ფლოტი, ამასთანავე ამ პირთა საერთო რიცხვის 82,1% 50 წელზე ახალგაზრდაა. შემთხვევათა 74%-ში ამის მიზეზია გულ-სისხლძარღვთა, საჭმლის მომნელებელი და ნერვულ სისტემათა ქრონიკული პათოლოგია [1]. ავადობის საერთო პროფილში ყურადღებას იპყრობს ე. წ. „ფიქო-სომატურ“ დაავადებათა მაღალი ხვედრითი წილი. ამ პირთა შორის პათოლოგიის ფორმირებაზე გადამწყვეტ ზემოქმედებას ახდენენ გემის გარემოს ფაქტორები და სპეციფიკა, მსოფლიო ოკეანის კლიმატურ თავისებურებებთან ერთად [2].

გემის გარემოს და სპეციფიკას მოკლედ ასეთი დახასიათება შეგვიძლია მივცეთ: ეს არის ხელოვნური, იზოლირებული გარემო, რომელშიც ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ცხოვრება და მძიმე დაძაბული სამუშაოს შესრულება უხდება ადამიანთა განსაზღვრულ ჯგუფს, რომლებიც ამ პროცესში ვანიცდიან ორგანიზმზე სხვადასხვა სახისა და ხასიათის ზემოქმედებას.

ჩვენი მიზანი იყო პრაქტიკულად ჯანმრთელ მეზღვაურთა ორგანიზმში ცალკეულ სისტემათა შესწავლით, როგორცაა გულ-სისხლძარღვთა, ენდოკრინული და ფსიქოლოგიური სფერო, გამოვეყო ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ადაპტაციური ძვრები, ან სხვა შემთხვევაში დეზადაპტაციის ნიშნები.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებოდა დ. უზნაძის განწყობის თეორიის [3] საფუძველზე ტიპოლოგიურად განსხვავებული ჯგუფების ფსიქოსომატური, მათ შორის ენდოკრინული პარამეტრების, ურთიერთშედარებით დახასიათებას დინამიკაში, ნოსნობის პირობებში, რაც საშუალებას მოგვცემდა განგვეხილა ფიქსირებული განწყობის ტიპი როგორც არა მარტო ფსიქოლოგიური, არამედ გარკვეულწილად ფიზიოლოგიური ადაპტაციის განმსაზღვრელ ფაქტორადაც. ასეთი მიდგომა პრიორიტეტულია ჩვენ მიერ ჩატარებულ გამოკვლევაში.

კვლევა ჩატარებულ იქნა საქართველოს საზღვაო სანაოსნოს ტანკერ „მარშალ გელოვანის“ ეკიპაჟზე. ყველა გამოკვლეული პირი პრაქტიკულად ჯანმრთელი მეზღვაური იყო, რომელიც მთელ საკვლევ პერიოდში აგრძელებდა ნოსნობას. ასეთი მიდგომით ეკიპაჟის 42 წევრიდან შეირჩა 30, 20-დან 50 წ. ასაკში (საერთო ჯგუფი, საშუალო ასაკი $34,6 \pm 2,9$ წელი).

კვლევა ჩატარდა სამ ეტაპად: ნოსნობის პირველი თვის განმავლობაში, ნოსნობის სამი, და ექვსი თვის შემდეგ.

ნოსნობის დასაწყისიდანვე და მისი სამი თვის თავზე მეზღვაურთა სისხლში აღინიშნა კორტიზოლის ნორმაზე დაბალი და ტესტოსტერონის ნორმაზე მაღალი შემცველობა. ეს ძვრები უნდა ასახავდეს მეტაბოლურ ჰომეოსტა-



ზის ანაბოლიზმისაკენ გადახრას, დამახასიათებელს მეზღვაურთა ორგანიზმისთვის, და სპეციფიკურ პირობებზე ადაპტაციის ერთ-ერთ მექანიზმად უნდა ჩაითვალოს.

ნაოსნობის ექვსთვიანი პერიოდის შემდეგ მეზღვაურებს ფიქსირებული განწყობის ტიპის მიხედვით აღენიშნათ განსხვავებული ფსიქო-სომატური ძვრები:

— დინამიური ტიპის ფიქსირებული განწყობის მქონე მეზღვაურთა სისხლში კორტიზოლის დონე სარწმუნოდ ქვეითდება.

— სტატიური ტიპის ფიქსირებული განწყობის მქონე მეზღვაურთა სისხლში ტესტოსტერონის დონე სარწმუნოდ ქვეითდება. მათ აღენიშნებათ ფსიქოლოგიური სტატუსის გაუარესება. ეს ფაქტი ეხმიანება მონაცემებს ტესტოსტერონის პლაზმური დონის გავლენის შესახებ ფსიქოლოგიურ სტატუსზე [4], [5].

— ვარიაბილური ტიპის ფიქსირებული განწყობის მქონე მეზღვაურთა სისხლში კორტიზოლის დონე სარწმუნოდ ქვეითდება, პროგესტერონის დონე სარწმუნოდ იმატებს. მათ აღენიშნებათ პულსის სარწმუნო გაზვირება, სარწმუნოდ დაბალი ფიზიკური შრომისუნარიანობა და ფსიქოლოგიური სტატუსის გაუარესება.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე გამოვლინდა ფსიქო-სომატური ადაპტაციის თვალსაზრისით ოპტიმალური ფიქსირებული განწყობის ტიპი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ა. ნათიშვილის სახელობის ექსპერიმენტული
მორფოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 4.3.1992)

ПСИХОЛОГИЯ

К. Г. КОПЛАДЗЕ, Н. К. ЧИЧИНАДЗЕ, Г. В. КВАТРАДЗЕ

ТИПЫ ФИКСИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ И ПЛАЗМЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГОРМОНОВ У МОРЯКОВ

Резюме

Выявлено, что на шестом месяце плавания у моряков с различными типами фиксированной установки (ФУ) отмечаются различные психо-соматические сдвиги: у моряков с динамичным типом ФУ — достоверное снижение уровня кортизола в плазме крови, со статичным типом ФУ — достоверное снижение уровня тестостерона в плазме крови и ухудшение психологического статуса, с вариабельным типом ФУ — достоверное снижение уровня кортизола, достоверное повышение уровня прогестерона в плазме крови, достоверное учащение пульса, низкий уровень физической работоспособности и ухудшение психологического статуса. Определен оптимальный тип ФУ с точки зрения психо-соматической адаптации.

K. KOPLATADZE, N. CHICHINADZE, G. KAVTARADZE

THE DIFFERENT SET TYPES AND PLASMA HORMONE
LEVELS IN SAILORS

Summary

Different kinds of the psycho-somatic changes were found out among the sailors with the different set-types at the end of the six-month-period sailing: significant decrease of cortisol plasma level in the persons with the dynamic set-type, significant decrease of plasma testosterone level and worsening of the psychological state in the persons with the static set-type, significant decrease of cortisol and increase of progesterone plasma levels, the rise of pulse frequency and low physical work capacity, as well as worsening of the psychological state in the persons with the variabil set-type. The optimal set-type for the psycho-somatic adaptation had been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Васильева, А. Г. Пономарева. Сов. здравоохран., 8, 1989, 51.
2. Ю. М. Стенько. Психогигиена моряка. Л., 1981, 236.
3. დ. უზნაძე. შრომები. III-IV ტ. თბილისი, 1964, 636.
4. A. Mazur, T. A. Lamb. Testosterone, status and mood in human males. Horm Behav. 14, 1980, 236.
5. R. Rose. Psychoendocrinology. In: Textbook of Endocrinology, J. D. Wilson and D. W. Foster (Eds.), Philadelphia, 1985, 653.



И. Е. ГЕРСАМИЯ

ТБИЛИССКАЯ КОНСЕРВАТОРИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР ПОСТУПАЮЩИХ НА ВОКАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. А. Надирашвили 28.3.1992)

Проблема профессионального отбора — одна из актуальных, однако слабо разработанных в современной вокальной педагогике.

Существующая методика конкурсного отбора абитуриентов (прослушивание сольной программы, коллоквиум) дает лишь приближенное представление об их вокально-технических и исполнительских возможностях.

Один из парадоксов приемных экзаменов заключается в том, что молодой певец с яркими голосовыми данными, спевший «на должном профессиональном уровне» сольную программу, что сыграло, возможно, решающую роль в оценке его профессиональных данных, поступив в консерваторию, на первых же уроках демонстрирует свою техническую и творческую беспомощность.

И наоборот, абитуриент, который на вступительном экзамене прошел далеко не первым номером, поступив в консерваторию, проявляет во время занятий гибкие психомоторные и отличные исполнительские возможности.

Как выявить профессиональные возможности и творческий потенциал молодого певца на экзаменах? При помощи каких средств выявить исполнительское своеобразие личности?

У каждого члена приемной комиссии свои параметры, критерии оценок профессиональных возможностей абитуриента. Поэтому на экзаменах определяющими оказываются его субъективная оценка, интуиция, вокально-слуховой опыт. Хотя роль этих компонентов в определении профессиональных возможностей абитуриента очень велика, однако этого недостаточно — нужны более надежные критерии и ориентиры, ибо до сих пор нет апробированной на практике системы приема на вокальный факультет.

В ходе экзамена, определив и оценив одни грани возможностей абитуриента, комиссия должна выявить и другие необходимые качества, распознать которые можно посредством заранее разработанной системы проверочных (контрольных) вокально-технических и творческих тестов-заданий, руководствуясь общими критериями оценок, общими параметрами в определении профессиональных возможностей и ориентируясь на них. Действительно, чтобы выявить профессиональные возможности абитуриента, необходимо прежде всего уточнить, какими качествами он должен обладать. Очертив круг необходимых абитуриенту профессиональных данных, следует учитывать их на экзаменах при приеме на вокальный факультет консерватории.

Возникает вопрос: можно ли выработать общие критерии оценок профессиональных возможностей, если у входящих в приемную комиссию педагогов разные опыт, вкус и индивидуальные критерии подхода?

Положительный ответ можно найти в самой вокально-педагогической практике.



В целях установления общих критериев оценки профессиональных возможностей абитуриента, на которые должны ориентироваться члены приемной комиссии, мы провели опрос педагогов-вокалистов.

Приводим обобщенные нами названные ими следующие признаки:

Первостепенные:

1. Яркие голосовые данные. Психомоторные возможности.
2. Вокально-техническая подготовка.
3. Развитое воображение и фантазия.
4. Музыкальность и ритмичность.
5. Исполнительские и актерские данные.

6. Способность самостоятельно создавать оригинальную исполнительскую концепцию.

7. Интеллект.

8. Духовное богатство личности абитуриента.

Необходимые:

1. Способность к музыкально-сценическому действию.

2. Способность пантомимически выражать музыку.

3. Способность вырабатывать установку на вокально-художественное произведение, т. е. настраиваться на исполняемое, а также легко и быстро переходить из одного психологического состояния в другое.

4. Общительность. Способность входить в психологический контакт.

5. Творческая индивидуальность и готовность к работе.

6. Наличие творческой воли.

7. Музыкально-художественный и исполнительский опыт.

8. Внешность. Сценическое обаяние.

9. Наличие внешней и внутренней культуры.

10. Интуиция.

11. Особенности в биографии абитуриента.

Необходимо отметить, что такие параметры, как «яркие голосовые данные», «вокально-техническая подготовка», «музыкальность и ритмичность», «развитое воображение и фантазия», «исполнительские и актерские данные», «интеллект», «духовное богатство», названы педагогами первостепенными, самыми существенными. (Перечисленные признаки даны в разных сочетаниях). Это еще раз подтверждает, что приведенные данные — определяющие факторы в вокально-исполнительском искусстве и отсутствие одного из них сводит деятельность певца к нулю.

Именно поэтому в процессе приемных экзаменов следует способствовать как можно более полному выявлению творческой индивидуальности абитуриента не по отдельным названным параметрам, а во всей их совокупности, тем более что отделить их друг от друга, как правило, довольно сложно или вообще невозможно.

В связи с этим очень часто возникает потребность в дополнительных технических и творческих заданиях, которые помогли бы раскрыть отдельные стороны дарования, уточнить определенные вокально-технические и исполнительские навыки и умения индивида.

Однако вслед за решением проблемы — что необходимо определить, выявить в возможностях абитуриента, не менее острая проблема — как их выявить, с помощью каких средств, приемов, творческих заданий и тестов.

Проблема поиска и разработки тестов как наиболее эффективных и современных средств для выявления профессиональных возможностей, верного определения творческого потенциала этих возможностей и личностных качеств абитуриента стоит сегодня чрезвычайно остро. К сожалению, имеющиеся в распоряжении приемной комиссии средства, на наш взгляд, недостаточно эффективны и практически оста-



лись теми же, что были 10—20 лет назад, — это четыре произведения на два тура. Во втором отборочном туре исполняются два произведения, притом одно из них могло быть уже спето в первом туре.

Конечно, мы вовсе не ратуем за отказ от старых методов выявления профессиональных возможностей, это тоже тесты-проверки, но их явно недостаточно для полного раскрытия индивидуальности абитуриента. Необходимо пополнить и обновить их. А здесь неоценимую помощь может оказать богатый практический опыт международных конкурсов вокалистов-исполнителей (ибо приемный экзамен суть отборочный конкурс) и больших мастеров сценического искусства, который может быть обобщен и использован в различных вариациях для создания тестов-проверок. Эти тесты могли бы помочь не только на приемных экзаменах, но и для дальнейшего выявления профессиональных и личностных граней студента-вокалиста в процессе обучения в консерватории.

Приведу несколько вокально-технических и творческих тестов-заданий, которые в адаптированном виде могут быть применены на вступительных экзаменах:

1. На экзамен по специальности абитуриент должен представить список произведений, которые он может исполнить без подготовки (уровень сложности не устанавливается). Выбор произведения — за комиссией. В репертуар абитуриента могут включаться произведения любых жанров. Особое внимание следует уделить наличию в нем произведений разной вокально-технической сложности.

Выбор вокального материала определяется следующими соображениями: как можно полнее выявить у абитуриента, с одной стороны, наличие правильных технических навыков, достоинства его голоса, с другой — те или иные недостатки певческого голосообразования, отрицательные черты работы его голосового аппарата.

2. До экзаменов объявить (за одну-две недели или месяц) обязательное для поступающих в консерваторию вокально-художественное произведение.

Короткий срок, отводимый на полноценную подготовку данного произведения, позволит более полно определить оснащенность абитуриентов основными вокально-техническими навыками-умениями, т. е. определить реальные возможности абитуриентов к моменту поступления в консерваторию, а также получить данные о различных уровнях и качествах их профессиональных возможностей.

3. Для выявления возможностей будущего студента входить в наибольший психологический контакт (что, как правило, происходит после его зачисления в консерваторию), от чего во многом зависят продуктивность и качество занятий, нам представляется целесообразным ввести в структуру приемного экзамена по специальности систему контрольных уроков с использованием вокальных упражнений, отдельных фраз из вокализов и вокально-художественных произведений.

Экзамен по специальности, казалось бы, должен выявить исполнительские возможности абитуриента, однако прослушивание сольной программы, когда исполнительские возможности проявляются в уже реализованном виде, не позволяет судить о степени самостоятельности певца, а следовательно, и об обладании им необходимыми для интерпретатора качествами. При этом для приемной комиссии остаются неизвестными весьма существенные сведения о его возможностях в создании оригинальной исполнительской концепции, самостоятельного музыкально-художественного мышления.

4. Для выявления с известной степенью достоверности перечисленных выше качеств (которые, кстати сказать, выявляются педагогом по специальности по прошествии определенного времени — уже

после зачисления абитуриента в консерваторию) могут быть предложены дополнительные задания, при исполнении которых оперативно раскрывается степень самостоятельности абитуриента. Так, абитуриенту дается задание самостоятельно подготовить два несложных, небольших произведения (старая классика, романсы, песни) в течение отведенного для этого времени и как можно выразительнее, в высокохудожественной форме выразить эмоционально-смысловое содержание этих произведений, проявляя к ним активное творческое отношение (желательно наизусть).

Одно произведение дается по усмотрению комиссии, другое — по желанию абитуриента. Причем произведение он выбирает из предварительно составленного приемной комиссией списка произведений разных композиторов.

Здесь комиссия руководствуется теми соображениями, что молодой певец, исходя из своего музыкально-слухового опыта, бессознательно, на основе установки или своей предварительной музыкальной настроенности выберет произведение того композитора, чья музыка психологически ему близка и по музыкальному содержанию понятна. Чем понятнее и доступнее будет абитуриенту музыкально-вокальное произведение, тем полнее и интонационно богаче выразит он содержащиеся в нем мысли и чувства, тем легче и быстрее усвоит его.

При выполнении абитуриентом задания следует обратить особое внимание не столько на точность передачи им нотного текста (что желательно), сколько на смелое и оригинальное осмысление концепции композитора.

После исполнения возможна беседа с абитуриентом, в которой он должен обосновать свою исполнительскую концепцию (тот или иной свой интерпретаторский вариант).

5. Для выявления уровня развития воображения и музыкально-художественного мышления абитуриента:

а) комиссия дает ему задание дополнить сюжет (ситуацию) исполняемого им произведения вымышленными обстоятельствами к музыкальному вступлению, обратив особое внимание на достижение органической взаимосвязи с последующим материалом, а также досочинить сюжет к музыкальному отыгрышу в конце произведения, в котором были бы видны «следы» происшедшего события; подобные задания можно сформулировать иначе: рассказать о пережитом, о судьбе того или иного героя вне текстовой (словесной) информации;

б) любую часть исполняемого абитуриентом произведения он должен исполнить (по выбору приемной комиссии либо по своему желанию) в ином эмоциональном ключе (например, изфантазив трагическую мотивацию, т. е. полностью противоречащую данной — лиризм, просветление), переосмыслив тем самым концепцию произведения в целом.

6. Для выявления способности абитуриента к музыкально-сценическому действию целесообразно использовать музыкальный материал (отрывки из опер, программные и вокально-художественные произведения) в сочетании с тестами-этюдами на предложенную тему, в которых будет заложена возможность раскрытия эмоционального содержания музыки (темы разные — выражающие состояние: горе, грусть, восторг, радость, гнев, страх, а также с более сложными обстоятельствами).

Вслушиваясь в настроение и характер данного музыкального материала, абитуриент должен внести в содержание этюда импровизацию, оправдывая своим поведением и жестами слышимое и воображаемое.

Особую проблему составляет здесь определение умения абитуриента выработать установку, т. е. мобилизоваться, настроиться со-



ответственно эмоционально-смысловому содержанию данной музыкальной вообразимой ситуации.

7. В целях выявления способности абитуриента к быстрой психологической переключаемости средствами мимики и жеста целесообразно использовать музыкальный материал (миниатюры, программные произведения) композиторов разных стран, содержащий в яркой форме два контрастных эмоциональных содержания (например, лирическое и грустное), в процессе звучания музыкального материала в одном случае выразить содержащиеся в музыке положительные эмоции — лирические, возвышенные, просветленные, в другом — отрицательные — грустные, скорбные, интенсивно выражая их посредством мимики и жеста.

*

* *

Богатство духовного мира, уровень художественного развития, мировоззрение, пристрастие, планы на будущее абитуриента наиболее отчетливо демонстрирует коллоквиум. В практике конкурсного отбора это один из важнейших аспектов, ибо только на фундаменте интересной и богатой личности могут формироваться и развиваться его профессиональные возможности.

Вопросы-тесты, заданные на коллоквиуме уже после экзамена по специальности, дополняют и уточняют целостное представление о личности абитуриента.

Возможные вопросы:

Назовите понравившийся Вам оперный спектакль за последний театральный сезон. Почему? Что заинтересовало? Кто постановщик спектакля? Кто дирижер? Что Вам известно о его постановках?

Любите ли Вы грузинские оперы? За что?

Какие оперные произведения и каких композиторов Вас сегодня интересуют?

Какую партию Вы хотели бы петь на сцене?

В каких операх поет Доминго? Каллас?

Любите ли Вы грузинских певцов? Назовите.

Кто Ваш любимый композитор, поэт, художник, писатель?

Каких Вы знаете итальянских певцов?

В чем Ваше понимание сути профессии певца?

Каких Вы знаете композиторов-романтиков?

Какую музыку Вы предпочитаете (зарубежную, грузинскую и т. д.)?

Какой вид музыкального искусства Вы предпочитаете?

Какие певцы Вам нравятся? Где слушали?

Что дает Вам участие в хоре?

Какие проблемы сегодня Вас интересуют?

Что сегодня Вас тревожит, волнует?

Расскажите о себе, о своей жизни.

Расскажите о самом радостном дне Вашей жизни.

Чем Вы увлекаетесь в свободное время?

Ваше любимое занятие в свободное время.

Посещаете ли Вы драматический театр, музеи, выставки?

Что дает Вашей будущей профессии общение с литературой?

Какие фильмы Вы предпочитаете (с психологическим содержанием, исторические и т. д.)?

Какие танцы Вы любите танцевать?

Ваш любимый балет?

Как Вы относитесь к изобразительному искусству?

Расскажите о Ваших планах на будущее.

Какой факультативный курс для своего художественного развития хотели бы Вы прослушать?

*

* *

Вокально-технический и творческий тест, задание — не панацея от ошибок, однако их следует как можно чаще и разнообразнее применять на практике.

Что касается психологических тестов, на вступительных экзаменах использовать их трудно, ибо для обработки результатов требуется довольно длительное время.

Внедрение в экзаменационную практику комплексных методов для выявления профессиональных данных абитуриента должно усилить весомость экзамена по специальности, а также обеспечить качество отбора и в конечном счете повысить уровень подготовки молодых певцов в средних музыкальных заведениях. Необходимо ввести курс актерского мастерства в их учебные планы.

Что касается учебного процесса поступивших в консерваторию вокально-исполнительски более одаренных и подготовленных абитуриентов, то он должен осуществляться на основе более высоких требований как к составлению учебных программ, так и к преподавательскому составу.

Процесс обучения необходимо подчинить высоким творческим целям сообразно мировым критериям повышения вокально-исполнительского уровня.

Тбилисская государственная консерватория
им. Вано Сараджиишвили

(Поступило 29.3.1992)

ფსიქოლოგია

ი. გარსამია

თბილისის კონსერვატორია: ვოკალურ განყოფილებაზე
შემსვლელთა კროფისული შერჩევა

რეზიუმე

წერილში კონსერვატორიის ვოკალურ განყოფილებაზე შემსვლელ აბიტურენტთა პროფესიულ შესაძლებლობათა უფრო სრულად გამოსავლინებლად მოცემულია რამდენიმე ტესტი, რომლებიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მისაღებ გამოცდაზე სპეციალობაში.

I. GERSAMIA

PROFESSIONAL CHOICE OF APPLICANTS ON VOCAL DEPARTMENT
OF CONSERVATOIRE

Summary

Several tests are given by the author that may be used on the entrance examinations at the vocal department of the conservatoire for better revealing of professional abilities of applicants.

Н. Д. КЕМЕРТЕЛИДЗЕ

ОБ ОЦЕНКЕ СЛОВ ПРИ ИХ ПЕРЕНОСНОМ ЗНАЧЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом М. К. Андрикашвили 23.3.1992)

Перенос значения возникает из потребности человеческого сознания сравнивать и сопоставлять предметы и явления. Он основан на психологическом явлении ассоциативного характера. Несмотря на то что главная задача данного явления — это помочь понять окружающую действительность, оно все-таки остается чисто языковым со своими языковыми закономерностями.

В языке существует два вида переноса значения: языковый и поэтический перенос. В первом из них назывная функция является главной, тогда как второй имеет ярко выраженную оценочную функцию, а назывная переходит на второй план. Языковый перенос построен на сопоставлении или связи явлений, которые знакомы языковому коллективу. Он ограничивается историей и жизнью данного коллектива. А поэтический перенос ограничен только большей или меньшей мерой реальности связей. Нельзя отделить эти два вида переноса резкими границами, так как существуют случаи, когда переносы пока не стали языковыми, но уже не являются и поэтическими.

Когда происходит перенос значений, как известно, мы имеем дело с тропами, где и разрушается основное значение слова, за счет чего в восприятии вступают его вторичные признаки: возникает эмоциональная окраска слова, пробуждается эмоциональное отношение к теме; иначе говоря, тропы имеют чувственно-оценочный смысл. Нейтральные слова именно в контексте приобретают оценочный смысл, т.е. положительную или отрицательную оценку; слова с мелиоративной оценкой, становясь тропами, могут занять пейоративную оценку и наборот.

Связь тропа и оценки «хорошо/плохо» неоднозначна. Действительно, среди подобных выражений довольно много таких, которые содержат оценочный смысл, например *she bears good feelings* — она испытывает добрые чувства (здесь у нас есть положительная оценка); *she gave a frosty welcome* — она холодно поздоровалась (а здесь наблюдается отрицательная оценка). Бывает и так, что одно и то же словосочетание, выражение в разных контекстах оценивается по-разному, а иногда одно и то же словосочетание в одном и том же контексте оценивается по-разному разными людьми: одни могут считать данный предмет или данное явление положительным, а другие — отрицательным. Здесь к оценке добавляется субъективный характер.

Однако довольно часто мы встречаемся со случаями, когда значение слова, являющегося тропом, не связано с оценкой, например: *the afternoon died away, the sea breathed again in a long sign (W. Golding)*. Выражение *the afternoon died away* безразлично к оценке, так как кто знает, факт стемнения — это хорошо или плохо? Наверное, ни хорошо, ни плохо. В подобных примерах происходит перенос значения глагола, благодаря чему целые фразы, а иногда и предложения становятся стилистически окрашенными, но ни о какой оценке здесь не может быть и речи, так как не видно никакого чувства — отношения говорящего или пишущего к данному явлению.

Следует отметить, что общеоценочные слова («хорошо, плохо») в своей семантике не содержат дескриптивных признаков объектов, однако на основе этих признаков выводится общая оценка «хорошо/плохо». Например, ср.: *sharp angle* (острый угол), *sharp wits* (острый ум) и *sharp reaction* (резкая реакция, раздражение)—перенос признака на нематериальный объект создает метафору. Как видим, слово *sharp* в зависимости от контекста меняет свою оценку: в сочетании со словом *wits* получает положительную оценку, а в сочетании со словом *reaction*—отрицательную. А если скажем *good angle*, *good wits* и *good reaction* или *bad angle*, *bad wits* и *bad reaction*, в этих случаях слова *good* и *bad* содержат лишь оценку (положительную или отрицательную), так как дескриптивного признака нет и перенос значения не происходит.

Что касается оценочных прилагательных, то они, благодаря тому что включают в себя дескриптивные семы, легко и свободно приобретают оценочный смысл в определенном контексте (т. е. становятся метафорами, эпитетами и другими тропами). Например, ср.: *It was a cloudy night and everything was dim; Her eyes were cloudy and unhappy* (H. Robbins „Never Love a Stranger“). В первом предложении слово *cloudy* имеет свое номинативное значение: *covered with clouds* (туманный), а во втором—приобретает переносное значение (здесь имеется в виду взволнованный, несчастный человек), происходит перенос признака с объектов физического мира на другие объекты. В обоих случаях оценка отрицательная, так как *cloudy night* (туманная ночь), как и взволнованный человек, плохо. Подобных примеров можно привести довольно много: *wooden table* (деревянный стол) и *wooden stare* (деревянный взгляд); *stony ground* (каменистая почва) и *stone face* (каменное лицо); *glassy bottle* (стеклянная бутылка) и *glassy eyes* (стеклянные глаза) и др. Данные прилагательные не содержат оценочных смыслов, они характеризуют предметные объекты по физическим свойствам. Никто не может сказать хорошо или плохо *wooden table*, *stony ground*, *glassy bottle*, между тем как выражениям *wooden stare*, *stony face*, *glassy eyes* присуща оценочная коннотация „плохо“. Таким образом, эти прилагательные, имея нейтральную оценку в прямом значении, получают оценочные смыслы в переносном значении.

Сейчас посмотрим, что происходит, когда понятие переносится из одной сферы в другую. Если, например, названия животных переносятся на людей, то они обычно обозначают внешний вид или внутренние качества человека, приписывают человеку некоторые признаки, которые имеют оценочные коннотации. «Сами названия животных оценки не содержат, но соответствующие признаки, если они относятся к человеку, почти всегда приобретают оценочные смыслы, приписывая человеку этические, психические или социальные свойства, поведенческие характеристики» [1]. Например: *She watched me with doggie eyes, she put the lead in my hand* (W. Golding „Free Fall“).

He turned his ox-like eyes on Paul and gave a slight snare of welcome (E. Waugh „Decline and Fall“).

She was afraid of his long cat-like look.

(D. H. Lawrence „The Lost Girl“).

В первом примере с помощью переноса названия животного на человека показаны его внутренние черты, верность человека, во втором примере мы узнаем внешний вид молодого человека, какие у него глаза, а в третьем — как бы объединяются эти оба качества, т. е. мы можем узнать и внутренний мир, и внешность некой особы. Это зависит от того, какую ассоциацию вызывает то или иное животное. В данных предложениях все подчеркнутые прилагательные, в которых из прямого значения перешел только признак одушевленности, приобретают оценочные коннотации. «Именно коннотация несет в себе тот семантический комплекс, который выражает не нейтральное (в оценочном, эмоциональном и социальном восприятии) отношение пользующегося языком к обозначаемой действительности, что и составляет, с нашей точки зрения, «остров» содержания категории экспрессивности, т. е. некой универсалии безотносительно к ее номинативно-тезаурусному (в форме коннотации значения) или текстовому воплощению (в виде подтекста), а равным образом к синхронному или диахроническому аспекту представления объекта или к тому или иному типу языка вплоть до конкретного идиолекта» [2].

Здесь же следует отметить, что слово может одновременно реализовать свое прямое и переносное значения в рамках одного предложения. Кроме того, оно может быть употреблено во всей совокупности нескольких его значений сразу, уже не в ряде отдельных словосочетаний, а в пределах одной синтаксической конструкции (т. е. слово реализует свое прямое и переносное значения в рамках одного и того же словосочетания). В данном случае одно из значений реализуется в подтексте.

Таким образом, «в результате столкновения прямого и непрямого употребления одного и того же слова возникает неустойчивое равновесие, заставляющее, с одной стороны, искать точки соприкосновения между разнотипными сочетаниями, с другой, обостряется алогичность их соединения и своеобразие каждого сочетания становится очевидным» [3]. Конечно, понимание переносных, т. е. небуквальных, значений требует больших усилий и времени и гораздо сложнее, чем понимание номинативных значений. А понимание переносного значения слова реализуется на метасемантическом уровне.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 26.3.1992)

ენათმეცნიერება

ბ. ჰამირბალიძე

სიტყვების შეფასების შესახებ მათი გადატანითი მნიშვნელობის
დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

როცა ხდება სიტყვის მნიშვნელობათა გადატანა ჩვენ საქმე გვაქვს ტროპებთან. ამ უკანასკნელთ ეძღვეათ შეფასების უნარი. ნეიტრალური სიტყვები იძენენ შეფასების უნარს კონტექსტის მიხედვით. სიტყვებს, უარყოფითი შეფასებით, ხდება იან რა ტროპები, შეუძლიათ შეიძინონ დადებითი შეფასება და პირიქით. გადატანითი მნიშვნელობის გაგება რეალიზდება მეტასემიოტიკურ დონეზე.

N. KEMERTELIDZE

ON THE ESTIMATION OF WORDS WITH THEIR SHIFTED
MEANING

Summary

Tropes are the cases of shifting of meaning. They have estimative force. Neutral words become estimative, depending on the context. Words with pejorative estimation acquire meiorative sense after becoming tropes, and vice versa. Understanding of the shifted meaning of a word is carried out on the metasemiotical level.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. М. Вольф. Сб. «Метафора в языке и тексте». М., 1988, 52—65.
2. В. Н. Телия. Там же, 26—52.
3. Н. А. Кожевникова. Там же, 145—165.

Е. Г. ЭЛИАВА

К ВОПРОСУ ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ РАЗНОЯЗЫЧНЫХ
ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ (на материале русских переводов произведе-
ния И. Г. Чавчавадзе «კატა—ღამიანი?!»)

(Представлено академиком Г. Ш. Цицишвили 22.11.1991)

В фразеологизме фокусируются не только какая-то конкретная информация, но и элементы быта, культуры, характера, традиции народа, создавшего фразеологизм. Поэтому при переводе фразеологического оборота перед переводчиком стоит задача сохранения уникальности фразеологизма с целью приобщения иноязычного читателя к миру языка оригинала. Однако известно и другое: чрезмерное стремление к сохранению в переводе всех элементов фразеологического оборота, всей смысловой и языковой структуры нередко приводит к обратному результату — примитивной кальке, которая в переводе становится каким-то инородным телом, лишенным смысловой и образной функции. Это важная проблема в переводе и для ее решения оказались недостаточными лингвистические дефиниции фразеологизма Ш. Балли, В. В. Виноградова, Н. М. Шанского и др. Практика перевода потребовала нового подхода к фразеологизму как единице речи. С учетом конкретных переводческих требований были разработаны теперь уже общеизвестные приемы перевода фразеологизма: 1) перевод фразеологизма фразеологизмом с тем же лексическим наполнением; 2) перевод фразеологизма фразеологизмом с другим лексическим наполнением; 3) калькирование; 4) свободный пересказ фразеологического оборота.

Перевод фразеологизма фразеологизмом с тем же лексическим наполнением и калькирование были рассмотрены в предыдущей статье [1].

В данной статье анализируется перевод фразеологизма фразеологизмом с другим лексическим наполнением. В качестве иллюстративного материала используются русские переводы произведения И. Г. Чавчавадзе «კატა—ღამიანი?!», в частности переводы А. Неймана издания 1936, 1937 гг., Е. Гогоберидзе — 1937, 1947, 1955 гг., М. Бирюковой — 1978, 1987 гг. Примеры на грузинском языке приведены из Полного собрания сочинений И. Г. Чавчавадзе (в 20 томах, т. II, изд. 1988 г., Тбилиси).

Перед переводчиками стоит сложная задача — донести до иноязычного читателя произведение И. Г. Чавчавадзе, написанные с такой гениальной простотой и мастерством, произведения, которые являются лучшими образцами выразительности, образности, силы и гибкости современного грузинского литературного языка. И. Г. Чавчавадзе уникален в отображении национального колорита, языкового мироощущения грузинского народа. Язык писателя богат и разнообразен.

Использованные в произведении «კატა—ღამიანი?!» грузинские фразеологизмы имеют яркую национальную окраску, которая буквально «светит» в оригинале и легко «тускнеет» в переводе от неосторожного прикосновения. Безмерное фразеологическое богатство русско-



го языка, разнообразие «мира» фразеологии создают трудности переводчику: из целого ряда синонимичных фразеологических оборотов надо выбрать единственно подходящий фразеологизм. Так, богатство фразеологии иногда может стать своего рода «ловушкой» для переводчика. Неточности, допущенные при передаче фразеологического оборота, снижают художественный уровень перевода, его ценность.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры.

«...სიქვე რაღაც ნიშნის მოგებით ელისაბედა და უნებლიეთ შეჰხედა ლუარსაბსა, რომელიც ბოლოსა სკვმდა და რომელსაც ფეხებზედ ეკიდა მონავალიც და მამულიცა».

(«კაცია—ადამიანი?», т. IV, გვ. 56)

«...многозначительно сказала Елисабеди и невольно взглянула на Луарсаба, который продолжал расхаживать взад и вперед и которому были решительно нипочем и урожай, и имяние».

(«Қация—Адамиани», гл. IV, стр. 31, пер. А. Неймана, изд. 1936 г.)

Данный оборот идентично передан А. Нейманом и в издании 1937 г.:

«...сказала Елисабед не без колкости и невольно взглянула на Луарсаба, который продолжал слоняться без толку и которому плевать было и на имяние и на урожай».

(«И это человек?») («Қация—Адамиани»), гл. IV, стр. 158, пер. Е. Гогоберидзе, изд. 1937 г.)

Рассматриваемое выражение аналогично переводится Е. Гогоберидзе и в издании 1947 г.:

«...не без колкости заметила Елисабед и невольно взглянула на Луарсаба, который продолжал слоняться без толку и которому наплевать было и на имяние и на урожай».

(«Человек ли он», гл. IV, стр. 28, пер. Е. Гогоберидзе, изд. 1955 г.)

«...со значительной ужимкой проговорила Елисабед и покосилась в сторону Луарсаба, прогуливавшегося по двору и, видимо, и помнить не помнившего ни об поле, ни об урожае».

(«Человек ли он?!..»); гл. IV, стр. 110, пер. М. Бирюковой, изд. 1978 г.)

Переводы М. Бирюковой произведения «კაცია—ადამიანი?» 1978 и 1987 гг. одинаковы.

Согласно Грузинско-русскому фразеологическому словарю, выражение «ფეხებზე ჰკიდა», «ფეხებზეც არ ჰკიდა» вульгарное и означает и означает «совершенно не беспокоит, равнодушен, безразличен по отношению к кому-чему-либо» [2].

Переводы Е. Гогоберидзе «плевать было и на имяние и на урожай» и «наплевать было и на имяние и на урожай» по стилю более соответствуют грузинскому обороту. Выражения «плевать на все», «наплевать на все» относятся к просторечной фразеологии и имеют грубовато-экспрессивный характер. Следует отметить, что, по сравнению с глаголом «плевать», глагол «наплевать» отличается оттенком интенсивности действия, он как бы «насыщен содержанием», более полно и сильнее передает эмоционально-экспрессивный оттенок выражения, в данном случае — оттенок безразличия, что объясняется наличием префикса на-, совершенным видом глагола. Думается, что использование глагола «наплевать» в обороте более оправдано и соотносится по смыслу с контекстом. В последующих изданиях Е. Гогоберидзе переводит этот фразеологический оборот глаголом «наплевать».

Однако и выражение «наплевать на все» неполностью передает нюансы грубого грузинского оборота. Фразеологизм «ფეხებზე ჰკიდა»



экспрессивнее, выразительнее, характеризуется более сниженной стилистической окраской, более грубым и резким звучанием, чем русский фразеологизм. Грузинский оборот емок, выражает резко отрицательное отношение к кому-чему-либо, в рассматриваемом примере — отношение князя Луарсаба к имению и урожаю.

«ფეხებზე ჰკიდია» — образный фразеологизм, содержит национальную окраску. Переводчик Е. Гогоберидзе жертвует лексической образностью, стараясь максимально передать смысл оборота, стиливое соответствие и экспрессию фразеологизмом из русского языка.

Перевод А. Неймана «ему было решительно нипочем и урожай, и имение» относится к разговорно-обиходному стилю. Фразеологизм «ему все нипочем» менее емок и стилистически не соответствует грубому выражению «ფეხებზე ჰკიდია». В этом обороте меньше экспрессии, выразительности, не передается образность грузинского фразеологизма.

Перевод М. Бирюковой «и помнить не помнившего ни об поле, ни об урожае» имеет разговорно-бытовой характер, в стилистическом плане не соответствует грубому грузинскому обороту, не выражает его экспрессию и образность.

Итак, как отмечалось выше, фразеологизм «ფეხებზე ჰკიდია» — образная метафора, стилистически окрашена, имеет национальный колорит и выразительнее, чем все предложенные переводы.

Исследователь Т. Сахокиа предполагает следующее объяснение выражению «ფეხებზე ჰკიდია»: «как что-либо легкое, подвешенное к ноге, не тяжелит ногу, не мешает при ходьбе, не беспокоит человека, оно безразлично ему, так и тот человек, о ком идет речь, безразличен кому-либо, не стоит внимания кого-либо» [3].

В разбираемом контексте дано такое сравнение: «то, о чем идет речь, не имеет значения для кого-либо» — «Луарсабу наплевать было и на имение и на урожай».

Т. Сахокиа проанализировал вышеуказанный фразеологизм только в первой части, которая семантизации не поддается. Если же взять данный фразеологический оборот в полном виде: «ფეხებზე ჰკიდია ორი და ათი შაურბი», то его возникновение можно связать с одной бытовой реальностью, которая встречалась в старину.

Раньше в селе состоятельные люди на голенищах легких грузинских сапог (წულები) носили украшения в виде пяти серебряных пятидесятикопеечных монет, в которых пробивали отверстие и прикрепляли к тесьмам, вертикально висящим на ремешке, обтягивающем голенище. Подобное украшение указывало как на состоятельность человека, так и на его независимость, пренебрежительное отношение к другим и чувство безнаказанности. Складывалось мнение: «что с ним сделаешь, он настолько богат, что у него на ногах висят такие деньги». Со временем смысловая нагрузка выражения сместилась, изменилась и стала обозначать небрежность, наплевательское отношение к кому-то, к чему-то. А с выходом из жизни самой реалии (перестали носить сапоги с такими украшениями, и реалия исчезла) фразеологический оборот редуцировался, потеряв вторую часть — «ორი და ათი შაურბი». Оставшаяся же часть — «ფეხებზე ჰკიდია», что буквально означает «висит на ногах», смысловому анализу уже не поддается и существует в языке как идиома. Итак, в связи с утратой своей конкретности фразеологизм «ფეხებზე ჰკიდია» стал употребляться в переносном смысле и превратился в очень грубое, вульгарное выражение.

Подобные факты встречаем и в других языках. Например: русский оборот «задеть за живое» восходит к фразеологизму «задеть за живое мясо», в котором последнее слово в настоящее время уже не употребляется и т. д.

Таким образом, проблема перевода фразеологизмов остается одной из актуальных. Анализ русских переводов произведений И. Г. Чавчавадзе показывает, что в них еще много нерешенных или не совсем удачно решенных переводческих задач, среди которых и проблема эквивалентности разноязычных фразеологических оборотов.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 იმ. ი. ა. ჯავახიშვილი

(Поступило 27.2.1992)

ფილოლოგია

ე. ელიავა

სხვადასხვაენოვანი ფრაზეოლოგიზმების ეკვივალენტურობის
 საკითხისადმი (ი. ჭავჭავაძის „ააცია-ადამიანის?!“ რუსული
 თარგმანების მიხედვით)

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ფრაზეოლოგიზმების თარგმნის ერთ-ერთი ხერხი — ფრაზეოლოგიზმის თარგმნა სხვა ლექსიკური მასალის შემცველი ფრაზეოლოგიზმით. გაანალიზებულია „აკაცია-ადამიანიდან?!“ აღებული ერთი ფრაზეოლოგიზმი — „ფეხებზე ჰკიდია“ და მისი რამდენიმე რუსული თარგმანის ლექსიკურ-სტილისტური ღირსება — ნაკლოვანებები. წარმოდგენილია თვით ქართული ფრაზეოლოგიზმის სავარაუდო ეტიმოლოგია.

PHILOLOGY

E. ELIAVA

ON THE PROBLEM OF EQUIVALENCE BETWEEN IDIOMATIC
 PHRASES IN DIFFERENT LANGUAGES (ACCORDING TO RUSSIAN
 TRANSLATIONS OF "IS THAT A MAN?!" BY I. CHAVCHAVADZE)

Summary

The paper considers one way of translating idiomatic phrases—a translation with phrases of differing lexical items. The supposed etymology for one Georgian idiomatic phrase is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Г. Элиава. Сообщения АН Грузии, 143, № 2, 1991.
2. ბ. გამრეკელი, ე. მგალობლიშვილი. ქართულ-რუსული ფრაზეოლოგიური ლექსიკონი. თბილისი, 1966, 442.
3. თ. სახოკია. ქართული ხატოვანი სიტყვა-თქმანი. ტ. II, თბილისი, 1954, 193.



АРХЕОЛОГИЯ

Г. Р. ЦЕЦХЛАДЗЕ, Д. БРАУНД

«КОЛХИ» В АТТИКЕ

(Представлено академиком А. М. Апакидзе 24.7.1991)

В исследованиях по археологии и истории древней Колхиды неоднократно отмечалось важное значение тех античных эпиграфических источников, в которых упоминается имя Колх как собственное имя грека или раба-колха, привезенного из Восточного Причерноморья [1—4]. Это имя встречается начиная с середины VI в. до н. э. по II в. н. э., и география широкая: Милет, Афины, остров Калимна, Византий, Пантикапей, Горгиппия, Ольвия. При этом наша историография располагала данными о Колхах в Аттике только для середины VI, V и III—I вв. до н. э. [1, 4], а IV в. до н. э. оставался без надписей с именем Колх.

Во время раскопок Керамеика в Афинах был обнаружен фрагмент чернолаковой чаши с граффити [5]. Он является уникальным по своему содержанию и не имеет параллелей. На внутренней стороне дна чаши процарапан список рабов. Сохранились имена 38 человек с указанием цифр вдоль каждого. Во втором ряду списка упоминается КОΛΧ [ΟΣ] стоит цифра 24. Интерпретация этого источника затруднена тем, что он пока единственный по своему характеру. Цифра 24 здесь не может указывать на цену Колха, так как мы знаем из другой надписи, что раб-колх, названный Колхом из-за своего этнического происхождения, стоил довольно дорого — 153 драхм [6]. Скорее всего 24 указывает на количество дней в месяце, в течение которых этот раб работал.

После имени некоторых рабов стоят две цифры, вторая гораздо больше первой. Вероятно, вторая цифра является стоимостью раба за его сдачу в аренду, что было очень распространено в античном мире. Колх имеет только одну цифру.

На оборотной стороне дна чаши имеется граффито ΗΡΑΚΛ, что может указывать на то, что эта чаша принадлежала человеку по имени Геракл. Являлись ли эти рабы собственностью Геракла, остается загадкой, как и многие другие вопросы, связанные с этим интереснейшим источником. Можно только предположить, что Колхи, как и все остальные рабы (имеются и другие имена, присвоенные тоже по этническому происхождению раба), работали в керамических мастерских.



На это дает основание район Афины—Кераменк, где фрагмент чаши был обнаружен.

Чаша относится к середине IV в. до н. э., а надпись, возможно, сделана около 346 г. до н. э. [5].

Второй источник тоже происходит из Афин. Он представляет собой обломок мрамора с надписью по обеим сторонам [7]. К сожалению, он очень поврежден и фрагментален. Его можно понять только в контексте с другими надписями, обнаруженными там же всего 75). Во всех речь идет подробно по поводу аренды важных для экономики Аттики шахт по добыче серебра в Лаврийских рудниках. В надписях перечисляются имена арендаторов этих шахт. Многие из них — известные в афинах личности, ставшие триерархами именно благодаря добыче серебра. Не все являются афинянами, большинство из Сифнии.

В надписи № 4, датированной 350—325 гг. до н. э., определяются границы нескольких рудников, а на обратной стороне мрамора упоминается мужчина по имени КОЛ [ΧΟΛ]. Здесь можем допустить, что Колх имеет землю (или мастерскую у рудника), а его имя указано для точного определения границ шахты, или же он сам арендует шахту по добыче серебра у государства и управляет непосредственно не сам, а через своего агента на месте, как это было широко распространено в Аттике. Последняя возможность нам кажется более приемлемой, чем первая, исходя из общего смысла и назначения всех 75 надписей. Колх здесь является собственным именем грека.

Вышерассмотренные надписи являются важным источником в изучении колхо-афинских взаимоотношений в IV в. до н. э., и еще раз убеждает нас в том, что не всегда имя Колх указывает на этническую принадлежность носителя — оно являлось в античном мире именем как колха, так и грека [1—4]. В нашем случае первый мужчина по имени Колх, скорее всего, раб-колх из Восточного Причерноморья, который работал в керамической мастерской, а второй — грек, арендатор шахты.

Оксфордский университет
Музей Ашмола
(Великобритания)

Эгзетерский университет
Классическое отделение
(Великобритания)

(Поступило 10.9.1991)

საქართველო

ბ. ცეცხლადე, დ. ბრაუნდი

„ბოლნისი“ ატიკაში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ახალი ეპიგრაფიკული წარწერა ათენიდან ძვ. წ. IV ს., რომელშიც მოხსენიებულია კოლხის სახელი.



შინაარსობრივად პირველ უნიკალურ წარწერაში, ჩვენს ერამდე 346 წელს შავლაქიან ვაზის ძირზე მოთავსებულ მონათა სიაში მოხსენიებულია მონა კოლხი, რომელსაც უზის ციფრი 24 რაც უნდა ნიშნავდეს, მონის მიერ თვეში ნაშუშევაბი დღეების რაოდენობას. ამ ვაზის აღმოჩენის (კერამიკის რაიონი) მიხედვით სავარაუდოა, რომ კოლხი მონა მუშაობდა კერამიკულ სახელოსნოში.

მეორე წარწერაში 350—325 წ.წ. ჩვენს ერამდე, მარმარილოს ფრაგმენტის მეორე მხარეზე მოხსენიებულია კოლხის სახელი. როგორც აქვე აღმოჩენილ (75) ყველა წარწერის კონტექსტიდან ჩანს, ვერცხლის მალარო იჯარით ქონდათ აღებული სახელმწიფოსგან და, რომ კოლხის სახელს ატარებდნენ არა პარტო მონა კოლხები, რომლებიც მოყვანილი იყვნენ აღმოსავლეთ შავიზღვისპირეთიდან (პირველი წარწერა), არამედ თავისუფალი ბერძენებიც (მეორე წარწერა).

ARCHAEOLOGY

G. TSETSKHLADZE, D. BRAUND

“KOLKHOS” IN ATTICA

Summary

This article deals with new epigraphic evidence from Attica for the name Kolkhos.

In the first inscription, unique in content and dating back to 346 B. C., on the base of a black-glaze cup, we find a slave named Kolkhos in a list of slaves, together with the figure 24, which probably indicates the number of days he worked in the month. The find-spot of this cup (the Kerameikos) suggests that Kolkhos the slave worked in a pottery.

The name Kolkhos occurs again in a second inscription, dateable to 350-25 B. C., on the reverse of a fragment of marble. The context provided by the other inscriptions found here (75), indicates that this Kolkhos leased from the state a shaft for silver-winning among the Laureion mines. In this instance, Kolkhos is a Greek.

These two inscriptions constitute an important source for relations between Colchis and Athens in the fourth century B. C. Not for the first time we see that the name Kolkhos was born in antiquity not only by Colchian slaves, brought from the east coast of the Black Sea (as apparent by the first inscription), but also by free Greeks (as apparent by the second).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Цецхладзе. Вестник Харьковского ун-та № 316, вып. 22, 1988, 80—84.
2. D. Braund, G. R. Tsetskhladze. The export of slaves from Colchis. *Classical Quarterly*, 1989, No. 39(1), стр. 114—125.
3. Г. Р. Цецхладзе, Д. Браунд. Сообщения АН Грузии, 136, № 2, 1989, 497—499.
4. G. R. Tsetskhladze. Zu den Kolchischen Sklaven in der griechischen Welt. *Klio*, 1990 No. 72(1), стр. 151—159.

5. A. Johnston. A Fourth Century graffito from the Kerameikos. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Athenische Abteilung*. Berlin. 1985, т. 100, срр. 293—307.
6. W. Kendrick Pritchett. The Attic Stelai, part I. *Hesperia*, 1953, 22, 2, срр. 242.
7. Margaret Crosby. The Leases of the Laureion Mines. *Hesperia*, 1950, 19, 2, срр. 209—210.

ა ვ ბ რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე გ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიტიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს 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“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა, გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენდ ვალდებულია აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს, ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოქვეყნდეს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ საესებოთ მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ რუსულ ან ინგლისურ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. ხოლო ინგლისურ ტექსტს — ქართული და მოკლე რუსული რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ხუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 8 გვერდს (16 000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 12 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 11 გვერდს) არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თემაზე მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უმასუხებს ილუსტრაციების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს ვალდებითი შესავალი, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეთავების მიხედვით გამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. სათაურის ქვემოთ წარმოდგენის ინიციალები, გვარი და წარმოდგენის თარიღი არაბული ციფრებით. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექს-



ტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოგრაფირება, ნახაზების დაწებება ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ავტორის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა ვაისვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაქვები (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურანლო შრომა, ვუჩვენოთ ავტორის 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 საღ მუშაობის და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ავტორის მიხედვით. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 6.2.1969 შეტანილია ცვლილებები 10.2.1992)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН Грузии» 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 Грузии.

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 Грузии принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН Грузии. 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 академика и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН Грузии».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском, на русском или на английском языке, по желанию автора. К грузинскому тексту должны быть приложены русское и краткое английское резюме, к русскому тексту—грузинское и краткое английское резюме, а к английскому тексту—грузинское и краткое русское резюме. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимый в конце статьи, не должен превышать 8 страниц журнала (16 000 типографских знаков), или двенадцати стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—одинадцати страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи, а под названием—инициалы и фамилия представляющего статью и дата представления арабскими цифрами. Справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях ори-

иниала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена таблица или иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут поместиться 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.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилии автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в слосках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 10 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузии
6.2.1969; внесены изменения 10.2.1992)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42,
37-85-61

Почтовый индекс 380060

646/23



ფასი 1 რუბ. 90 კპ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181