

988



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზება

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 129 TOM

№ 3

მარტი 1988 MART

თბილისი • TBI LISI • TBILISI

529
1988
პ. 129
N3

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

100

ტომი 129 ТОМ

№ 3

მარტი 1988 МАРТ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

საქ. სსრ უ. მანუჩაძის
სახ. მეც. ცენტრის
გეოგრაფიის განყოფილება

18 809

ს ა რ მ ე ლ ა ძ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაყაძე, ა. ბიწიაძე, ლ. ვაბუნი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. Қ. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзигури, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Оნიани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехниашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. Қ. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ასაწყობად 11.2.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.4.1988; შევვ. № 505; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108¹/₁₆; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უფ 09794; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 11.2.1988; подписано к печати 20.4.1988; зак. № 505; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108¹/₁₆; физический лист 14; уш. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УФ 09794; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19
გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

ზ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

| | |
|---|-----|
| *ნ. ბერიკაშვილი. ფიბრაციათა ჰომოლოგიის თეორიისათვის | 467 |
| *ა. ჯვარშეცხვილი. კარლესონის ზომის შესახებ მრავალი კომპლექსური ცვლადისათვის | 471 |
| *გ. ხარატიშვილი. ოპტიმალური ამოცანების შესახებ დაგვიანებებით და არაფიქსირებული საწყისი მომენტი | 476 |
| *ა. სლეპიანი. ჰილბერტ — რიმანის კომბინირებული ამოცანისაგან წარმოქმნილი არაწრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნადობის შესახებ | 479 |
| *რ. ორმოცაძე. უსასრულობაში სრულყოფილი ასახვების შესახებ | 484 |
| თ. ფირაშვილი. კვადრატული ფუნქტორების შესახებ | 485 |
| *ე. ნარმანია. შენიშვნა დიფერენცირების შესახებ | 490 |
| *ა. გოგატიშვილი. წონიანი უტოლობები პოტენციალებისათვის ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეებში | 495 |

მექანიკა

| | |
|--|-----|
| *თ. მამნიაშვილი. ღეროზე დაკიდებული სხეულის ფარდობითი წონასწორობანი, მათი განსტობანი და მდგრადობა | 500 |
|--|-----|

კიბერნეტიკა

| | |
|---|-----|
| *გ. ქუმბურიძე. ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის შესახებ უწყვეტი ფუნქციების სივრცეში | 504 |
| *გ. ცერცვაძე. მარკოვის ჯაჭვების აგრეგირებისა და გამსხვილების შესახებ | 508 |

ფიზიკა

| | |
|---|-----|
| *რ. ზარიძე, გ. ლომიძე, ზ. წვერიკმაზაშვილი. ლოკალური არაერთგვაროვნების შემცველი ორი გარემოს გამყოფი საზღვრის მოდელირების შესაძლებლობის შესახებ | 512 |
| *ი. ვაშაკიძე, გ. კილაშვილი. სპინ-ორბიტალური პოტენციალის სახე არალოკალური ფაქტორიზებადი ურთიერთქმედების შემთხვევაში | 516 |
| *მ. ჩაველიშვილი. დინამიკური ამპლიტუდები, დისპერსიული თანაფარდობები და დაბალი ენერგიების თეორემა გრავიტაციის ნახევარსპინიან სამიზნეზე გაბნევისათვის | 520 |
| *ე. ზორიკოვი, ბ. მიხეილაშვილი, მ. საგინური, რ. ჩიქოვანი. გალუმის ნიტრიდის საფუძველზე შექმნილი შუქმასხვიებელი დიოდების ელექტროლუმინესცენტური სპექტრების გამოკვლევა | 524 |

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *ი. გრიგორიევი, თ. გაჩეჩილაძე, ლ. ლინიკი, ა. მირცხულავა, მ. კვერნაძე. ფოტოგამბარებლობა ნახევრადიზოლირებულ გალიუმის არსენიდში 527
- *მ. ელიაშვილი. სასრულ ტემპერატურებზე სიმეტრიის დარღვევის შესახებ 532
- *მ. გალუსტაშვილი, დ. დრიაევი, ზ. სარალიძე. LiF კრისტალების დეფექტური სტრუქტურისა და მექანიკური თვისებების ცვლილება დასხივების შემდგომი გამოწვის პროცესში 536
- *გ. მამნიაშვილი, ე. ჩეკმარიოვი. რეზონანსული ეფექტები სპინური სისტემის არარეზონანსული აღგზნებისას 540

გეოფიზიკა

- *ბ. ბალავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), კ. ქართველიშვილი, რ. ურუშაძე. კვარცის ვერტიკალური ექსტენზომეტრით თბილისში დაკვირვებების პირველი შედეგები 544

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ლ. უგულავა, მ. დოქსოპულო, ნ. ფირცხალავა. მანიხის ფუძეებთან ხუთქლორიანი ნიობიუმის შიდამოლეკულური ნაერთების სინთეზი და გამოკვლევა 547
- *ბ. ჯიოშვილი, ნ. ფირცხალავა, ლ. ტურიაშვილი. ტუტე ლითონთა კომპლექსური ნაერთების სინთეზი პიროკატეჟინსალიცილობრატების საფუძველზე და მათი თვისებები 551

ორგანული ქიმია

- *რ. ლალიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. კოვზირიძე, დ. ჭავჭავანიძე, დ. ფალავანდიშვილი, ნ. ჩადუნელი. ჩანაცვლებული დიბენზოპენტალანების პერიპიდრიურების სინთეზი 555
- *მ. გვერდწითელი. ჩანერგვისა და ექსტრუზიის რეაქციების ალგებრული დახასიათება 558

ფიზიკური ქიმია

- *ჯ. ანელი, დ. ფალავა, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ელექტრული წინაღობის რელაქსაცია ელექტროგამბარა რეზინების დეფორმაციის დროს 564

ქიმიური ტექნოლოგია

- *მ. ბუაძე. მოდიფიცირებული აბრეშუმის კვლევა დარღვეული სრული შიგა არეკვლის მეთოდით 568

ფარმაცოქიმია

- *ც. დალაქიშვილი, ე. ქემერტელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). Digitalis L. სამი სახეობის თესვების ლიბიდების ტრიაცილ-გლიცერინები 571

ბიოლოგია

- *გ. აღფაიძე, ფ. შენგელია. ახალი მონაცემები მდ. ბზიფის ხეობის მარჯვენა მხარის კონგლომერატების ასაკისა და განლაგების ხასიათის შესახებ 575

საბადოთა და მუშაობა და გამდიდრება

*შ. ონიანი, თ. ფირცხალავა. გვირაბის ტემპერატურულ პირობებზე ცალკეულ ფაქტორების გავლენის განსაზღვრისათვის 579

მეტალურგია

*ა. ვაშაკიძე, გ. ბეგლარაშვილი, თ. ვაშაკიძე, კ. ხუნდაძე. მოქი-
 მების რეჟიმების განსაზღვრა სხმულების გლინვისას 584

ჰიდროტექნიკა

*ლ. დოღელიანი. სტოქსის დინების ხარჯის შესახებ ორი სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე ნაკადის გამყოფ ზედაპირზე ტალღების არსებობისას 587

თბოტექნიკა

*თ. გელეიშვილი, თ. კილურაძე, დ. ლოლუა, ი. არგელაძე. ფხვნი-
 ლოვანი კომპოზიციური მასალების ზვედრითი სითბოტეველობა 591

ამტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

*ზ. შანიძე. ავტომატური მართვის ზოგიერთი კორექტულად დასმული ამოცანა 596

*ა. გუგუშვილი, ზ. მუზაშვილი. ენერგოსისტემების სტატიკური მდგრადო-
 ბის ამოცანის გამოკვლევა კატასტროფების თეორიის მეთოდებით 599

ბენტიკა და სელეცია

*თ. ოხანაშვილი. ტყვიის ნიტრატის და კადმიუმის ქლორიდის მოქმედებით გა-
 გამოწვეული მუტაგენური ეფექტი თეთრი თაგვების და მათი შთამომავლობის
 ძვლის ტვინის უჯრედებში 603

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

*დ. დავითელიანი, ა. ქორელი. ამინაზინის და დიაზუმამის მრავალჯერადი შე-
 ყვანის გავლენა ბოცერის ჰიპოთალამურ თვითგაღიზიანებაზე 607

*ე. ყენია. ურთიერთდამოკიდებული ქცევა სხვადასხვა ასაკის სკოლამდელ ბავშვებში 611

ბიოქიმია

*მ. მარდალელიშვილი, ქ. მახვილაძე, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე.
 ლიპიდების აღსორბიის კინეტიკა ფართოფოროვან სილიკატულზე 616

*ლ. ტაბატაძე, თ. ნატროშვილი, ბ. ლომსაძე, მ. ცარციძე. კონკა-
 ნვალინ A-ს და კოლხიციინის მოქმედება პოლიმორფონუკლეალური ლეიკოცი-
 ტების ფაგოციტურ აქტივობაზე 619

*მ. ჯალიაბოვა, ბ. ლომსაძე. სინთეზური ანტიოქსიდანტების მოქმედება ერთ-
 როციტთა ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობაზე და ფორმალზე
 in vitro და in vivo ცდებში 624

ენტომოლოგია

- *თ. ჩხაიძე, მ. ფარცვანია. ფოსფორორგანული პრეპარატების გავლენა ციტრუსოვანთა ფრთათვრას და მისი მტაცებლის — სერანგიუმის რიცხოვნობის დინამიკასა და გამრავლებაზე 627
- *მ. ჭყოიძე. ფიჭვის პარკხევიას ჰემოლემფის პათოგენეზი ბაქტერიული პრეპარატის — გომელინის ინფიცირებისას 630

ჰისტოლოგია

- *გ. ბურკაძე, გ. ბერეჟნოი, ს. კომისარენკო. ნეიროსპეციფიკური ენოლზის გამოვლინება იმუნოენზიმოპისტოქიმიური მეთოდით ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილებაში 635

ციტოლოგია

- *მ. კლიაშვილი. შეცვლილფორმიანი უჯრედების ზოგიერთი ციტოპისტოქიმიური თავისებურება 638
- *ა. ჩხეიძე, ვ. აბრამჩენკო, ვ. მოისევეი, ნ. მინინი. ანტიჰიპოქსანტებისა და ბეტა-ადრენომიმეტიკების შერწყმული გამოყენების შესაძლებლობა ნაყოფის ჰიპოქსიურ მდგომარეობათა მკურნალობაში 643

ემსპერიმენტული მიღივინა

- *ფ. ვეტროგონი, მ. მაკარიძე. კატექოლამინების ექსკრეციის შეცვლა სხვადასხვა ფორმის ეპილეფსიური გულყრების დროს 647
- *ი. თევდორაძე. მუცლის ღრუს შიდა და ზოგადი ტემპერატურის ცვლილებების ურთიერთკავშირი ანთებითი პროცესების დროს ექსპერიმენტში 651

პალეობიოლოგია

- *ე. ყვავაძე. ტაქსოდიაციების მტვრის უწვრილესი სტრუქტურების თავისებურებანი 656
- *გ. ავაქოვი. ახალციხის ეოცენური ფლორა და მისი ადგილი სხვა პალეოგენურ ფლორებს შორის 659

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

| | |
|---|-----|
| Н. А. Берикашвили (член-корреспондент АН ГССР). К теории гомологии расслоенных пространств | 465 |
| А. Г. Джваршеишвили. О мере Карлесона для многих комплексных переменных | 469 |
| Г. Л. Харатишвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. Тадумадзе. Об оптимальных задачах с запаздываниями и нефиксированным начальным моментом | 473 |
| А. Л. Слепян. О разрешимости системы нелинейных уравнений, возникающих в комбинированной задаче Гильберта—Римана | 477 |
| Р. Н. Ормоцадзе. О совершенных в бесконечности отображениях | 481 |
| * Т. И. Пирашвили. О квадратичных функторах | 487 |
| В. Г. Нармания. Замечание о дифференцированиях | 489 |
| А. С. Гогатишвили. Весовые неравенства для потенциалов в пространствах однородного типа | 493 |

МЕХАНИКА

| | |
|--|-----|
| Т. И. Мамниашвили. Об относительных равновесиях тела, подвешенного на стержне, их ветвлении и устойчивости | 497 |
|--|-----|

КИБЕРНЕТИКА

| | |
|--|-----|
| Г. Г. Чумбуридзе. К решению оптимизационных задач в пространстве непрерывных функций | 501 |
| Г. Н. Церцвадзе. Об агрегировании и укрупнении марковских цепей | 505 |

ФИЗИКА

| | |
|--|-----|
| Р. С. Заридзе, Г. В. Ломидзе, З. С. Цверикмазашвили. О возможности моделирования границы раздела двух сред с локальной неоднородностью | 509 |
| И. Ш. Вашакидзе, Г. А. Чилашвили. Вид спин-орбитального потенциала в случае нелокального факторизующего взаимодействия | 513 |
| М. П. Чавлейшвили. Динамические амплитуды, дисперсионные соотношения и низкоэнергетические теоремы для рассеяния гравитино на частице со спином половина | 517 |

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- В. В. Зориков, В. М. Михелашвили, М. И. Сагинури, Р. И. Чиковани. Спектры электролюминесценции нитридгаллиевых светодиодов 521
- Ю. А. Григорьев, О. О. Гачечиладзе, Л. Ф. Линник, А. А. Мирцхулава, М. С. Квернадзе. Фотопроводимость в полуизолирующем арсениде галлия 525
- М. А. Элиашвили. О нарушении симметрии при конечных температурах 529
- М. В. Галусташвили, Д. Г. Дрияев, З. К. Саралидзе. Изменение дефектной структуры и механических свойств кристаллов LiF в процессе пострadiационного отжига 533
- Г. И. Мамнишвили, В. П. Чекмарев. Резонансные эффекты при нерезонансном возбуждении спиновой системы 537

ГЕОФИЗИКА

- Б. К. Балавадзе (академик АН ГССР), К. З. Қартвелишвили, Р. М. Урушадзе. Первые результаты наблюдений с вертикальным кварцевым экстензометром в Тбилиси 541

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. А. Угулава, Э. П. Доксопуло, Н. И. Пирцхалава. Синтез и исследование внутрикомплексных соединений пятихлористого ниобия с основаниями Манниха 545
- Б. Д. Джиошвили, Н. И. Пирцхалава, Л. Г. Туриашвили. Синтез и свойства комплексных соединений щелочных металлов на основе пирокатехинсалицилборатов 549

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. М. Лагидзе (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. Ковзиридзе, Д. Г. Чавчанидзе, Д. А. Палавандишвили, Н. И. Чадуели. Синтез пергидриров замещенных дибензопенталанов 553
- М. И. Гвердцители. Алгебраическая характеристика реакций внедрения и экструзии 557

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Д. Н. Анели, Д. Г. Пагава, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР). Релаксация электрического сопротивления при деформации электропроводящих резин 561

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Е. П. Буадзе. Исследование модифицированного натурального шелка методом нарушенного полного внутреннего отражения 565

ФАРМАКОХИМИЯ

Ц. М. Далакишвили, Э. П. Кемертелидзе (член-корреспондент АН СССР). Триацилглицерины липидов семян трех видов *Digitalis L.* 569

ГЕОЛОГИЯ

В. С. Алпаидзе, Ф. К. Шенгелия. Новые данные о возрасте и характере залегания конгломератов правобережья р. Бзыбь (Абхазская АССР) 573

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. Ониани, Т. Г. Пирцхалава. К определению влияния отдельных факторов на температурные условия в тоннеле 577

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларшвили, Т. К. Вашакидзе, Қ. Г. Хундадзе. Определение режимов обжатий при прокатке слитков 581

ГИДРОТЕХНИКА

Л. Д. Гогелиани. О расходе стокового течения при волнах, распространяющихся по поверхности раздела двух разноплотностных потоков 585

ТЕПЛОТЕХНИКА

Т. П. Гелейшвили, О. Д. Кигурадзе, Д. Г. Лолуа, И. С. Арвеладзе. Удельная теплоемкость порошковых композиционных материалов 589

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

З. Г. Шанидзе. Некоторые корректно поставленные задачи автоматического управления 593

А. Ш. Гугушвили, З. А. Музашвили. Исследование задачи статической устойчивости энергосистем методами теории катастроф 597

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Т. С. Оханашвили. Мутагенный эффект в клетках костного мозга белых мышей и их потомства, вызванный хроническим воздействием нитрата свинца и хлористого кадмия 601

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Д. Ш. Давитулиани, А. Г. Корели. Влияние многократного введения аминазина и диазепама на гипоталамическое самораздражение кролика 605
- В. М. Кения. Взаимозависимое поведение дошкольников разного возраста 609

БИОХИМИЯ

- М. П. Мардалейшвили, К. Л. Махвиладзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Кинетика адсорбции липидов на широкопористом силикагеле 613
- Л. Г. Табатадзе, Т. Г. Натрошвили, Б. А. Ломсадзе, М. А. Царцидзе. Влияние конканавалина и колхицина на фагоцитарную активность полиморфно-ядерных лейкоцитов 617
- М. И. Джалябова, Б. А. Ломсадзе. Действие синтетических антиоксидантов на интенсивность перекисного окисления липидов и форму эритроцитов в опытах *in vitro* и *in vivo* 621

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Т. А. Чхаидзе, М. Ш. Парцвания. Влияние фосфорорганических препаратов на динамику численности и размножение цитрусовой белокрылки и ее хищника — серангиума 625
- М. С. Чкоидзе. Патогенез гемолимфы соснового коконопряда при инфицировании бактериальным препаратом гомелином 629

ГИСТОЛОГИЯ

- Г. М. Буркадзе, Г. А. Бережной, С. В. Комиссаренко. Иммуноэнзимогистохимическое выявление нейроспецифической енолазы в различных отделах нервной системы 633

ЦИТОЛОГИЯ

- М. М. Клдашвили. Некоторые особенности цитогистохимических показателей клеток с измененной формой 637
- А. Р. Чхеидзе, В. В. Абрамченко, В. Н. Монсеев, Н. Б. Минин. Возможности сочетанного применения антигипоксантов и бета-адреномиметиков в лечении гипоксических состояний плода 641

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Ф. Г. Ветрогон, М. Г. Макаридзе. Изменение экскреции катехоламинов при различных формах эпилептических припадков 645

- И. Д. Тевдорадзе. О взаимосвязи изменений внутрибрюшной и общей температуры при воспалительных процессах в эксперименте

649

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Э. В. Квавадзе. Особенности тонких структур пыльцы таксодиевых
- Г. С. Аваков. Эоценовая флора Ахалцихе и ее место среди других палеогеновых флор

653

657

CONTENTS

MATHEMATICS

| | |
|--|-----|
| N. A. Berikashvili. On the homology theory of fibre spaces | 467 |
| A. G. Jvarsheishvili. On the Carleson measure for many complex variables | 471 |
| G. L. Kharatishvili, T. A. Tadumadze. On optimal delay problems and non-fixed initial moment problems | 476 |
| A. L. Slepyan. On the solubility of a system of non-linear equations appearing in the combined Hilbert-Riemann problem | 479 |
| R. N. Ormotsadze. On perfect at infinity mappings | 484 |
| T. I. Pirashvili. On quadratic functors | 488 |
| V. G. Narmania. A note on differentiations | 491 |
| A. S. Gogatishvili. Weighted norm inequalities for potentials in spaces of homogeneous type | 495 |

MECHANICS

| | |
|--|-----|
| T. I. Mamniashvili. On relative equilibria of a body suspended by a rod, their bifurcation and stability | 500 |
|--|-----|

CYBERNETICS

| | |
|--|-----|
| G. G. Chumburidze. Towards the solution of optimization problems in functional space | 504 |
| G. N. Tsertsvadze. On the aggregation and lumping of Markov chains | 508 |

PHYSICS

| | |
|---|-----|
| R. S. Zaridze, G. V. Lomidze, Z. S. Tsverikmazashvili. The modeling possibility of a two media boundary with local inhomogeneity | 512 |
| I. Sh. Vashakidze, G. A. Chilashvili. Spin-orbit interaction in the case of nonlocal but separable potential | 516 |
| M. P. Chavleishvili. Dynamic amplitudes, dispersion relations and low-energy theorems for gravitino scattering on the spin 1/2 target | 520 |
| V. V. Zorikov, V. M. Mikhelashvili, M. I. Saginuri, R. I. Chikovani. Electroluminescent spectra of gallium nitrid leds | 524 |
| Yu. A. Grigoryev, O. O. Gachechiladze, L. F. Linnik, A. A. Mirtskhulava, M. S. Kvernadze. Photoconductivity of semi-insulating GaAs | 527 |
| M. A. Eliashvili. On symmetry breaking at finite temperatures | 532 |

- M. V. Galustashvili, D. G. Driyaev, Z. K. Saralidze. Change of defect structure and mechanical properties of LiF crystals in the process of postirradiation annealing 536
- G. I. Mamniashvili, V. P. Chekmarev. Resonance effects under non-resonant excitation of the spin system 540

GEOPHYSICS

- B. K. Balavadze, K. Z. Kartvelishvili, R. M. Urushadze. Preliminary results of observations with a vertical strain gauge in Tbilisi 544

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- L. A. Ugulava, E. P. Doksopulo, N. I. Pirtskhalava. Synthesis and investigation of 5-chloroniobium intramolecular complexes with Mannich bases 548
- B. D. Jioshvili, N. I. Pirtskhalava, L. G. Turiashvili. Synthesis of complex compounds of alkali metals on the base of pyrocatechol-salicyl borates and their properties 55

ORGANIC CHEMISTRY

- R. M. Lagidze, T. A. Kovziridze, D. G. Chavchanidze, D. A. Palavandishvili, N. I. Chaduneli. The synthesis of perhydrures of substituted dibenzopentalanes 556
- M. I. Gverdtsiteli. Algebraic characteristics of intrusion and extrusion reactions 559

PHYSICAL CHEMISTRY

- J. N. Aneli, D. G. Pagava, L. M. Khananashvili. Relaxation of electrical resistance under deformation of conductive rubbers 564

CHEMICAL TECHNOLOGY

- E. P. Bua dze. A study of modified natural silk by the method of disturbed total internal reflection 56

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- Ts. M. Dalakishvili, E. P. Kemertelidze. Triacylglycerines of the lipids from the seeds of 3 species of *Digitalis L.* 572

GEOLOGY

- V. S. Alpaidze, F. K. Shengelia. New data on the mode of occurrence and age of conglomerates of the right bank of the Bzybi river (Abkhazia, Georgian SSR) 575

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- Sh. I. Oniani, T. G. Pirtskhalava. Determination of the effects of specific factors on temperature conditions in a tunnel 579

METALLURGY

- A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili, T. K. Vashakidze, K. G. Khundadze. Determination of drafting schedules for ingot rolling 584

HYDRAULIC ENGINEERING

- L. D. Gogeliani. On stox flow rate during the waves propagating on the border of two different-density streams 588

HEAT ENGINEERING

- T. P. Geleishvili, O. D. Kighuradze, D. G. Lolya, I. S. Arveladze. Specific heat of powdery composite materials 592

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- Z. G. Shanidze. Some correct problems of automatic control 596
- A. Sh. Gugushvili, Z. A. Muzashvili. Determination of power systems' steady-state stability by means of the catastrophe theory 599

GENETICS AND SELECTION

- T. S. Okhanashvili. Mutagenous effect in bone-marrow cell chromosomes of white mice and their progeny induced by chronic exposure to lead nitrate and cadmium chloride 603

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- D. Sh. Davituliani, A. G. Koreli. Effect of chronic chlorpromazine and diazepam treatment on hypothalamic self-stimulation in rabbits. 607
- V. M. Kenia. Interdependence behaviour in children of different age groups 612

BIOCHEMISTRY

- M. P. Mardaleishvili, K. L. Makhviladze, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. Kinetics of lipid adsorption on wide-porous silica gel 616
- L. G. Tabatadze, T. G. Natroshvili, B. A. Lomsadze, M. A. Tsartsidze. The effect of concanavalin A and colchicine on phagocytosis by polymorphonuclear leukocytes 619
- M. I. Jalyabova, B. A. Lomsadze. Effects of synthetic antioxidants on lipid peroxidation intensity in erythrocytes and their shape in experiments performed *in vitro* and *in vivo* 624

ENTOMOLOGY

- T. A. Chkhaidze, M. Sh. Partsvania. The influence of organophosphorous preparations on the number dynamics and multiplication of citrus whitefly and its predator-serangium 628

- M. S. Chkoidze. Pathogenesis of *Dendrolimus pini* L. hemolymph at infection by gomelin bacterial preparation

631

HISTOLOGY

- G. M. Burkadze, G. A. Berezhnoy, S. V. Komissarenko. Immunoenzymohistochemical exposure of neurospecific enolase in different parts of the nervous system

635

CYTOLOGY

- M. M. Kldiashvili. Some peculiarities of cytohistochemical parameters in cells with altered shape

638

- A. R. Chkheidze, V. V. Abramchenko, V. N. Moiseyev, N. B. Minin. Possibilities of combined use of antihypoxants and beta-adrenomimetics for the treatment of fetal hypoxic states

643

EXPERIMENTAL MEDICINE

- F. G. Vetrogon, M. G. Makaridze. The change of catecholamine excretion at different forms of epileptic seizures

647

- I. D. Tevdoradze. On interrelation between infra-abdominal and common temperature changes at inflammatory processes in experiments

651

PALAEOBIOLOGY

- E. V. Kvavadze. Some peculiarities of fine structure of the *Taxodiaceae* pollen

656

- H. S. Avakov. The eocene flora of Akhaltsikhe and its place in the paleogene flora

659

Н. А. БЕРИКАШВИЛИ
 (член-корреспондент АН ГССР)

К ТЕОРИИ ГОМОЛОГИИ РАССЛОЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Ниже выделен и обобщен основной алгебраический момент из работ автора [1—4], который имеет и другие приложения.

Ниже дифференциальные градуированные Λ -модули (DG - Λ -модули) предполагаются имеющими дифференциал степени $+1$. Если M DG - Λ -модуль, то через M^{**} обозначается Λ -подмодуль произведения ΠM^p эле-

ментов, имеющих не более конечное число ненулевых компонент отрицательной размерности. DG - Λ -алгеброй называется DG - Λ -модуль A вместе с ассоциативным умножением $a^p \cdot a^q \in A^{p+q}$, перестановочным с дифференциалом, т. е. $\delta(a^p \cdot a^q) = \delta a^p \cdot a^q + (-1)^p a^p \cdot \delta a^q$. DG - Λ -Модулем над DG -алгеброй A называется DG - Λ -модуль M вместе с ассоциативным умножением $a^p \cdot m^q \in M^{p+q}$, сохраняющим дифференциал. Если A — DG -алгебра, то A^{**} является дифференциальной алгеброй и если M — DG -модуль над DG -алгеброй A , то M^{**} является дифференциальным модулем над дифференциальной алгеброй A^{**} .

Пусть дан левый DG -модуль K над DG -алгеброй \mathbf{H} . Дополнительно предположим, что в K имеется и второй дифференциал γ перестановочный с δ : $\gamma: K^p \rightarrow K^p$, $\gamma\gamma=0$, $\gamma\delta=\delta\gamma$. Если в K^{**} определить новый, тотальный дифференциал $\nabla k = \delta k + \gamma(\widehat{k})$, то K^{**} станет фильтрованным дифференциальным Λ -модулем. Имеем также $\nabla(hk) = \delta hk + \widehat{h}\nabla k$. Очевидно, что гомологии $H_\gamma(K)$ относительно дифференциала γ является DG -модулем над DG алгеброй \mathbf{H} . Далее, $H_\delta H_\gamma(K)$ является DG -модулем над DG алгеброй $H(\mathbf{H})$ с нулевыми дифференциалами.

Наложим на пару (\mathbf{H}, K) .

Условие А. $H_\delta H_\gamma(K)$ является свободным $H(\mathbf{H})$ -модулем с одним образующим.

Зафиксируем образующий e^0 этого свободного модуля и рассмотрим систему уравнений и начальных условий:

$$\delta k + \gamma(\widehat{k}) = hk$$

$$\delta h = -\widehat{h}h, \quad h \in \mathbf{H}^{**}, \quad k \in K^{**} \quad (1)$$

$$k^i = 0, \quad i \leq -1$$

$$h^i = 0, \quad i \leq 1. \quad k^0 \in e^0 \quad (2)$$

Теорема 1. Если DG модуль K над DG алгеброй \mathbf{H} удовлетворяет условию А, то существует решение (h, k) уравнений (1), удовлетворяющее начальным условиям (2).

Для формулировки единственности введем новые понятия. Для DG -алгебры A через $U(A)$ обозначим подмножество алгебры A^{**} элементов



вида $1+a^1+a^2+\dots$; она является группой относительно произведения в алгебре. Через $T(A)$ обозначим подмножество алгебры A^{**} , определенное равенством $T(A) = \{a \in A^{**} | \delta a = -\widehat{a} \cdot a, a^i = 0, i \leq 1\}$. Группа $U(A)$ действует слева на множестве $T(A)$ по формуле

$$u * a = \widehat{u} \cdot a \cdot u^{-1} + \delta u \cdot u^{-1}. \quad (3)$$

Фактормножество по этому действию обозначается через $D(A)$ (см. [4, 1]) Для DG -модуля M над DG -алгеброй A определяется группа $G(A, M) = U(A) \times M^+$ пар (u, m) таких, что $u \in U(A)$, $m \in M$, $m^i = 0$ при $i > 0$. Групповая операция определена равенством

$$(u, m)(u_1, m_1) = (uu_1, \widehat{u}m_1 + m). \quad (4)$$

Группа $G(A, M)$ действует слева на множество $A \times M$ по формуле

$$(u, s) * (a, m) = (u * a, um + (u * a)s + \delta s + \gamma(\widehat{s})). \quad (5)$$

Теорема 2. Для DG -модуля K над DG -алгеброй \mathbf{H} , удовлетворяющего условию A группа $G(\mathbf{H}, K)$ по формуле (5) действует на множество решений (1), (2). Имеется только одна орбита этого действия.

Следствие 1 (теорем 1 и 2). В условиях теорем 1, 2 первая компонента h решения (h, k) уравнений (1), (2) определяет элемент $d(K) \in D(\mathbf{H})$, независимый от решения (h, k) ; любой скрещивающий элемент $h \in d(K)$ является первой компонентой некоторого решения; $d(K)$ функториален.

Пусть Y — правый DG -модуль над DG -алгеброй \mathbf{H} . Тогда через Y_h обозначим Y^{**} с дифференциалом $\nabla y = \delta y + \widehat{y}h$, где $h \in T(\mathbf{H})$. Мы получаем фильтрованный дифференциальный модуль, первый член спектральной последовательности которого совпадает с (Y, δ) . Если $\bar{h} = u * h$, то дифференциальные модули Y_h и $Y_{\bar{h}}$ изоморфны при отображении $\varphi: Y_{\bar{h}} \rightarrow Y_h$, $\varphi(y) = yu$.

Пусть далее X — DG -модуль. Пусть определено произведение $yk \in X$, $(yh)k = y(hk)$, $\delta(yk) = \delta y \cdot k + \widehat{y} \cdot \delta k$, $y \in Y^{**}$, $k \in K^{**}$, $h \in \mathbf{H}^{**}$. Пусть дан еще второй дифференциал $\gamma: X^p \rightarrow X^p$ перестановочный с δ и пусть $\gamma(yk) = y\gamma(k)$. Поэтому определено сопряжение $Y \otimes H_\gamma(K) \rightarrow H_\gamma(X)$ и, следовательно, определено сопряжение $H(Y) \otimes H_\delta H_\gamma(K) \rightarrow H_\delta H_\gamma(X)$.

Условие В. Гомоморфизм $f: H_\delta(Y) \rightarrow H_\delta H_\gamma(X)$, определенный равенством $f(r) = re^0$, является изоморфизмом.

В X рассмотрим тотальный дифференциал $\nabla x = \delta x + \gamma(\widehat{x})$.

Следствие 2 (теорем 1, 2). Если пара (h, k) является решением системы (1), (2), то гомоморфизм $\psi_k: Y_h \rightarrow X$, $\psi_k(y) = yk$ сохраняет дифференциал ∇ . Если выполнены условия A и B , то ψ индуцирует изоморфизм гомотопий. Если (\bar{h}, \bar{k}) другое решение и $(u, s) * (h, k) = (\bar{h}, \bar{k})$, то $\psi_{\bar{k}}$ и $\psi_k \varphi_u: Y_{\bar{h}} \rightarrow X$ гомотопны при гомотопии $F(y) = ys$.

ნ. ბერიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ფიბრაციის თეორიის გომოლოგიის თეორიისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში გამოყოფილია და განზოგადებული ძირითადი ალგებრული მომენტი ავტორის ნაშრომებიდან [1—4], რომელსაც სხვა გამოყენებებიც აქვს.

MATHEMATICS

N. A. BERIKASHVILI

ON THE HOMOLOGY THEORY OF FIBRE SPACES

Summary

The main algebraic moment from the author's papers [1, 2, 3, 4], which has some other applications, is distinguished and generalized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968, 9—14.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 13—16.
3. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970, 285—287.
4. Н. А. Берикашвили. Труды Тбил. матем. ин-та, 51, 1976, 1—105.

საქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. სსს. რესპუბლ.

А. Г. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

О МЕРЕ КАРЛЕСОНА ДЛЯ МНОГИХ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелиа 1.12.1986)

Заметим, что рассуждения и формулировки теорем для двух комплексных переменных аналогичны для случая n -комплексных переменных. В силу этого будем рассматривать случай двух переменных. Положим

$$\mathbb{R} = (-\infty, \infty), \mathbb{R}^2 = \mathbb{R} \times \mathbb{R}, \mathbb{C} = \{z = x + iy, (x, y) \in \mathbb{R}^2\},$$

$$\mathbb{C}_+ = \{z \in \mathbb{C}, \operatorname{Im} z > 0\}, \mathbb{C}_+^2 = \mathbb{C}_+ \times \mathbb{C}_+.$$

Для $\lambda \geq 1$ положим

$$\mathbb{C}_+^2(\lambda) = \left\{ (z, w) \in \mathbb{C}_+^2, 1/\lambda < \frac{\operatorname{Im} z}{\operatorname{Im} w} < \lambda \right\}.$$

Для $x \in \mathbb{R}, \lambda \geq 1$ положим

$$\Delta(x) = \{z = \xi + i\eta : |\xi - x| < \alpha\eta; \eta > 0\}; \Delta^2(x_1, x_2) = \Delta(x_1) \cdot \Delta(x_2).$$

Пусть μ — неотрицательная мера на \mathbb{R}^2 . Функция $f \in L^p_\mu(\mathbb{R}^2)$ если f μ -измерима на \mathbb{R}^2 и

$$\|f\|_{p, \mu} = \left\{ \int_{\mathbb{R}^2} |f|^p \mu(dt, d\tau) \right\}^{1/p}, \quad p > 0.$$

Когда μ — мера Лебега, тогда указанную норму и класс обозначим через $\|\cdot\|, L^p(\mathbb{R}^2)$.

Для $f \in L^p(\mathbb{R}^2)$ введем выражение

$$U(z, w) = \frac{1}{\pi^2} \int_{\mathbb{R}^2} f(t, \tau) P_{y_1}(x_1 - t) P_{y_2}(x_2 - \tau) dt d\tau,$$

где

$$P_y(x - t) = \frac{y}{(x - t)^2 + y^2}, \quad z = x_1 + iy_1, \quad w = x_2 + iy_2.$$

Введем некасательную λ -максимальную функцию

$$N_\lambda(U, x_1, x_2) = \sup (Uz, w), \quad (x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2,$$

где \sup рассматривается при $(z, w) \in \Delta^2(x_1, x_2)$,

$$1/\lambda < \frac{\operatorname{Im} z}{\operatorname{Im} w} < \lambda.$$

Пусть G — область из \mathbb{R}^2 . Обозначим через $D_\lambda(G) = D_\lambda(G, \alpha)$ множество точек $(z, w) \in \mathbb{C}_+^2, z = x_1 + iy_1, w = x_2 + iy_2$, удовлетворяющих условию



$$I = (x_1 - \alpha y_1, x_1 + \alpha y_1) \times (x_2 - \alpha y_2, x_2 + \alpha y_2) \subset G; \quad 1/\lambda < \frac{y_1}{y_2} < \lambda.$$

Таким образом, если $(z, w) \in D_\lambda(G, 1)$, то для всех $(t, \tau) \in I$ выполнены условия

$$1/\lambda \sqrt{2} < \frac{y_1}{y_2} \sqrt{2} < \frac{|t-z|}{|\tau-w|} < \frac{y_1}{y_2} \sqrt{2} < \lambda \sqrt{2}.$$

Положим σ — неотрицательная мера на \mathbb{C}_+^2 , область определения которой содержит борелевские множества из \mathbb{C}_+^2 . Мереу σ назовем λ -мерой Карлесона, если для любой области $G \subset \mathbb{R}^2$ имеем

$$\sigma[D_\lambda(G)] \leq K(\alpha, \sigma, \lambda) \cdot |G|,$$

где $|\cdot|$ — плоская мера Лебега, а константа K зависит от α, σ, λ . Пусть U — дважды непрерывно дифференцируемая функция на \mathbb{C}_+^2 . И будет бигармонической функцией на \mathbb{C}_+^2 , если она является гармонической по каждой переменной в отдельности.

Справедливы теоремы.

Теорема 1. Пусть σ — неотрицательная мера на \mathbb{C}_+^2 , область определения которой содержит борелевские множества из \mathbb{C}_+^2 . Данная мера будет λ -мерой Карлесона тогда и только тогда, когда для любой бигармонической функции U на \mathbb{C}_+^2 выполнено условие

$$\sigma\{(z, w) \in \mathbb{C}_+^2(\lambda) : |U(z, w)| > \nu\} \leq A(\sigma, \lambda) |\{(t, \tau) \in \mathbb{R}^2 : N_\lambda \sqrt{2}(t, \tau) > \nu\}|.$$

Теорема 2. Пусть σ — неотрицательная мера на \mathbb{C}_+^2 , область определения которой содержит борелевские множества из \mathbb{C}_+^2 и

$$U(z, w) = \frac{1}{\pi^2} \int_{\mathbb{R}^2} f(t, \tau) P_{y_1}(x_1 - t) P_{y_2}(x_2 - \tau) dt d\tau,$$

где $f \in L_p(\mathbb{R}^2)$, $p \geq 1$. Следующие утверждения эквивалентны:

1. σ есть λ -мера Карлесона.
2. Для всех $f \in L_p(\mathbb{R}^2) : U \in L_p(\mathbb{C}_+^2(\lambda), \sigma)$, т. е.

$$\int_{\mathbb{C}_+^2(\lambda)} |U|^p \sigma(dz, dw) < \infty, \quad 1 < p < \infty.$$

3. Для всех $f \in L_p(\mathbb{R}^2)$, $1 < p < \infty$

$$\int_{\mathbb{C}_+^2(\lambda)} |U|^p \sigma(dz, dw) \leq C_p \int_{\mathbb{R}^2} |f|^p dt d\tau.$$

4. Для всех $f \in L_1(\mathbb{R}^2)$

$$\sigma\{(z, w) \in \mathbb{C}_+^2(\lambda) : |U(z, w)| > \nu\} \leq \frac{C_1}{\nu} \int_{\mathbb{R}^2} |f| dt d\tau.$$

Вышеприведенные теоремы для случая одной комплексной переменной рассматривались в работах [1—3].

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

ა. ჯვარციშვილი

კარლესონის ზომის უმცირეს მრავალი კომპლექსური ცვლადისათვის

რეზიუმე

შემოღებულია კარლესონის λ -ზომის ცნება. მიღებულია აუცილებელი და საკმარისი პირობა იმისათვის, რომ არაუარყოფითი ზომა იყოს კარლესონის λ -ზომა.

MATHEMATICS

A. G. JVARSHVILI

ON THE CARLESON MEASURE FOR MANY COMPLEX VARIABLES

Summary

The Carleson λ -measure is introduced in the paper. Necessary and sufficient conditions for a non-negative measure to be the Carleson λ -measure are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Карлесон. Amer. J. Math. 1958, 80, 921-930.
2. Л. Карлесон. Ann. Math. 1962, 76, 547-559.
3. Дж. Гарнетт. Ограниченные аналитические функции. М., 1986.

Г. Л. ХАРАТИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. ТАДУМАДЗЕ

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ С ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ И НЕФИКСИРОВАННЫМ НАЧАЛЬНЫМ МОМЕНТОМ

В работе рассмотрены оптимальные задачи с запаздываниями, 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

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u(\theta_0(t)), \dots, u(\theta_\nu(t))) + \sum_{i=1}^s B_i(t) x(\tau_i(t)), \quad (1)$$

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

$$x(t) = \varphi(t), \quad t \in [\tau_0, t_0[, \varphi(\cdot) \in E_\varphi,$$

$$q^i(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) \leq 0, \quad i=1, \dots, l, \quad q^{l+1}(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) = 0, \quad (2)$$

$$j = 1, \dots, k,$$

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

где $f: J \times G \times 0^{1+\nu} \rightarrow R^n$ — непрерывная и непрерывно дифференцируемая по $x \in G$ функция; $G \subset R^n$, $0 \subset R^r$ — открытые множества; $B_i(t)$, $i=1, \dots, s$ $t \in J = [a, b]$ — непрерывные матричные функции; $\theta_0(t) \equiv t$, $\theta_i(t)$, $i=1, \dots, \nu$, удовлетворяют условию соизмеримости, т. е. \exists абсолютно непрерывная функция $\theta(t)$, $t \in R: \theta(t) < t$, $\dot{\theta}(t) > 0$ такая, что $\theta_i(t) = \theta^{k_i}(t)$. Здесь $k_\nu \geq \dots \geq k_1$ — натуральные числа ($\theta^i(t) = \theta^{i-1}(\theta(t))$, $\theta^0(t) = \theta(t)$); $\tau_i(t)$, $i=1, \dots, s$, $t \in J$, абсолютно непрерывные функции, удовлетворяющие условиям: $\tau_i(t) < t$, $\dot{\tau}_i(t) > 0$, $i=1, \dots, s$; $\tau_0 = \min(\tau_1(a), \dots, \tau_s(a))$; E_φ — множество непрерывных функций $\varphi: [\tau_0, b] \rightarrow N$; $N \subset G$ — выпуклое ограниченное множество; Ω — множество измеримых ограниченных функций $u: [\theta_0, b] \rightarrow U$, $\theta_0 = \min(\theta_1(a), \dots, \theta_\nu(a))$; $U \subset 0$ — произвольное фиксированное множество; $Q = (q_0, \dots, q^{l+k}): J^2 \times G^2 \rightarrow R^{1+l+k}$ — 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 $[t_0, t_1]$ $x(t) \in G$ абсолютно 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



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

Методом, данным в [1, 2] доказывається следующая

Теорема 1. Пусть $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{\varphi}(\cdot), \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$ — решение задачи (1) — (3) и пусть \tilde{t}_0, \tilde{t}_1 точки Лебега для функции $(\tilde{u}(\theta_0(t)), \dots, \tilde{u}(\theta_v(t)))$. Тогда \exists вектор $\pi = (\pi_0, \dots, \pi_{l+k}) \neq 0$, $\pi_i \leq 0$, $i = 0, \dots, l$ и такое решение $\psi(t)$ уравнения

$$\dot{\psi}(t) = -\tilde{\psi}(t) \tilde{f}_x(t) - \sum_{i=1}^s \psi(\gamma_i(t)) B_i(\gamma_i(t)) \dot{\gamma}_i(t), \quad t \in [\tilde{t}_0, \tilde{t}_1],$$

$$\psi(t) = 0, \quad t \in [\tilde{t}_1, \gamma_0], \quad \gamma_0 = \max(\gamma_1(\tilde{t}_1), \dots, \gamma_s(\tilde{t}_1)),$$

что выполняются условия:

1. Условия максимума

$$\int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) \tilde{f}(t) dt = \sup_{u(\cdot) \in \Omega} \int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) f(t, \tilde{x}(t), u(\theta_0(t)), \dots, u(\theta_v(t))) dt,$$

$$\sum_{j=1}^s \int_{\tau_j(\tilde{t}_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma_j(t)) B_j(\gamma_j(t)) \dot{\gamma}_j(t) \tilde{\varphi}(t) dt = \sup_{\varphi(\cdot) \in E_\varphi} \sum_{j=1}^s \int_{\tau_j(\tilde{t}_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma_j(t)) B_j(\gamma_j(t)) \dot{\gamma}_j(t) \varphi(t) dt.$$

2. Условия трансверсальности

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial \tilde{t}_0} = \psi(\tilde{t}_0) \left[\tilde{f}(\tilde{t}_0) + \sum_{i=1}^s B_i(\tilde{t}_0) \tilde{x}(\tau_i(\tilde{t}_0)) \right] +$$

$$+ \sum_{i=1}^s \psi(\gamma_i(\tilde{t}_0)) B_i(\gamma_i(\tilde{t}_0)) [\tilde{\varphi}(\tilde{t}_0) - \tilde{x}(\tilde{t}_0)] \dot{\gamma}_i(\tilde{t}_0),$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial \tilde{t}_1} = -\psi(\tilde{t}_1) \left[\tilde{f}(\tilde{t}_1) + \sum_{i=1}^s B_i(\tilde{t}_1) \tilde{x}(\tau_i(\tilde{t}_1)) \right], \quad \pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_0} = -\psi(\tilde{t}_0),$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_1} = \psi(\tilde{t}_1), \quad \pi_i q^i(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{x}(\tilde{t}_0), \tilde{x}(\tilde{t}_1)) = 0, \quad i = 1, \dots, l.$$

Здесь $\tilde{f}(t) = f(t, \tilde{x}(t), \tilde{u}(\theta_0(t)), \dots, \tilde{u}(\theta_v(t)))$, $\gamma_i(t)$ — обратная функция функции $\tau_i(t)$. Гильда 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. При доказательстве теоремы 1 линейность правой части уравнения (1) по $x(\tau_i(t))$ играет существенную роль. Если $\psi(t) \equiv 0$, 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 $1+l+k$.

Оптимальные задачи, когда правая часть системы (1) имеет вид $f(t, x(\tau_0(t)), \dots, x(\tau_s(t)), u(\theta_0(t)), \dots, u(\theta_v(t)))$, $\tau_0(t) \equiv t$, начальный момент t_0 фиксирован и начальная функция выбирается из множества кусочно-непрерывных функций, изучались в [3].

Задача с непрерывным начальным условием.
Рассмотрим оптимальную задачу

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= f(t, x(\tau_0(t)), \dots, x(\tau_s(t)), u(\theta_0(t)), \dots, u(\theta_v(t))), \\ t \in [t_0, t_1] \subset]a, b[, u(\cdot) \in \Omega, \end{aligned} \quad (4)$$

$$x(t) = \varphi(t), t \in [\tau_0, t_0], \varphi(\cdot) \in E_\varphi^{(1)},$$

$$\begin{aligned} q^i(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) \leq 0, i=1, \dots, l, q^{i+l}(t_0, t_1, x(t_0), x(t_1)) = 0, \\ j=1, \dots, k, \end{aligned} \quad (5)$$

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

где $f: J \times G^{1+s} \times O^{1+v} \rightarrow R^n$ — непрерывная и непрерывно дифференцируемая по $x_i \in G, i=0, \dots, s$ функция; $E_\varphi^{(1)}$ — множество непрерывно дифференцируемых функций $\varphi: [\tau_0, b] \rightarrow N$.

Справедлива следующая

Теорема 2. Пусть $(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{\varphi}(\cdot), \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$ — решение задачи (4)–(6) и пусть \tilde{t}_0, \tilde{t}_1 является точками Лебега для функции $(\tilde{u}(\theta_0(t)), \dots, \tilde{u}(\theta_v(t)))$. Тогда \exists вектор $\pi = (\pi_0, \dots, \pi_{l+k}) \neq 0, \pi_i \leq 0, i=0, \dots, l$ и такое решение $\psi(t)$ уравнения

$$\dot{\psi}(t) = - \sum_{i=0}^s \psi(\gamma_i(t)) \tilde{f}_{x_i}(\gamma_i(t)) \dot{\gamma}_i(t), t \in [\tilde{t}_0, \tilde{t}_1], \psi(t) = 0, t \in [\tilde{t}_1, \gamma_0],$$

что выполняются следующие условия:

1. Условия максимума

$$\begin{aligned} \int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) \tilde{f}(t) dt &= \sup_{u(\cdot) \in \Omega} \int_{\tilde{t}_0}^{\tilde{t}_1} \psi(t) f(t, \tilde{x}(\tau_0(t)), \dots, \tilde{x}(\tau_s(t)), u(\theta_0(t)), \dots, u(\theta_v(t))) dt, \\ &= \sum_{j=1}^s \int_{\tau_j(t_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma_j(t)) \tilde{f}_{x_j}(\gamma_j(t)) \dot{\gamma}_j(t) \tilde{\varphi}(t) dt = \\ &= \sup_{\varphi(\cdot) \in E_\varphi^{(1)}} \sum_{j=1}^s \int_{\tau_j(t_0)}^{\tilde{t}_0} \psi(\gamma_j(t)) \tilde{f}_{x_j}(\gamma_j(t)) \dot{\gamma}_j(t) \varphi(t) dt. \end{aligned}$$

2. Условия трансверсальности

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_0} = \psi(\tilde{t}_0) [\tilde{f}(\tilde{t}_0) - \tilde{\varphi}(\tilde{t}_0)], \quad \pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial t_1} = -\psi(\tilde{t}_1) \tilde{f}(\tilde{t}_1),$$

$$\pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_0} = -\psi(\tilde{t}_0), \quad \pi \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial x_1} = \psi(\tilde{t}_1), \quad \pi_i q^i(\tilde{t}_0, \tilde{t}_1, \tilde{x}(\tilde{t}_0), \tilde{x}(\tilde{t}_1)) = 0, \quad i=1, \dots, l.$$

Здесь

$$\tilde{f}(t) = f(t, \tilde{x}(\tau_0(t)), \dots, \tilde{x}(\tau_s(t)), \tilde{u}(\theta_0(t)), \dots, \tilde{u}(\theta_v(t))).$$

Замечание 2. Теоремы 1, 2 справедливы и в том случае, когда правая часть уравнений (1), (4) соответственно имеют вид

$$\sum_{i=0}^{\nu} f_i(t, x(t), u(\theta_i(t))) + \sum_{i=1}^s B_i(t) x(\tau_i(t)),$$

$$\sum_{i=0}^{\nu} f_i(t, x(\tau_0(t)), \dots, x(\tau_s(t)), u(\theta_i(t))),$$

где $\theta_i(t)$, $i=1, \dots, \nu$ — абсолютно непрерывные функции, удовлетворяющие условиям $\theta_i(t) < t$, $\dot{\theta}_i(t) > 0$, $i=1, \dots, \nu$.

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

(Поступило 11.12.1986)

მათემატიკა

ბ. ხარატიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)
 თ. თადუმაძე

ოპტიმალური ამოცანების შესახებ დაგვიანებებით და არა
 ფიქსირებული საწყისი მომენტით

რეზიუმე

ცვლადი დაგვიანებების შემცველი ოპტიმალური ამოცანებისათვის, როცა არაფიქსირებულ საწყის მომენტში საწყისი ფუნქციის მნიშვნელობა ემთხვევა ან არ ემთხვევა ტრაექტორიის საწყის მნიშვნელობას, ჩამოყალიბებულია ოპტიმალობის აუცილებელი პირობები.

MATHEMATICS

G. L. KHARATISHVILI, T. A. TADUMADZE

ON OPTIMAL DELAY PROBLEMS AND NON-FIXED INITIAL
 MOMENT PROBLEMS

Summary

For optimal problems with variable delays, 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. Р. В. Гамкрелидзе, Г. Л. Харатишвили. Изв. АН СССР, серия мат., 1969, 33, № 4, 781—839.
2. Р. В. Гамкрелидзе. Труды Матем. ин-та им. В. А. Стеклова, 1971, СХII, 152—180.
3. Г. Л. Харатишвили, Т. А. Тадумадзе. Матем. сб., 1978, 107 (149), № 4 (12), 613—633.



А. Л. СЛЕПЯН

О РАЗРЕШИМОСТИ СИСТЕМЫ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ,
 ВОЗНИКАЮЩИХ В КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАДАЧЕ
 ГИЛЬБЕРТА—РИМАНА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 30.11.1986)

В работе [1] рассматривается комбинированная краевая задача Гильберта—Римана

$$\begin{aligned} \operatorname{Im} [F^{\pm}(t) \Phi^{\pm}(t)] &= f^{\pm}(t), \quad t \in L, \\ \Phi^{+}(t) &= G(t) \Phi^{-}(t) + g(t), \quad t \in M, \end{aligned} \quad (1)$$

где $F^{\pm}(t)$, $f^{\pm}(t)$, $G(t)$, $g(t)$ — заданные функции класса Гельдера; $\Phi(z)$ — искомая кусочно-аналитическая функция с граничной линией $L \cup M$. В случае, когда контур L состоит из $(n+1)$ отрезков действительной оси, эта задача сводится к классической задаче Дирихле и нелинейной системе уравнений

$$\sum_{j=1}^n [a_{ij} x_j + \varphi_{ij}(y_j)] = b_i; \quad i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

относительно неизвестных $z_j = x_j + y_j$. Здесь x_j — целая, y_j — дробная часть числа z_j , функция φ_{ij} непрерывна на $[0, 1]$, $\varphi_{ij}(0)=0$, $\varphi_{ij}(1)=a_{ij}$, $A = (a_{ij})$ — невырожденная матрица.

Задача (1) имеет важные приложения в теории упругости [1, 2], поэтому приобретает актуальность вопрос о разрешимости системы (2). В настоящем сообщении доказано существование решения этой системы.

Лемма. Пусть задано непрерывное отображение $\Phi: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ такое, что существует невырожденное линейное отображение $A: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$, и $\|\Phi(z) - Az\| < c$ для всех $z \in \mathbb{R}^n$. Тогда образ $\Phi(\mathbb{R}^n) = \mathbb{R}^n$.

Доказательство. Предположим противное, т. е., что существует точка $z_0 \in \mathbb{R}^n$, $z_0 \notin \Phi(\mathbb{R}^n)$. Рассмотрим сферу S_A с центром в z_0 и радиусом $2c$. Обозначим $S = A^{-1}(S_A)$, $\Phi(S) = S_{\Phi}$. Рассмотрим отображения $\Phi|_S: S \rightarrow \mathbb{R}^n \setminus z_0$; $A|_S: S \rightarrow \mathbb{R}^n \setminus z_0$. Покажем, что эти отображения гомотопны (как отображения в \mathbb{R}^n с выколотой точкой z_0). Построим стандартную линейную гомотопию: $F(s, t) = (1-t)\Phi(s) + tAs$, где $s \in S$, $t \in [0, 1]$. Очевидно, эта гомотопия не затрагивает точку z_0 . Заметим, что S — топологическая сфера.

Итак, сфероиды $\Phi|_S$ и $A|_S$ гомотопны как отображения в $\mathbb{R}^n \setminus z_0$. Так как \mathbb{R}^n стягиваемо, то любой сфероид (в частности, $\Phi|_S$) гомотопен постоянному в $\Phi(\mathbb{R}^n)$, и, следовательно, в $\mathbb{R}^n \setminus z_0$. Значит, гомотопный сфероид $A|_S$ стягиваем в точку в $\mathbb{R}^n \setminus z_0$.



Хорошо известно, однако, что $A|_S$ является образующей $(n-1)$ -мерной гомотопической группы $\pi_{n-1}(\mathbb{R}^n \setminus z_0)$ и, следовательно, не может быть стягиваем [3]. Противоречие. Лемма доказана.

Следствие. Система (2) обладает хотя бы одним решением.

Доказательство. Рассмотрим отображение, соответствующее левой части системы (2):

$$\Phi(z) = Ax + \Phi'(y), \quad \text{где } A = (a_{ij}), \quad \Phi'(y) —$$

«дробная» часть системы (2),

$$x = (x_1, \dots, x_n)^T, \quad y = (y_1, \dots, y_n)^T —$$

векторы-столбцы, $\Phi': D^n \rightarrow D^n$ — непрерывное отображение куба $D^n = \{y \in \mathbb{R}^n : y_i \in [0, 1]\}$ в себя.

Рассмотрим разность $\Phi(z) - Az = \Phi'(y) - Ay = (\Phi' - A)(y)$. Отображение $(\Phi' - A): D^n \rightarrow D^n$ непрерывно, и, следовательно, образ $(\Phi' - A)(D^n)$ компакта D^n компактен, в частности, ограничен. Это означает, что $\|\Phi(z) - Az\| = \|(\Phi' - A)(y)\| < c$ для всех $z \in \mathbb{R}^n$.

В силу леммы $\Phi(\mathbb{R}^n) = \mathbb{R}^n$, что гарантирует существование решения системы (2) для любой правой части.

Обобщение. Рассмотрим систему уравнений

$$\sum_{j=1}^n [a'_{ij} x'_j + \varphi_{ij}(y'_j)] = b'_i; \quad i=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

где $A' = (a'_{ij})$ — невырожденная матрица; x'_j, y'_j — соответственно целая и дробная части числа $z'_j = x'_j + y'_j$; φ_{ij} — непрерывна на $[0, 1]$, $\varphi_{ij}(0) = 0$, $\varphi_{ij}(1) = k a_{ij}$, $k \in \mathbb{N}$. Тогда система (3) обладает, по крайней мере, k^n решениями, причем для любого набора $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)^T$, $\alpha_i \in \mathbb{Z}$, $0 \leq \alpha_i \leq k-1$ существует решение $z^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)^T + (y_1^*, \dots, y_n^*)^T$ такое что $x_i^* \equiv \alpha_i \pmod{k}$.

Доказательство. Рассмотрим произвольный набор α из условия обобщения. Рассмотрим систему вида

$$\sum_{j=1}^n [a'_{ij}(k x_j + \alpha_j) + \varphi_{ij}(y'_j)] = b'_i; \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Очевидно, система (4), эквивалентна системе

$$\sum_{j=1}^n [k a'_{ij} x_j + \varphi_{ij}(y'_j)] = b'_i - \sum_{j=1}^n a'_{ij} \alpha_j; \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Произведем следующие переобозначения:

$$k a'_{ij} = a_{ij}; \quad b'_i - \sum_{j=1}^n a'_{ij} \alpha_j = b_i; \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

В этих обозначениях система (5) превращается в систему вида (2) и, следовательно, имеет решение. При этом решению $x'^* + y'^* = z'^*$ системы (4) соответствует решение $z^* = (k x'^* + \alpha) + y'^*$ системы (3).

Заметим, что а) $x_i^* = k x_i'^* + \alpha_i \equiv \alpha_i \pmod{k}$; б) всевозможных наборов $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)^T$, $\alpha_i \in \mathbb{Z}_k$, $0 \leq \alpha_i \leq k-1$ ровно k^n ; в) различным наборам соответствуют различные решения системы.

Ленинградская лесотехническая академия
 им. С. М. Кирова

(Поступило 13.12.1986)

მათემატიკა

ა. სლეპიან

ჰილბერტ—რიმანის კომბინირებული ამოცანისაგან წარმოქმნილი
 არაწრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნადობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია ჰილბერტ—რიმანის კომბინირებული ამოცანისაგან წარ-
 მოქმნილი არაწრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნადობა.

MATHEMATICS

A. L. SLEPYAN

ON THE SOLUBILITY OF A SYSTEM OF NON-LINEAR EQUATIONS
 APPEARING IN THE COMBINED HILBERT-RIEMANN PROBLEM

Summary

The solubility of the system of non-linear equations appearing in the
 combined Hilbert-Riemann problem is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Л. Нахмейн, Б. М. Нуллер. Изв. ВНИИГ, 1984, т. 172, 7—13.
2. Е. Л. Нахмейн, Б. М. Нуллер. ПММ, 50, вып. 4, 1986.
3. Д. Б. Фукс, А. Т. Фоменко, В. Л. Гутенмахер. Гомотопическая топология. М., 1969.



Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ

О СОВЕРШЕННЫХ В БЕСКОНЕЧНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.12.1986)

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

Понятие совершенного в бесконечности отображения введено Х. Н. Инасаридзе [1], который изучал замкнутые совершенные в бесконечности отображения. В нашей заметке [2] изучались произвольные совершенные в бесконечности отображения. В данной заметке продолжается изучение этого класса отображений.

Определение [1]. Отображение $f: X \rightarrow Y$ называется совершенным в бесконечности, если отображение $\beta f|_{\beta X \setminus X}: \beta X \setminus X \rightarrow \beta f(\beta X \setminus X)$ является совершенным отображением, где βX — стоун-чеховское расширение пространства X , $\beta f: \beta X \rightarrow \beta Y$ — продолжение отображения f на стоун-чеховские расширения пространств X и Y , соответственно, а $\beta f|_{\beta X \setminus X}$ — сужение отображения βf на множестве $\beta X \setminus X$.

Имеют место следующие предложения:

1) пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$ и существует продолжение $bf: bX \rightarrow bY$ отображения f , где bX и bY бикомпактные расширения пространств X и Y . f совершенно в бесконечности тогда и только тогда, когда совершенно отображение $bf|_{bX \setminus X}: bX \setminus X \rightarrow bf(bX \setminus X)$;

2) если $f: X \rightarrow Y$ совершенное в бесконечности отображение, то $f^{-1}y$ локально бикомпактно для любого $y \in Y$;

3) если $f: X \rightarrow Y$ — совершенное отображение, а $g: Y \rightarrow Z$ — совершенное в бесконечности отображение, то композиция $gf: X \rightarrow Z$ является совершенным в бесконечности отображением;

4) пусть $f: X \rightarrow Y$ и $g: Y \rightarrow Z$ такие отображения, что $gf: X \rightarrow Z$ совершенно в бесконечности; тогда f совершенно в бесконечности.

З а м е ч а н и е. Существуют такие совершенное в бесконечности отображение $f: X \rightarrow Y$ и совершенное отображение $g: Y \rightarrow Z$, что $gf: X \rightarrow Z$ не является совершенным в бесконечности.

Через $R^1(X)$ обозначим множество всех точек нелокальной бикомпактности пространства X . Для отображения $f: X \rightarrow Y$ через $P(f)$ обозначим множество всех точек совершенности отображения f , т. е. множество всех тех точек y из Y , что $f^{-1}y$ бикомпактно и f замкнуто в точке y [3, с. 364].

Теорема 1. Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$. f является совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда для любого $x \in R^1(X)$, $fx \in P(f)$.

С л е д с т в и е 1. Пусть дано отображение $f: X \xrightarrow{\text{„на“}} Y$, где X — одно-



жением тогда и только тогда, когда или f совершенное отображение, или X —локально бикомпактное пространство.

Следствие 2. Пусть дано отображение $f: X \xrightarrow{\text{„на“}} Y$, где X бикомпактно расположено в смысле Г. С. Чогошвили [4] в любом объемлющем пространстве (\equiv не имеет ни одной точки локальной бикомпактности [5]). является совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда f совершенное отображение.

Следствие 3. Пусть дано отображение $f: X \xrightarrow{\text{„на“}} Y$. Тогда произведение $f^\alpha: X^\alpha \rightarrow Y^\alpha$, $\alpha \geq X_0$ является совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда f является совершенным отображением.

Теорема 2. Пусть даны отображения $f_i: X_i \xrightarrow{\text{„на“}} Y_i$, $i = \overline{1, n}$, $n > 1$.

Произведение $f = \prod_{i=1}^n f_i: \prod_{i=1}^n X_i \rightarrow \prod_{i=1}^n Y_i$ является совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) каждое f_i , $i = \overline{1, n}$ совершенное отображение; 2) каждое X_i , $i = \overline{1, n}$ локально бикомпактно; 3) если существует такое i_0 , что $1 \leq i_0 \leq n$ отображение $f_{i_0}: X_{i_0} \rightarrow Y_{i_0}$ не является совершенным и пространство X_{i_0} не является локально бикомпактным, то $f_{i_0}: X_{i_0} \rightarrow Y_{i_0}$ совершенное в бесконечности отображение, все $f_i: X_i \rightarrow Y_i$, $i \neq i_0$, $1 \leq i \leq n$ совершенные отображения и все X_i , $i \neq i_0$, $1 \leq i \leq n$ локально бикомпактные пространства.

Следствие 4. Пусть дано отображение $f: X \xrightarrow{\text{„на“}} Y$. Тогда произведение $f^n: X^n \rightarrow Y^n$, где $n > 1$, является совершенным в бесконечности тогда и только тогда, когда или f совершенное отображение, или X локально бикомпактное пространство.

Теорема 3. Пусть даны отображения $f_\alpha: X_\alpha \xrightarrow{\text{„на“}} Y_\alpha$, $\alpha \in A$, $|A| \geq X_0$. Тогда $f = \prod_{\alpha \in A} f_\alpha: \prod_{\alpha \in A} X_\alpha \rightarrow \prod_{\alpha \in A} Y_\alpha$ является совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) каждое f_α совершенное отображение; 2) все X_α может быть кроме конечного числа $X_{\alpha_1}, X_{\alpha_2}, \dots, X_{\alpha_k}$ являются бикомпактными, а пространства $X_{\alpha_1}, X_{\alpha_2}, \dots, X_{\alpha_k}$ локально бикомпактны; 3) все X_α , может быть, кроме конечного числа $X_{\alpha_1}, X_{\alpha_2}, \dots, X_{\alpha_k}$, являются бикомпактными, а если среди $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ существует такой α_j , что X_{α_j} не является локально бикомпактным пространством и f_{α_j} не является совершенным отображением, то f_{α_j} совершенное в бесконечности отображение, все X_{α_i} , $\alpha_i \neq \alpha_j$, $i = \overline{1, k}$ локально бикомпактны и все f_{α_i} , $\alpha_i \neq \alpha_j$, $i = \overline{1, k}$ совершенные отображения.

Теорема 4. Пусть даны отображения $f_i: X_i \rightarrow Y_i$, $i = \overline{1, n}$, $n > 1$, где X_i p -паракомпактно [6], а Y_i -пространство точечно-счетного типа

[7], $i = \overline{1, n}$. Тогда $f = \prod_{i=1}^n f_i : \prod_{i=1}^n X_i \rightarrow \prod_{i=1}^n Y_i$ является замкнутым, совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) каждое f_i совершенное отображение; 2) каждое X_i локально бикompактно, а каждое Y_i дискретно; 3) каждое X_i локально бикompактно, каждое f_i замкнуто и существует такой i_0 , что когда $i \neq i_0$, $f_i^{-1}u_{i_0}$ бикompактно и открыто для любого $u_{i_0} \in Y_{i_0}$; 4) если существует такой i_0 , $1 \leq i_0 \leq n$, что отображение $f_{i_0} : X_{i_0} \rightarrow Y_{i_0}$ не является совершенным и пространство X_{i_0} не является локально бикompактным, то $f_{i_0} : X_{i_0} \rightarrow Y_{i_0}$ замкнутое, совершенное в бесконечности отображение, все $f_i : X_i \rightarrow Y_i$, $i \neq i_0$ совершенны и $f_i^{-1}u_{i_0}$ открыто для любого $u_{i_0} \in Y_{i_0}$, все X_i , $i \neq i_0$ локально бикompактны.

Следствие 5. Пусть дано отображение $f : X \xrightarrow{\text{на}} Y$, где X — p -паракомпактно, а Y — пространство точечно-счетного типа. Тогда $f^n : X^n \rightarrow Y^n$, где $n > 1$ является замкнутым, совершенным в бесконечности отображением тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) f — совершенное отображение; 2) X — локально бикompактно, Y — дискретно.

Теорема 5. Пусть дано отображение $f : X \xrightarrow{\text{на}} Y$, где X — p -паракомпактное пространство. Отображение $f_c : C(X) \rightarrow C(Y)$ является совершенным в бесконечности тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) X локально бикompактно; 2) f — совершенное отображение (через $C(X)$ обозначается пространство непустых бикompактных подмножеств пространства X в топологии Вьеториса, а отображение f_c определяется с помощью формулы $f_c\Phi = f\Phi$, $\Phi \in C(X)$) [3].

Теорема 6. Пусть дано отображение $f : X \xrightarrow{\text{на}} Y$, где X — p -паракомпактно, а Y — пространство точечно-счетного типа. Отображение $f_c : C(X) \rightarrow C(Y)$ является замкнутым тогда и только тогда, когда либо f совершенное отображение, либо Y дискретное пространство.

Следствие 6. Пусть дано отображение $f : X \xrightarrow{\text{на}} Y$, где X — p -паракомпактно, а Y — пространство точечно-счетного типа. Отображение $f_c : C(X) \rightarrow C(Y)$ является замкнутым, совершенным в бесконечности тогда и только тогда, когда выполняется одно из следующих условий: 1) $f : X \xrightarrow{\text{на}} Y$ — совершенное отображение; 2) X — локально бикompактно, а Y — дискретно.

Теорема 7. Диагональное произведение любого множества отображений, одно из которых совершенно в бесконечности, является совершенным в бесконечности отображением.

რ. ორმოცაძე

უსასრულობაში სრულყოფილი ასახვების შესახებ

რეზიუმე

გაგრძელებულია ხ. ინასარიძის [1] მიერ განსაზღვრული უსასრულობაში სრულყოფილი ასახვების შესწავლა, კერძოდ, მოცემულია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისა, რომ: 1) ასახვების ნამრავლი იყოს უსასრულობაში სრულყოფილი (ჩაკეტილი და უსასრულობაში სრულყოფილი); 2) $f: X \rightarrow Y$ ასახვის გაგრძელება ბიკომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სივრცეებზე $f_c: C(X) \rightarrow C(Y)$ იყოს ჩაკეტილი (უსასრულობაში სრულყოფილი; ჩაკეტილი და უსასრულობაში სრულყოფილი).

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE

ON PERFECT AT INFINITY MAPPINGS

Summary

The study of perfect at infinity mappings defined by Kh. N. Inasaridze (1) is being continued. In particular, necessary and sufficient conditions are given for: (1) the product of mappings to be perfect at infinity (closed and perfect at infinity), (2) the extension $f_c: C(X) \rightarrow C(Y)$ [3] of the mapping $f: X \rightarrow Y$ on the spaces of bicomact subsets to be closed (perfect at infinity, closed and perfect at infinity).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. H. Инасаридзе. ДАН СССР, 166, 1966, 1043—1045.
2. P. H. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 92, 1978, 289—292.
3. R. Engelking. General Topology, Warszawa, 1977.
4. Г. С. Чогошвили. Труды Тбил. матем. ин-та, 18, 1950, 1—52.
5. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 89, 1978, 41—44.
6. А. В. Архангельский. Матем. сб., 67, 1965, 55—85.
7. А. В. Архангельский. Труды Моск. мат. общ., 13, 1965, 3—55.

თ. ფირაშვილი

კვადრატული ფუნქტორების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ხ. ინასარიძემ 23.12.1986)

აღიწერება „ერთგვაროვანი“ კვადრატული ფუნქტორების კატეგორია, რაც საშუალებას იძლევა დამტკიცდეს პერიოდულობის თეორემები კვადრატული ფუნქტორების დოლდ-პუპეს სტაბილური წარმოებულ ფუნქტორებისა და გაადიტივების წარმოებულ ფუნქტორებისათვის.

ვთქვათ $P_2(R)$ არის სასრული ტიპის მარცხენა პროექციული R -მოდულების $P(R)$ კატეგორიიდან აბელის ჯგუფების Ab კატეგორიაში ყველანაირი კვადრატული ფუნქტორის კატეგორია, ე. ი. ისეთი

$$T: P(R) \rightarrow Ab$$

ფუნქტორების კატეგორია, რომ

$$T_2(A, B) = \text{Ker}(T(A \oplus B) \rightarrow TA \oplus TB)$$

ტოლობით განსაზღვრული $T_2: P(R) \times P(R) \rightarrow Ab$ ბიფუნქტორი არის ადიტური. ადვილი დასაწახია, რომ $T_2(R, R)$ -ზე არსებობს მარჯვენა $R \otimes R$ -მოდულური სტრუქტურა. გარდა ამისა, კოორდინატების გადასმა იწვევს $T_2(R, R)$ ჯგუფზე ინვოლუციას, რის გამოც ის ხდება მარჯვენა $R \sim S_2$ -მოდული, სადაც ეს უკანასკნელი განმარტებულია [1]-ში. (აქ S_2 არის ორელემენტიაანი ჯგუფი).

ვთქვათ M არის მარჯვენა $R \sim S_2$ -მოდული, თუ $n > 0$, მაშინ $H^n(S_2, M)$ -ზე შემოდის მარჯვენა R -მოდულური სტრუქტურა ტოლობით

$$(cl\ m) \cdot r = cl(m \cdot r \otimes r),$$

სადაც $m \in M$ ისეთი ელემენტია, რომ $m + m^\sigma = 0$ თუ $n \equiv 1 \pmod{2}$ და $m = m^\sigma$ თუ $n \equiv 2 \pmod{2}$, ხოლო σ —ინვოლუცია M -ზე, გამოწვეული $S_2 \subset R \sim S_2$ ჩადგმით. კერძოდ, ყოველი $T \in P_2(R)$ ფუნქტორისათვის $H^n(S_2, T_2(R, R))$ ჯგუფს აქვს მარჯვენა R -მოდულის სტრუქტურა, როცა $n > 0$.

თეორემა 1. ვთქვათ $T: P(R) \rightarrow Ab$ კვადრატული ფუნქტორია, რომელიც გაგრძელებულია სპექტრის პირდაპირი ზღვრებით ბრტყელი მოდულების კატეგორიაზე, ხოლო $L_n^s T$ არის T ფუნქტორის დოლდ-პუპეს სტაბილური წარმოებულ ფუნქტორები [2]. თუ A ბრტყელი R -მოდულია, მაშინ

$$L_n^s T(A) = H^n(S_2, T_2(R, R)) \otimes_R A, n \geq 2.$$

შედეგი. ყოველი A ბრტყელი R -მოდულისათვის

$$L_{n+2}^s T(A) \approx L_n^s T(A), n \geq 2.$$

ეს დებულება კერძოდ სახის ფუნქტორთათვის შემჩნეული იყო [3, 4]-ში. ფუნქტორს $\text{mod-}R \rightarrow P_2(R)$, რომელიც მოიცემა თანადობით

$$M \mapsto M \otimes_R -,$$



აქვს როგორც მარჯვენა შეუღლებული ad^0 , ისე მარცხენა შეუღლებული ad_0 ფუნქტორი. ad_n იყოს ad_0 -ის მარცხენა წარმოებული ფუნქტორები, $n \geq 0$, ხოლო ad^n იყოს ad^0 -ის მარჯვენა წარმოებული ფუნქტორები.

თეორემა 2. ა) არსებობს ბუნებრივი ჰომომორფიზმი

$$L_n^s T(R) \rightarrow ad_n T,$$

რომელიც იზომორფიზმია, როცა $n=0, 1$ და ეპიმორფიზმია, როცა $n=2$.

ბ) თუ $T = M \otimes_R -$, მაშინ

$$ad_0 T = M, \quad ad_1 T = 0 = ad_2 T,$$

$$ad_3 T = M/2M,$$

ხოლო თუ დამატებით M არის პროექციული მარჯვენა R -მოდული, მაშინ

$$ad_4 T = {}_2M.$$

გ) თუ R რგოლის ადიტური ჯგუფი თავისუფალია 2-გრესისგან, მაშინ

$$ad_{n+4} = ad_n, \quad n > 0.$$

ანალოგიური დებულება სამართლიანია ad^n ფუნქტორებისთვისაც.

მოყვანილი თეორემების დამტკიცება ეყრდნობა „ერთგვაროვანი“ კვადრატული ფუნქტორების კატეგორიის შემდეგ აღწერას.

ვთქვათ C_1 (შესაბამისად C_2) არის კატეგორია, რომლის ობიექტებია (M, A) , წყვილები, სადაც M არის მარჯვენა $R \sim S_2$ -მოდული, ხოლო A არის $H^1(S_2, M)$ -ის (შესაბამისად $H^2(S_2, M)$ -ის) ქვემოდული, ხოლო მორფიზმი (M, A) წყვილიდან (M_1, A_1) წყვილში არის ისეთი ჰომომორფიზმი

$$f : M \rightarrow M_1,$$

რომ $f_*(A) \subset f_*(A_1)$, სადაც f_* არის f -ით გამოწვეული ჰომომორფიზმი კომპოლოგიის ჯგუფებში.

ვთქვათ M არის მარჯვენა $R \sim S_2$ -მოდული. მაშინ $X \mapsto M \otimes_R X \otimes_R X$ ფუნქტორზე თანადობა

$$m \otimes x \otimes y \mapsto m^\sigma \otimes y \otimes x$$

განსაზღვრავს ინვოლუციას, სადაც $x, y \in X$ და σ არის ინვოლუცია M -ზე, რომელსაც σ -თი აღვნიშნავთ. თუ A არის $H^1(S_2, M)$ -ის R -ქვემოდული, მაშინ განსაზღვროთ ბუნებრივი გარდაქმნა

$$\psi(X) : A \otimes_R X \rightarrow \text{Coker} (M \otimes_R X \otimes_R X \xrightarrow{1-\sigma} M \otimes_R X \otimes_R X),$$

ტოლობით

$$\psi(X) (a \otimes x) = a \otimes x \otimes x \pmod{\text{Im} (1 - \sigma)}.$$

თეორემა 3. ა) თანადობა $(M, A) \mapsto \text{Coker } \psi$ განსაზღვრავს ფუნქტორს

$$C_1 \rightarrow \{T \in |P_2(R)|, ad_0 T = 0\},$$

რომელიც კატეგორიების ექვივალენტობაა. ამ ფუნქტორის კვაზიშექცეული ფუნქტორი მოიცემა თანადობით

$$T \mapsto (T_2(R, R), ad_1 T).$$

ბ) C_2 და $\{T \in |P_2(R), ad^0 T = 0\}$ კატეგორიები ექვივალენტურია.

შედეგი. ვთქვათ M არის მარჯვენა $R \sim S_2$ -მოდული, ხოლო

$$\psi_1(M)(X) = \text{Coker}(1 - \sigma : M \otimes_R X \otimes_R X \rightarrow M \otimes_R X \otimes_R X),$$

$$\psi_2(M)(X) = \text{Ker}(1 - \sigma : M \otimes_R X \otimes_R X \rightarrow M \otimes_R X \otimes_R X),$$

$$\psi_3(M)(X) = \text{Im}(1 + \sigma : M \otimes_R X \otimes_R X \rightarrow M \otimes_R X \otimes_R X).$$

მაშინ ფუნქტორები

$$\psi_1 : \text{mod-}R \sim S_2 \rightarrow \{T \in |P_2(R)| \mid ad_0 T = 0 = ad_1 T\},$$

$$\psi_2 : \text{mod-}R \sim S_2 \rightarrow \{T \in |P_2(R)| \mid ad^0 T = 0 = ad^1 T\},$$

$$\psi_3 : \text{mod-}R \sim S_2 \rightarrow \{T \in |P_2(R)| \mid ad_0 T = 0 = ad^0 T\}$$

აბორციულბენ კატეგორიების ექვივალენტობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.12.1986)

МАТЕМАТИКА

Т. И. ПИРАШВИЛИ

О КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКТОРАХ

Резюме

Пусть $\mathbf{P}(R)$ — категория конечнопорожденных проективных левых R -модулей, $T : \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab$ — квадратичный функтор, A — плоский R -модуль. Тогда доказывается, что $L_{n+2}^{st} T(A) \approx L_n^{st} T(A)$, $n \geq 2$, где L_n^{st} — стабильные производные функторы Дольда—Пуппе. Вложение категории аддитивных функторов в категорию квадратичных функторов обладает как левыми, так и правыми сопряженными функторами, производные функторы от которых обозначаются через ad_n и ad^n . При ${}_2R=0$ доказывается, что $ad_{n+4} = ad_n$, $n > 0$. Пусть C_1 (соответственно C_2) категория таких пар (M, A) , что M — правый $R \sim S_2$ -модуль, а $A \subset H^1(S_2, M)$ (соответственно $A \subset H^2(S_2, M)$) является R -подмодулем, где S_2 — группа из двух элементов, $R \sim S_2$ — сплетение, а структура R -модуля на $H_*(S_2, M)$ задается равенством $cl(m) \cdot r = cl(m \cdot r \otimes r)$. Тогда

$$C_1 \approx \{T : \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab \mid \deg T \leq 2, ad_0 T = 0\},$$

$$C_2 \approx \{T : \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab \mid \deg T \leq 2, ad^0 T = 0\}.$$



T. I. PIRASHVILI

ON QUADRATIC FUNCTORS

Summary

Let $\mathbf{P}(R)$ be the category of finitely ξ generated projective left R -modules, $T: \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab$ be a quadratic functor, A be a flat R -module. It is proved that then $L_{n+2}^{st} T(A) \approx L_n^{st} T(A)$, $n \geq 2$, where $L_*^{st} T$ denotes Dold-Puppe's stable derived functors. The embedding of the category of additive functors in the category of quadratic functors has both left and right adjoints whose derived functors will be denoted by ad_n and ad^n . It is proved that $ad_{n+4} \approx ad_n$, $n > 0$, if ${}_2R=0$.

Let \mathbf{C}_1 (resp. \mathbf{C}_2) be the category of such pairs (M, A) that M is a right $R \sim S_2$ -module and $A \subset H^1(S_2, M)$ (resp. $A \subset H^2(S_2, M)$) is a R -submodule, where S_2 is the two-element group, $R \sim S_2$ is the wreath product, and the R -module structure on $H^*(S_2, M)$ is given by $cl(m) \cdot r = cl(m \cdot r \otimes r)$. Then

$$\mathbf{C}_1 \cong \{T: \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab \mid \deg T \leq 2, ad_0 T = 0\},$$

$$\mathbf{C}_2 \cong \{T: \mathbf{P}(R) \rightarrow Ab \mid \deg T \leq 2, ad^0 T = 0\}.$$

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. G. Macdonald. J. Pure Appl. Algebra. 18, 1980, 173-204.
2. A. Dold, D. Pure. Ann. Inst. Fourier. 11, 1961, 201-312.
3. D. Simson, A. Tyc. Diss. Math. 411, 1974, 1-71.
4. D. Simson. Coll. Math., 32, 1974, 49-55.

В. Г. НАРМАНИЯ

ЗАМЕЧАНИЕ О ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 25.12.1986)

Пусть A — коммутативная алгебра с единицей 1 над полем C комплексных чисел. Дифференцированием на A называется такой линейный оператор $D: A \rightarrow A$, что $Dxy = xDy + yDx$ для всех $x, y \in A$. Дифференцирования алгебры A образуют алгебру Ли относительно операции $[D_1, D_2] = D_1D_2 - D_2D_1$, которая обозначается $\text{Der } A$. Через $\text{Rad}(A)$ будем обозначать радикал алгебры A (пересечение максимальных идеалов).

Если $D \in \text{Der}(A)$, то (см. [1]) для всех $x \in A$

$$(Dx)^n = \frac{1}{n!} \sum_{k=1}^n (-1)^{k+n} \binom{n}{k} x^{n-k} D^n x^k.$$

Если A — банахова алгебра и D — непрерывный оператор, то отсюда следует, что $\|(Dx)^n\|^{1/n} \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$, т. е. Dx квазинильпотент, следовательно, $Dx \in \text{Rad}(A)$ для всех $x \in A$ (теорема Зингера-Вермера). В данной заметке мы приведем простое достаточное условие на алгебру A без топологии, обеспечивающее включение $Dx \in \text{Rad}(A)$ для всех $x \in A$. В качестве следствия, в частности, получается известная теорема Г. Е. Шилова, согласно которой на алгебре $C^\infty(a, b)$ нет нормы, в которой она была бы банаховой алгеброй (из общих фактов функционального анализа вытекает, что $C^\infty(a, b)$ можно сделать банаховым пространством). Заметим, впрочем, что такой подход к теореме Шилова не нов. На банаховой алгебре могут существовать нетривиальные дифференцирования. Вместе с тем, согласно теореме Джонсона (см., напр. [2], с. 95), каждое дифференцирование полупростой коммутативной банаховой алгебры непрерывно, и поэтому тривиально.

Все это, вообще говоря, перестает быть верным в общих алгебрах. Например, алгебра может быть полупростой, но $Dx = 1$ для некоторого $D \in \text{Der}(A)$ (алгебра полиномов).



Лемма. Пусть I — идеал в A , $D \in \text{Der}(A)$, причем $D(I) \subset I$. Если $d: A/I \rightarrow A/I$ — индуцированный оператор, то $d \in \text{Der}(A/I)$.

Действительно, пусть $\pi: A \rightarrow A/I$ — естественная проекция, $\xi, \eta \in A/I$, $\xi = \pi(x)$, $\eta = \pi(y)$. Тогда $d(\xi\eta) = d(\pi(x)\pi(y)) = d(\pi(xy)) = \pi(Dxy) = \pi(xDy) + \pi(yDx) = \xi d\eta + \eta d\xi$.

Теорема 1. *Предположим, что алгебра $A/\text{Rad}(A)$ алгебраически изоморфна банаховой. Если $D \in \text{Der}(A)$ и $D(\text{Rad}(A)) \subset \text{Rad}(A)$, то $Dx \in \text{Rad}(A)$ для всех $x \in A$.*

Доказательство. Мы можем считать алгебру $A/\text{Rad}(A)$ банаховой. Вместе с тем, эта алгебра полупроста. Пусть $d: A/\text{Rad}(A) \rightarrow A/\text{Rad}(A)$ — оператор, индуцированный оператором D . Согласно лемме, $d \in \text{Der} \times \times (A/\text{Rad}(A))$. Так как $A/\text{Rad}(A)$ полупроста, то, по теореме Джонсона, d — непрерывный оператор, и, следовательно, по теореме Зингера—Вермера, $d=0$. Но тогда $Dx \in \text{Rad}(A)$ для всех $x \in A$, и теорема доказана.

В частности, [если алгебра A полупроста и $\text{Der}(A) \neq \{0\}$, то A не может быть алгебраически изоморфной банаховой алгебре. Отсюда вытекает и упомянутая выше теорема Шилова.

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

(Поступило 26.12.1986)

მათემატიკა

3. ნარმანია

შენიშვნა დიფერენცირების შესახებ

რეზიუმე

ჯონსონის და ზინგერ — ვერმერის თეორემების მარტივი შედეგის სახით დგინდება, რომ თუ A არის კომუტაციური ალგებრა \mathbf{C} ველზე და ალგებრა $A/\text{Rad}(A)$ ალგებრულად იზომორფულია ბანახის ალგებრისა, მაშინ ყოველი დიფერენცირებისათვის $D: A \rightarrow A$, რომელიც აკმაყოფილებს $D(\text{Rad}(A)) \subset \text{Rad}(A)$ პირობას, $Dx \in \text{Rad}(A)$ დამოკიდებულებას ადგენს ყოველი $x \in A$ -თვის.

V. G. NARMANIA

A NOTE ON DIFFERENTIATIONS

Summary

It is established as an immediate corollary of Johnson's and Zinger-Wermer's theorems that if A is a commutative algebra over the field \mathbf{G} and the algebra $A/\text{Rad}(A)$ is algebraically isomorphic to the Banach algebra, then for each differentiation $D: A \rightarrow A$, satisfying the condition $D(\text{Rad}A) \subset \text{Rad}(A)$, the inclusion $Dx \in \text{Rad}(A)$ holds for all $x \in A$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Горин, Ю. Ю. Кочетков, Б. С. Митягин. Теория функций, функциональный анализ и прил., 18, 1973, 160—165.
2. F. F. Bonsall, J. Duncan. Complete normed algebras. N.-Y., Springer-Ver., 1973.

А. С. ГОГАТИШВИЛИ

ВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ
 В ПРОСТРАНСТВАХ ОДНОРОДНОГО ТИПА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 24.2.1987)

Решению задачи Кусиса для различных интегральных операторов посвящен ряд работ (см., например, [1—8]).

В настоящей статье дано полное описание пар (ν, ω) весовых функций, для которых потенциал в пространствах однородного типа при критическом показателе действует непрерывно из L^p_ω в весовое пространство функций ограниченной средней осцилляции BMO_ν . При помощи упомянутого результата решены задачи типа задачи Кусиса, состоящие в полном описании тех весовых функций ω , для каждой из которых существует почти всюду положительная измеримая функция ν , такая, что потенциал в пространствах однородного типа непрерывно действует из весового L^p_ω в весовое BMO_ν .

Следует отметить, что полное описание тех весовых пространств Лебега, в которых непрерывно действуют потенциалы, определенные в пространствах однородного типа, было получено ранее в работах М. А. Габидзашвили [8, 9]. Там же дано решение задач типа задач Кусиса для вышеупомянутых потенциалов и весовых пространств Лебега.

Пространством однородного типа (X, ρ, μ) называют пространство X с мерой μ , в котором задана псевдометрика ρ , т. е. функция $\rho: X \times X \rightarrow R^+$, такая, что

- i) $\rho(x, y) = \rho(y, x)$ для любого x, y из X ;
- ii) $\rho(x, y) = 0 \iff x = y$;
- iii) $\rho(x, y) \leq c(\rho(x, z) + \rho(z, y))$ для любых x, y, z из X .

Предполагается, что все шары $B(x, r) = \{y \in X: \rho(x, y) < r\}$ измеримы и что $0 < \mu B(x, 2r) \leq c_\mu B(x, r)$, $r > 0$, $x \in X$.

Кроме того, будем предполагать, что существуют такие положительные постоянные ϵ и c , что для любого x, y, z из X

$$\mu B(x, r_1) \setminus B(y, r_2) \leq c(m(x, y))^\epsilon (\mu B(x, r_1) \cup B(y, r_2))^{1-\epsilon},$$

где

$$m(x, y) = \inf_{x, y \in B} \mu B, \quad r_1 = \rho(x, z), \quad r_2 = \rho(y, z).$$

На множестве $L^1_{loc}(\mu)$ определим потенциал

$$T_\gamma f(x) = \int_X f(y) (\mu B(x, \rho(x, y)))^{\gamma-1} d\mu(y) \quad (0 < \gamma < 1).$$

Оператор T_γ был введен в работе [8].



Теорема 1. Пусть $0 < \gamma < 1$, $p = \gamma^{-1}$, $p' = (1 - \gamma)^{-1}$. Следующие условия эквивалентны:

i) существует такая постоянная $c > 0$, что для любого шара $B = B(y, R)$, $R > 0$, $y \in X$ и произвольного f с компактным носителем и условием $\|f\|_{L^p} < +\infty$ имеет место неравенство

$$\|v\chi_B\|_{L^\infty} (\mu B)^{-1} \int_B |T_\gamma f(x) - (T_\gamma f)_B| d\mu(x) \leq c \|f\|_{L^p}, \quad (1)$$

где

$$(g)_B = (\mu B)^{-1} \int_B g(x) d\mu(x);$$

ii) существует такая постоянная $c_1 > 0$, что для любого шара $B = B(y, R)$, $R > 0$, $y \in X$,

$$\|v\chi_B\|_{L^\infty} \left((\mu B)^{-1} \int_B \omega^{-p'}(x) d\mu(x) \right)^{1/p'} \leq c_1.$$

В том случае, когда $X = \mathbb{R}^n$, ρ — обычная евклидова метрика (случай изотропного потенциала) и $v = \omega = 1$, теорема обращается в результат И. Стейна и А. Зигмунда [10]. В частном случае изотропных потенциалов и $v = \omega$ теорема 1 была установлена Б. Макехоуптом и Р. Виденом [11]. Для анизотропных потенциалов обобщение было дано М. А. Габидзашвили в работе [9].

Вышеприведенная теорема 1 дает возможность решить задачи типа задачи Кусиса.

Теорема 2. Пусть $0 < \gamma < 1$. Для заданной неотрицательной измеримой функции $\omega: X \rightarrow \mathbb{R}^1$ следующие условия эквивалентны:

- i) существует почти всюду положительная измеримая функция $v: X \rightarrow \mathbb{R}^1$ и такая постоянная $c > 0$, что имеет место неравенство (1);
 ii) существует такая постоянная $c_1 > 0$, что

$$\int_{B(a, R)} \omega^{-\frac{1}{1-\gamma}}(x) d\mu(x) \leq c_1 \mu(B(a, R)) \text{ для } R > 1,$$

где a — какая-нибудь точка из X .

Теорема 3. Пусть $0 < \gamma < 1$. Для заданной неотрицательной измеримой функции $v: X \rightarrow \mathbb{R}^1$ следующие условия эквивалентны:

- i) существует измеримая неотрицательная почти всюду конечная функция $\omega: X \rightarrow \mathbb{R}^1$ и такая постоянная $c > 0$, что имеет место неравенство (1);
 ii) существует такая постоянная $c_1 > 0$, что для почти всех $x \in X$

$$v(x) \leq c_1 (\mu(B(a, \rho(a, x) + 1)))^{1-\gamma}$$

где a — какая-нибудь точка из X .

Эти теоремы обобщают результаты Е. Харбура, Р. Масиаса и С. Сеговии [5].

ა. გოგატიშვილი

წონიანი უტოლობები კოტენციალებისათვის ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეებში

რეზიუმე

მოცემულია წონითი ფუნქციების ისეთი (ν, ω) წყვილების სრული დახასიათება, რომელთათვის ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეებში განსაზღვრული პოტენციალები კრიტიკული მაჩვენებლებისათვის უწყვეტად მოქმედებენ ლებეგის წონიანი L^p_ω სივრციდან BMO_ν სივრცეში. აღნიშნულ შემთხვევაში ამოხსნილია კუსისის ტიპის ამოცანები.

MATHEMATICS

A. S. GOGATISHVILI

WEIGHTED NORM INEQUALITIES FOR POTENTIALS IN SPACES OF HOMOGENEOUS TYPE

Summary

A complete description of pairs (ν, ω) of weighted functions for which a potential in the spaces of homogeneous type for a critical index acts continuously from the weighted Lebesgue space L^p_ω into the space BMO_ν is given. In the above-mentioned case the Coosis type problems are solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Muckenhoupt. Proc. Symp. Pure Math. AMS, 35, 1, 1979, 51-60.
2. P. Coosis. C. R. Acad. Sci., A291, № 4, 1980, 278-284.
3. L. Cerleson, P. Jones. Mittag-Leffler inst. Rep. № 2, 1981.
4. J. L. Rubio de Francia. Proc. AMS, 83, 1981, 673-679.
5. E. Harboure, R. A. Macias, C. Segovia. Proc. AMS, 90, № 4, 1984. 555-562.
6. В. М. Кокилашвили. Максимальные функции и сингулярные интегралы в весовых функциональных пространствах. Тбилиси, 1985.
7. V. Kokilashvili, J. Rakoshnik. Časopis pro pestovani matematiky, roč. 110, 1985, 384-393.
8. М. А. Габидзашвили. Доклады расширенных заседаний семинара Института прикладной математики им. И. Н. Векуа, т. 1, 2, 1985, 37-40.
9. М. А. Габидзашвили. Сообщения АН СССР, 121, № 1, 1986, 37-40.
10. E. Stein, A. Zygmund. Ann. Math., 85, 1967, 337-349.
11. B. Muckenhoupt, R. Wheeden. Trans. AMS, 192, 1974, 261-274.



Т. И. МАМНИАШВИЛИ

ОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАВНОВЕСИЯХ ТЕЛА, ПОДВЕШЕННОГО
 НА СТЕРЖНЕ, ИХ ВЕТВЛЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 5.12.1986)

1. Рассмотрим движение твердого тела с трехосным центральным эллипсоидом инерции, шарнирно подвешенного к неподвижной точке O_1 на невесомом недеформируемом стержне. Будем предполагать, что стержень в точке O_1 прикреплен при помощи цилиндрического шарнира к вертикальному валу мотора, который равномерно вращается с угловой скоростью Ω , а другой его конец закреплен в теле в точке O на главной центральной оси инерции при помощи сферического шарнира.

Для потенциальной энергии силы тяжести и центробежных сил имеем выражение

$$W = \Pi - \frac{1}{2} J \Omega^2, \quad \Pi = -mg(l\vec{v} - \vec{a}) \cdot \vec{z}, \quad J = \vec{z} \cdot \vec{\Theta} \cdot \vec{z} + m[\vec{z} \times (l\vec{v} - \vec{a})]^2.$$

Здесь Π —потенциальная энергия силы тяжести; J —момент инерции тела относительно вертикали, проходящий через точку O_1 ; m и $\vec{\Theta}$ —масса и центральный тензор инерции тела с диагональными элементами J_1, J_2, J_3 ; \vec{z} и \vec{v} —единичные векторы нисходящей вертикали и направления стержня от точки O_1 к точке O ; \vec{a} —радиус-вектор точки O относительно центра масс C тела; g и l —ускорение силы тяжести и длина стержня.

Введем две правые прямоугольные системы координат: жестко связанную с телом $Cx_1x_2x_3$, оси которой совмещены с главными центральными осями инерции, и подвижную $O_1y_1y_2y_3$, вращающуюся вокруг направленной вертикально вниз оси y_3 с угловой скоростью Ω .

Будем считать, что точка O находится на оси x_3 , направление которой совпадает с направлением вектора \vec{a} . Обозначим через v_s проекции вектора \vec{v} на оси y_s ($s=1, 2, 3$). Пусть $\vec{a}, \vec{\beta}, \vec{\gamma}$ —орты осей x_1, x_2, x_3 а $\alpha_s, \beta_s, \gamma_s$ —их проекции на оси y_s .

Уравнения относительного равновесия тела, получаемые из условия $\delta W_* = 0$ стационарности функции W_* (измененной потенциальной энергии) по отношению ко всем введенным переменным, допускают следующие семейства решений [1]:

$$\begin{aligned} \alpha_1 = \beta_2 = 1, \quad \gamma_3 = \pm 1, \quad v_3 = \pm 1, \quad \alpha_2 = \alpha_3 = \beta_1 = \beta_3 = 0, \\ \gamma_1 = \gamma_2 = v_1 = v_2 = \lambda_a = \lambda_{a\beta} = \lambda_{a\gamma} = \lambda_{\beta\gamma} = \lambda_\beta = 0, \\ \lambda_v = ml^2(\sigma + ma^2)\sigma^{-1}, \quad \lambda_\gamma = J_3 - \gamma_3 m g a \Omega^{-2}, \\ \sigma = \frac{ma^2 \Omega^2 l}{v_3 g - \Omega^2 l}, \end{aligned} \tag{1}$$

где $\lambda_\alpha, \dots, \lambda_{\alpha\gamma}$ — неопределенные множители Лагранжа и

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 = \alpha_3 = 0, \quad \alpha_2 = 1, \quad \beta_1 = \gamma_3, \quad \beta_2 = 0, \quad \beta_3 = -\gamma_1, \\
 \gamma_1^2 = 1 - \gamma_3^2, \quad \gamma_2 = 0, \quad \gamma_3 = -\frac{mga}{\Omega^2 (\sigma + J_2^* - J_3)}, \\
 \nu_1 = -\frac{\sigma}{mal} \gamma_1, \quad \nu_2 = 0, \quad \nu_3 = \frac{q\sigma}{\Omega_2 l (\sigma + ma^2)}, \\
 \lambda_\alpha = \lambda_{\alpha\beta} = \lambda_{\alpha\gamma} = 0, \quad \lambda_\beta = J_2 \beta_3^2, \quad \lambda_{\beta\gamma} = J_2 \beta_3 \gamma_3, \\
 \lambda_\gamma = ml^2 (\sigma + ma^2) \sigma^{-1}, \quad J_2^* = J_2 + ma^2, \\
 \lambda_\gamma = (\sigma + ma^2) \left\{ 1 + \frac{J_2 (\sigma + ma^2) [(mal)^2 - \sigma^2]}{(J_2 - J_3) \sigma^3 (2\sigma + ma^2 + J_2 - J_3)} \right\}, \\
 \Omega^4 = \frac{(J_2 - J_3) (mga)^2 \sigma^2 (2\sigma + ma^2 + J_2^* - J_3)}{(\sigma + ma^2) (\sigma + J_2^* - J_3)^2 [(mal)^2 - \sigma^2]}, \\
 J = J_3 + \left[J_2 - J_3 + \frac{(\sigma + ma^2)^2}{ma^2} \right] \beta_3^2, \\
 \beta_3^2 = \frac{\sigma^2 (\sigma + J_2^* - J_3) - (mal)^2 (\sigma + ma^2)^2}{(J_2 - J_3) \sigma^2 (2\sigma + ma^2 + J_2^* - J_3)},
 \end{aligned} \tag{2}$$

а также решения, которые получаются из (2), если векторы $\vec{\alpha}$ и $\vec{\beta}$ и индексы 1 и 2 поменять местами.

Решения (1) описывают четыре однопараметрические семейства равномерных вращений тела, в которых стержень и ось x_3 вертикальны. При этом точка O может находиться как ниже ($\nu_3 = 1$), так и выше ($\nu_3 = -1$) точки O_1 , а центр масс C тела — ниже ($\gamma_3 = -1$) или выше ($\gamma_3 = 1$) точки O .

Решение (2) описывает однопараметрические семейства равномерных вращений тела вокруг вертикали с угловой скоростью Ω , в которых стержень и ось x_3 лежат в плоскости $O_1 y_1 y_3$, а ось x_1 перпендикулярна этой плоскости. Аналогичный смысл имеет решение, которое получается из (2), если α и β и индексы 1 и 2 поменять местами; для этого решения ось x_2 перпендикулярна плоскости $O_1 y_1 y_3$.

Множество всех относительных равновесий можно представить геометрически в пространстве $\Omega, \sigma, \lambda_\gamma$ точками кривой B , определяемой уравнениями из (1), (2) вида $\Omega = \Omega(\sigma)$, $\lambda_\gamma = \lambda_\gamma(\sigma)$.

В [1] указан вид кривой B и распределение на ней степени неустойчивости, когда $J_3 < J_2 < J_1$, $ma^2 < J_2^* - J_3 < J_1^* - J_3 < mal$.

В настоящей заметке рассмотрены другие случаи, для которых бифуркационные диаграммы имеют качественно другой вид.

2. Рассмотрим случай, когда

$$J_2 < J_1 < J_3, \quad J_2^* - J_3 < J_1^* - J_3 < ma^2 < mal. \tag{3}$$

Эти условия выполняются для однородного тела, сплюснутого в направлении оси x_3 , которое подвешено на стержне достаточно большой длины.

Для этого случая проекция кривой B на плоскость $\lambda_\gamma = 0$ представлена на рис. 1—3. Ветвям $B_1(a)$, $B_2(b)$, $B_3(b)$, $B_4(z)$, $B_5(a)$, $B_6(a)$ отвечают движения (1), при этом буквами a, b, z обозначены типы равно-

веса с взаимным расположением точек O_1, O, C , указанным на рис. 1в [1].

Ветви $B_1^{(i)}(a), B_2^{(i)}(d), B_3^{(i)}(b), B_4^{(i)}(b), B_5^{(i)}(e), B_6^{(i)}(e), B_7^{(i)}(e), B_8^{(i)}(e), (i=1, 2)$ отвечают движениям (2), для которых горизонтальна ось x_1 или x_2 соот-

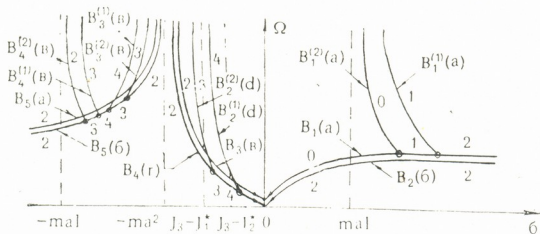


Рис. 1

ветственно. Для этих ветвей буквами a, b , обозначены типы взаимного расположения стержня и отрезков O_1O и CO , указанные на рис. 3 в [1], а буквы d, e обозначают типы, указанные на рис. 4. Проекция на плос-

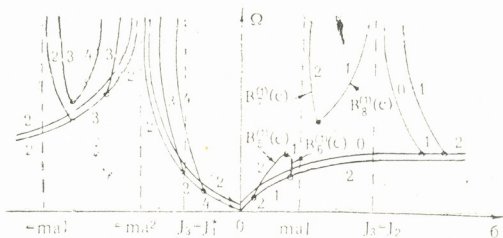


Рис. 2

кость $\lambda_V=0$ ветвей кривой B , отвечающих равновесиям (1), представлены двоянными кривыми, состоящими из двух «берегов», которым отвечают разные типы равновесий.

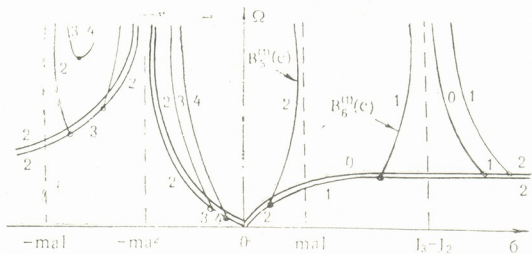


Рис. 3

Результаты анализа условий устойчивости движений (1) и (2) представлены на рис. 1—3, где цифры 0, 1, 2, 3, 4 на ветвях кривой указывают степень неустойчивости соответствующих движений (1), (2).

Отметим, что при условиях (3) среди движений (2) существуют такие семейства, которые не ответвляются от движений (1); на рис. 1—3 этим движениям соответствуют ветви $B_3^{(1)}(b)$, $B_4^{(1)}(b)$, $B_7^{(1)}(e)$, $B_8^{(1)}(e)$.



Рис. 4

Существуют также семейства, которые ответвляются от движения (1) и снова возвращаются к исходному положению; этим движениям соответствуют ветви $B_5^{(1)}(e)$ и $B_6^{(1)}(e)$. Аналогичная ситуация имеет место в случаях выполнения одной из следующих групп условий:

$$J_1 < J_3 < J_2; J_1^* - J_3 < ma^2 < mal < J_2^* - J_3 \text{ и } J_1^* - J_3 < ma^2 < J_2^* - J_3 < mal.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.12.1986)

მეცნიერება

თ. მამნიაშვილი

დეროზე დაკიდებული სხეულის ფარდობითი წონასწორობანი,
მათი განუტოვებანი და მდგრადობა

რეზიუმე

მიღებულია სხეულის ფარდობითი წონასწორობანი, გამოკვლეულია მათი განუტოვებანი და მდგრადობა. შედეგები წარმოდგენილია ბიფურკაციული დიაგრამების სახით.

MECHANICS

T. I. MAMNIASHVILI

ON RELATIVE EQUILIBRIA OF A BODY SUSPENDED BY A ROD, THEIR BIFURCATION AND STABILITY

Summary

Three sets of relative body equilibria are obtained, their bifurcation and stability are investigated. The results are represented in the form of bifurcation diagrams.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. В. Н. Рубановский. ПММ, т. 51, 1987.

Г. Г. ЧУМБУРИДZE

К РЕШЕНИЮ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ПРОСТРАНСТВЕ НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком В. К. Чачинадзе 22.12.1986)

Пусть в пространстве (Ω, Σ, μ) с непрерывной мерой задан функционал $f, f: \Omega \rightarrow R^1$. Введем обозначения:

$$\zeta^* = \inf_{x \in \Omega} f(x); \quad E_\zeta = \{x: x \in \Omega, f(x) \leq \zeta\};$$

$$d(E_\zeta) = \sup_{\substack{x \in E_\zeta \\ y \in E_\zeta}} \|x - y\|; \quad I = [\zeta^*, +\infty).$$

На функционал f и пространство (Ω, Σ, μ) наложим следующие условия:

- (A) f ограничено снизу, т. е. $\zeta^* > -\infty$,
- (B) Ω ограниченное замкнутое множество в $C[0, 1]$,
- (C) f непрерывный функционал,
- (D) $\lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} d(E_\zeta) = 0$,
- (E) $\forall \zeta, \zeta > \zeta^* \Rightarrow \mu(E_\zeta) > 0$,
- (F) $\forall \zeta, \mu\{x: f(x) = \zeta\} = 0$.

Теорема 1. Если выполняется (A), то

$$\zeta^* = f(x^*) \iff x^* \in \bigcap_{\zeta \in I} E_\zeta.$$

Доказательство.

$$\zeta^* = f(x^*) \iff \forall \zeta, \zeta \in I, f(x^*) \leq \zeta \iff \forall \zeta, \zeta \in I, x^* \in E_\zeta \iff x^* \in \bigcap_{\zeta \in I} E_\zeta.$$

Теорема 2. Если выполнены (A), (B), (C), (D), то в Ω существует единственный x^* , на котором f достигает своего минимального значения.

Доказательство. Выделим монотонную последовательность $\zeta_n \rightarrow \zeta^* +$, будем иметь, $\forall n, E_{\zeta_n} \subset E_{\zeta_{n+1}}$ и все E_{ζ_n} замкнуты (из условий (B), (C)) и, $d(E_{\zeta_n}) \rightarrow 0$. По известной теореме о вложенных множествах

[1] существует единственная точка $x^*, x^* \in \bigcap_{n=1}^{\infty} E_{\zeta_n}$; тогда по теореме 1 имеем $f(x^*) = \zeta^*$.

Замечание. (D) является необходимым условием существования единственной точки минимума когда Ω компактно.

Следуя идеологии [2], можно определить функцию Ψ -преобразования:

$$\Psi(\zeta) = \int_{E_\zeta} W(x) d\mu,$$

где $W(x)$ — «весовая» функция, определенная на Ω и

$$0 < m \leq W(x) \leq M, \quad x \in \Omega.$$

функция $\Psi(\zeta)$ имеет все свойства функции распределения, а именно:

- 1) Ψ монотонная;
 - 2) Ψ непрерывная справа, а при выполнении (F) непрерывная.
- Кроме того, при выполнении (E)

$$\Psi(\zeta) = 0 \iff \zeta = \zeta^*.$$

Эти свойства можно использовать при поиске минимального значения ζ^* , [2].

Для нахождения точки минимума x^* введем оператор $P(\zeta)$, $P: I \rightarrow C[0, 1]$,

$$P_\zeta(t) = \frac{\int_{E_\zeta} x(t) W(x) d\mu(x)}{\int_{E_\zeta} W(x) d\mu} \quad (1)$$

Можно доказать, что при выполнении (A), (B), (C) и если существует единственная точка минимума x^* , тогда

$$\lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} P_\zeta(t) = x^*(t),$$

т. е. имеет место координатная сходимость. Можно доказать и сильную сходимость.

Теорема 3. Если выполнены (A), (B), (C), (D), то

$$\lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} P(\zeta) = x^*.$$

Доказательство.

$$\lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} \|P(\zeta) - x^*\| = \lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} \max_{0 \leq t \leq 2} \left| \frac{\int_{E_\zeta} x(t) W(x) d\mu}{\int_{E_\zeta} W(x) d\mu} \right| =$$

$$= \lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} \max_{0 \leq t \leq 1} \left| \frac{\int_{E_\zeta} (x(t) - x^*(t)) W(x) d\mu}{\int_{E_\zeta} W(x) d\mu} \right| \leq$$

$$\leq \lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} \max_{0 \leq t \leq 1} \sup_{x \in E_\zeta} |x(t) - x^*(t)| = \lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*+} \sup_{x \in E_\zeta} \|x - x^*\| = 0.$$

Введем функцию $\varphi: I \times I \rightarrow R^1$,

$$\varphi(\xi, \eta) = \sup_{\xi \neq \eta} \frac{\|P(\xi) - P(\eta)\|}{|\xi - \eta|}.$$



Теорема 4. Если выполнены (A), (B), (C), (D); x^* — внутренняя точка Ω ; f — непрерывно дифференцируемо в x^* и $\exists \zeta_0$ такой, что φ ограничено в $[\zeta^*, \zeta_0] \times [\zeta^*, \zeta_0]$, тогда в интервале $[\zeta^*, \zeta_0]$ $f(P(\zeta))$ сжатое отображение.

Доказательство. По известной теореме о приращении [3] имеем

$$\|f(x) - f(y)\| \leq \sup_{0 < t < 1} \|f'((1-t)x + ty)\| \cdot \|x - y\|,$$

или

$$\|f(P(\xi)) - f(P(\eta))\| \leq \sup_{\theta \in \Omega} \|f'(\theta)\| \cdot \|P(\xi) - P(\eta)\|. \quad (2)$$

По ограниченности φ , $\exists S$, $S > 0$ и

$$\varphi(\xi, \eta) \leq S, \quad \xi, \eta \in [\zeta^*, \zeta_0];$$

отсюда получаем

$$\|P(\xi) - P(\eta)\| \leq S |\xi - \eta| \quad \xi, \eta \in [\zeta^*, \zeta_0]. \quad (3)$$

т. к. x^* точка минимума f , то имеем $f'(x^*) = 0$, [2] или, что то же самое, $\|f'(x^*)\| = 0$.

По непрерывности $f'(\theta)$ в точке x^* , будет непрерывным и $\|f'(\theta)\|$ и $\forall r, 0 < r < 1$, можно выбрать такое δ , что

$$\|f'(\theta)\| < \frac{r}{S}, \quad \text{при } \theta \in B_\delta \equiv \{x: \|x - x^*\| < \delta\},$$

и тем самым

$$\sup_{\theta \in B_\delta} \|f'(\theta)\| < \frac{r}{S}. \quad (4)$$

из (2), (3) и (4) получаем

$$\|f(P(\xi)) - f(P(\eta))\| \leq r \cdot |\xi - \eta| \quad \xi, \eta \in [\zeta^*, \zeta_0].$$

Замечание. Достаточным (но не необходимым) условием ограниченности $\varphi(\xi, \eta)$ является непрерывность $P'(\xi)$ в точке ζ^* .

Если выбрать начальное приближение ζ_0 из $[\zeta^*, \zeta_0]$ и полагать

$$\zeta_n = f(P(\zeta_{n-1})),$$

то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \zeta_n = \zeta^*; \quad \lim_{n \rightarrow \infty} P(\zeta_n) = x^*.$$

При практической реализации метода (1)-й интеграл можно вычислить по «случайным точкам» (как и в [2]):

$$P_\zeta = \frac{\sum_{x \in E_\zeta} x W(x)}{\sum_{x \in E_\zeta} W(x)}.$$

При хорошем выборе «весовой» функции W можно улучшить практическую сходимость метода. Положим

$$W(x) = (a - f(x))^a;$$

პარამეტრები a და α მისააღებელია იმისა დასაბუთებისა, რომელიც მინიმიზაციის ფუნქციის

$$f \left(\frac{\sum x(a - f(x))^\alpha}{\sum (a - f(x))^\alpha} \right) \rightarrow \min_{a, \alpha}.$$

Институт управления народным хозяйством

(Поступило 25.12.1986)

კიბერნეტიკა

ბ. ზუმბურიძე

ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის შესახებ უწყვეტი ფუნქციების სივრცეში

რეზიუმე

განხილულია ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის არსებობის საკითხები $(\Omega, \varepsilon, \mu)$ სივრცეში, სადაც $\Omega \subset C[0,1]$. დამტკიცებულია ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები.

შემოთავაზებულია მეთოდი ოპტიმუმის წერტილის მოსაძებნად, რომელიც წარმოადგენს Ψ -გარდაქმნის მეთოდის განზოგადებას ფუნქციონალური სივრცეებისათვის. დამტკიცებულია მეთოდის კრებადობა.

CYBERNETICS

G. G. CHUMBURIDZE

TOWARDS THE SOLUTION OF OPTIMIZATION PROBLEMS IN FUNCTIONAL SPACE

Summary

The problem of optimization problem solution existence in space (Ω, Σ, μ) , where $\Omega \subset C_{[0,1]}$, is discussed. The existence and uniqueness theorem is proved.

A method is proposed for finding the optimal solution, which is a generalized ψ -transformation method for functional spaces. The convergence of the proposed method is also proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. М., 1981.
2. В. К. Чичинадзе. Решение невыпуклых нелинейных задач оптимизации. М., 1983, 256.
3. А. Картан. Дифференциальное исчисление. Дифференциальные формы. М., 1971, 392.

Г. Н. ЦЕРЦВАДЗЕ

ОБ АГРЕГИРОВАНИИ И УКРУПНЕНИИ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 4.12.1986)

Свойство агрегируемости, наблюдаемое в дискретной однородной цепи Маркова X_t , определенной на множестве $E = \{1, 2, \dots, n\}$, было изучено в [1]. Пусть $p_{ij} = \mathbf{P}\{X_{t+1} = j / X_t = i\}$ есть (i, j) -й элемент в матрице P -вероятностей перехода в цепи X_t , а $p(t)$ — вектор-строка размерности n , i -я компонента которого есть $p_i(t) = \mathbf{P}\{X_t = i\}$. Тогда

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

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

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

Разобьем множество E на m подмножеств $A = \{A_\alpha : A_\alpha \subset E, \cap A_\alpha = \emptyset, \cup A_\alpha = E\}$ и обозначим через $V_A = (v_{i\alpha})_{n \times m}$ матрицу этого разбиения, (i, α) -й элемент которой определяется по правилу

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

Для разбиения A определим новый m -значный процесс \widehat{X}_t такой, что

$$\widehat{X}_t = A_\alpha \text{ как только } X_t = i \in A_\alpha, \quad \alpha = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Согласно [1], цепь Маркова X_t называется агрегируемой по отношению к разбиению A тогда и только тогда, когда для некоторой (m, m) -матрицы \widehat{P} строчный m -вектор $\widehat{p}(t)$, α -я компонента которого есть $\widehat{p}_\alpha(t) = \mathbf{P}\{\widehat{X}_t = A_\alpha\}$, удовлетворяет условию

$$\widehat{p}(t + 1) = \widehat{p}(t)\widehat{P}, \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

для всех начальных вероятностных мер $p(0) \in S$ и X_t называется агрегируемой по отношению к разбиению A и множества $R \subseteq S$ тогда и только тогда, когда (3) выполнено лишь для вероятностных мер $p(0) \in R$.

Заметим, что процесс \widehat{X}_t , полученный агрегированием цепи Маркова X_t относительно разбиения A и множества R в общем случае не является марковским. Во всех тех случаях, когда процесс \widehat{X}_t обладает марковским свойством, будем говорить, что цепь Маркова X_t укрупняется относительно разбиения A и множества R [2].



Пусть

$$P\{X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_t=i_t\} = p_{i_0} \prod_{\tau=1}^t p_{i_{\tau-1} i_\tau}, \quad (4)$$

есть совместное распределение вероятностей состояний цепи X_t в последовательные моменты $\tau=0, 1, \dots, t$. Тогда условие марковости для процесса \widehat{X}_t , агрегированного относительно разбиения A и множества R , состоит в выполнении соотношения

$$\sum_{\substack{i_0 \in A_{\alpha_0} \\ i_1 \in A_{\alpha_1} \\ \vdots \\ i_t \in A_{\alpha_t}}} p_{i_0} \prod_{\tau=1}^t p_{i_{\tau-1} i_\tau} = \widehat{p}_{\alpha_0} \prod_{\tau=1}^t \widehat{p}_{\alpha_{\tau-1} \alpha_\tau}, \quad \forall p_{i_0} \in R. \quad (5)$$

В случае, когда множество R совпадает с симплексом S , легко показать, что из агрегируемости цепи Маркова X_t относительно разбиения A следует ее укрупняемость относительно разбиения A . Действительно, с учетом (1)–(3) видим, что цепь X_t агрегируема относительно разбиения A тогда и только тогда, когда

$$PV_A = V_A \widehat{P}, \quad (6)$$

или, что эквивалентно, когда

$$\sum_{k \in A_\beta} p_{ik} = \widehat{p}_{\alpha\beta}, \quad \forall i \in A_\alpha, \quad \beta = \overline{1, m},$$

т. е. когда вероятность перехода из состояния $i \in A_\alpha$ в подмножество A_β имеет одно и то же значение для всех i из A_α . Но это же условие является необходимым и достаточным для укрупняемости цепи X_t относительно разбиения A и любой начальной вероятностной меры $p(\sigma)$ из S [2]. В этом случае соотношение (5) выполнено для любого $p_{i_0} \in S$. Следовательно, агрегируемость цепи X_t относительно разбиения A эквивалентна ее укрупняемости относительно разбиения A .

Замечая, что агрегируемость цепи Маркова X_t относительно разбиения A и множества R является необходимым, но не достаточным для ее укрупняемости, приведем некоторые достаточные условия укрупняемости цепи Маркова X_t относительно разбиения A и множества R .

Пусть имеет место агрегирование цепи Маркова X_t относительно разбиения A и множества R , инвариантная характеристическая матрица которой есть C . Если матрица CV_A — неособая, то можно показать [1], что всегда есть агрегирование относительно A и инвариантного множества

$$R(\widetilde{C}) = \{p : p = u\widetilde{C} \in S, \quad u \in R^m\},$$

где $\widetilde{C} = (\widetilde{c}_{ij}^n)_{m \times n}$ — инвариантная характеристическая матрица множества $R(\widetilde{C})$ такая, что

$$\widetilde{C}P = \widehat{P}\widetilde{C}, \quad \widetilde{C} = (CV_A)^{-1}C. \quad (7)$$

Теорема 1. Пусть наряду с (7) выполнено соотношение

$$\tilde{c}_i^\alpha v_{i\beta} = \delta_{\alpha\beta} \tilde{c}_i^\alpha, \quad i = \overline{1, n}, \quad \alpha, \beta = \overline{1, m}. \quad (8)$$

Тогда цепь Маркова X_t укрупняема относительно разбиения A и множества $R(\tilde{C})$.

Доказательство. Левую часть выражения (5) представим в виде

$$\begin{aligned} & \sum_{i_0 \in A_{\alpha_0}} \sum_{i_1 \in A_{\alpha_1}} \cdots \sum_{i_t \in A_{\alpha_t}} p_{i_0} \prod_{\tau=1}^t p_{i_{\tau-1} i_\tau} = \\ & = \sum_{i_0=1}^n \sum_{i_1=1}^n \cdots \sum_{i_t=1}^n p_{i_0} v_{i_0 \alpha_0} \prod_{\tau=1}^t p_{i_{\tau-1} i_\tau} v_{i_\tau \alpha_\tau}, \end{aligned} \quad (9)$$

где

$$p_{i_0} = \sum_{k=1}^m u_k^0 \tilde{c}_{i_0}^k \in R(\tilde{C}),$$

и рассмотрим последовательность следующих величин:

$$\begin{aligned} u_k^1 &= u_{\alpha_0}^0 \widehat{p}_{\alpha_0 k}, \\ u_k^2 &= u_{\alpha_0}^0 \widehat{p}_{\alpha_0 \alpha_1} \widehat{p}_{\alpha_1 k}, \\ & \vdots \\ u_k^l &= u_{\alpha_0}^0 \prod_{r=1}^{l-1} \widehat{p}_{\alpha_{r-1} \alpha_r} \widehat{p}_{\alpha_{l-1} k}, \\ & \vdots \\ u_{\alpha_t}^t &= u_{\alpha_0}^0 \prod_{\tau=1}^t \widehat{p}_{\alpha_{\tau-1} \alpha_\tau}. \end{aligned} \quad (10)$$

В силу (7), (8) справедливы соотношения

$$\sum_{k=1}^m u_k^l \sum_{i_{l-1}=1}^n \tilde{c}_{i_{l-1}}^k v_{i_{l-1} \alpha_l} p_{i_{l-1} i_{l-1}} = \sum_{k=1}^m u_k^{l+1} \tilde{c}_{i_{l-1}}^k, \quad l=0, 1, \dots, t-1. \quad (11)$$

Последовательно проведя суммирование по i_0, i_1, \dots, i_{t-1} в (9) и используя (11), получим

$$\sum_{i_0 \in A_{\alpha_0}} \sum_{i_1 \in A_{\alpha_1}} \cdots \sum_{i_t \in A_{\alpha_t}} p_{i_0} \prod_{\tau=1}^t p_{i_{\tau-1} i_\tau} = u_{\alpha_0}^0 \prod_{\tau=1}^t \widehat{p}_{\alpha_{\tau-1} \alpha_\tau}. \quad (12)$$

Замечая, что $u_{\alpha_0}^0 = \widehat{p}_{\alpha_0}$ и вспоминая (5), видим, что условие марковости выполнено. Теорема доказана.

Следует заметить, что в силу условия (8) матрица \tilde{C} имеет вид

$$\tilde{C} = V_A^T \tilde{C}^0, \quad (13)$$



где \tilde{C} — диагональная матрица, диагональными элементами которой являются отличные от нуля элементы матрицы \tilde{C} . Действительно, в силу (8), отличные от нуля элементы матрицы \tilde{C} расположены так же как 1 в матрице V_A^T и поэтому

$$\tilde{c}_i^\alpha = \tilde{c}_i^\alpha v_{i\alpha}, \quad i = \overline{1, n}, \quad \alpha = \overline{1, m}. \quad (14)$$

Интересное применение теоремы 1 состоит в следующем.

Теорема 2. Пусть \tilde{C} — инвариантная характеристическая матрица множества $R(\tilde{C})$ такая, что

$$\tilde{C} = V_A^T H, \quad \tilde{C}P = \tilde{P}\tilde{C}, \quad \tilde{C}V_A = I, \quad (15)$$

где $H = \text{diag}(h_1, h_2, \dots, h_n)$ — некоторая диагональная матрица. Тогда цепь Маркова X_t укрупняема относительно разбиения A и множества $R(\tilde{C})$.

Заметим, что случай неотрицательных $h_i, i = \overline{1, n}$ в (15) соответствует свойству когерентности, являющейся разновидностью «слабой укрупняемости» цепи Маркова X_t , рассмотренному в [3]. Если же некоторые h_i отрицательны, то в этом случае, как можно показать, существует поглощающее подмножество $E_0 \subset E$ состояний цепи X_t , причем все компоненты начального вероятностного вектора $p(0) \in R(\tilde{C})$, соответствующие состояниям вне этого подмножества, равны нулю.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.12.1986)

კიბერნეტიკა

ბ. ცერცვაძე

მარკოვის ჯაჭვების აგრეგირებისა და გამსხვილების შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია თანადობა მარკოვის ჯაჭვების აგრეგირებასა და გამსხვილებას შორის.

CYBERNETICS

G. N. TSERTSVADZE

ON THE AGGREGATION AND LUMPING OF MARKOV CHAINS

Summary

Correspondence between the aggregation and lumping of Markov chains is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 129, № 2, 1988.
2. Дж. Кемени, Дж. Снелл. Конечные цепи Маркова. М., 1970.
3. F. Delebecque, J. P. Quadrat, P. V. Kokotovic. Int. J. Control, vol. 40 № 5, 1984.



УДК 537.874.6

ФИЗИКА

Р. С. ЗАРИДЗЕ, Г. В. ЛОМИДЗЕ, З. С. ЦВЕРИКМАЗАШВИЛИ

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД С ЛОКАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 1.2.1987)

Практика решения прикладных задач электродинамики, включающих границу раздела двух сред, всегда связано с большой степенью идеализации (плоская граница, плоская волна). Замена плоской волны, в случае ее падения на границу раздела двух сред, любой другой (например, цилиндрической) значительно усложняет решение задачи. Еще более сложным является решение, если плоская граница раздела сред содержит локальную неоднородность, а также, если около нее расположено рассеивающее тело. Так, например, в работе [1] методом вспомогательных источников решается двумерная задача дифракции цилиндрической волны типа $H_0^{(1)}(kr) e^{-i\omega t}$ на диэлектрическом цилиндре с проницаемостью ϵ_1 , расположенном вблизи границы раздела двух сред с диэлектрическими проницаемостями ϵ_2 и ϵ_3 , соответственно. В работе [2] рассчитываются токи, наведенные на проводящем цилиндре, расположенном вблизи границы раздела двух сред и возбужденном линейным источником или плоской волной.

В предлагаемой работе сделана попытка уменьшить степень идеализации — методом вспомогательных источников [3] решена задача дифракции произвольной двумерной волны на границе раздела двух сред с локальной неоднородностью (ступенька, бугор, яма и т. п.). При этом бесконечная граница заменяется конечной областью, длина которой («эффективная длина») на порядок больше размеров неоднородности. Изучаются ближние поля, т. е. распределения амплитуды и фазы поля в области неоднородности.

Ввиду того что форма неоднородности и вид падающей двумерной волны для применяемого метода не столь существенны, с целью наглядности рассмотрим падение плоской волны на границу раздела сред с локальной неоднородностью в виде ступеньки.

Пусть на границу раздела со стороны среды I падает плоская волна единичной амплитуды (рис. 1)

$$E^i = e^{-ik_1 y}. \tag{1}$$

Рассеянное поле представим в виде разложения по фундаментальным решениям уравнения Гельмгольца

$$\text{в среде I } E_1^s = k_1^2 \sum_{n=1}^N a_n H_0^{(1)}(k_1 R_n), \tag{2}$$

$$\text{в среде II } E_2^s = k_2^2 \sum_{n=1}^N b_n H_0^{(1)}(R'_n). \tag{3}$$



Значение N определяется числом точек коллокации на контуре L границы раздела, равному числу вспомогательных источников в каждой среде, расположенных на контурах l_1 и l_2 , соответственно. Вспомогательные источники, расположенные на контуре с координатами x_n, y_n , описывают поле во второй среде и наоборот.

$$R_n = [(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2]^{1/2}, \quad R'_n = [(x - x'_n)^2 + (y - y'_n)^2]^{1/2}$$

— расстояния от точек вспомогательных источников до точки наблюдения. Неизвестные комплексные коэффициенты a_n и b_n определяют

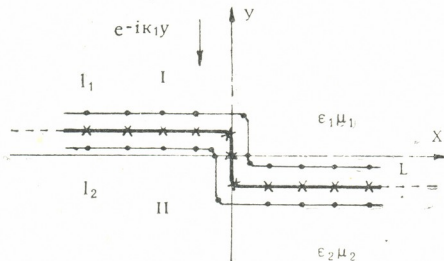


Рис. 1

ся из условий шивания тангенциальных составляющих электромагнитного поля на границе раздела:

$$k \epsilon_2 \frac{\partial \Pi_2}{\partial n} = k \epsilon_1 \frac{\partial \Pi_1}{\partial n} + \frac{1}{\mu_1 k} \frac{\partial E^i}{\partial n}, \quad (4)$$

$$k^2 \epsilon_2 \mu_2 \Pi_2 = k^2 \epsilon_1 \mu_1 \Pi_1 + E^i, \quad (5)$$

где $\Pi_1 = \frac{E_1^s}{k^2 \epsilon_1 \mu_1}$ и $\Pi_2 = \frac{E_2^s}{k^2 \epsilon_2 \mu_2}$ — электрические векторы Герца рассеянного поля соответственно в средах с параметрами ϵ_1, μ_1 и ϵ_2, μ_2 , а n — внешняя нормаль контура L .

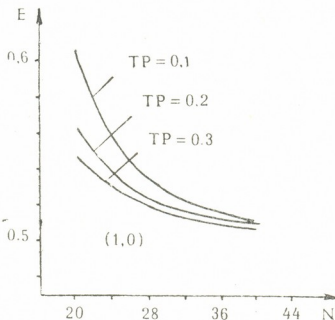


Рис. 2

ного поля соответственно в средах с параметрами ϵ_1, μ_1 и ϵ_2, μ_2 , а n — внешняя нормаль контура L .

Вычисляя производные вдоль нормали в (4) и учитывая выражения (2)–(3), получаем систему линейных алгебраических уравнений порядка $2 \times N$ с тем же числом неизвестных

$$k \sum_{n=1}^N b_n \varepsilon_2 H_1^{(1)}(k_2 R'_n) \cos \alpha_{2n} - k \sum_{n=1}^N a_n \varepsilon_1 H_1^{(1)}(k_1 R_n) \cos \alpha_{1n} = \frac{1}{k_1 \mu_1} \frac{\partial E^i}{\partial n}, \quad (6)$$

$$k_2^2 \sum_{n=1}^N b_n H_0^{(1)}(k_2 R'_n) - k_1^2 \sum_{n=1}^N a_n H_0^{(1)}(k_1 R_n) = E^i, \quad (7)$$

где α_{1n} — угол между \vec{R}_n и нормалью, а α_{2n} — угол между \vec{R}'_n и нормалью.

Решением данной системы уравнений определяем значения комплексных коэффициентов a_n и b_n , после чего вычислить амплитуду и

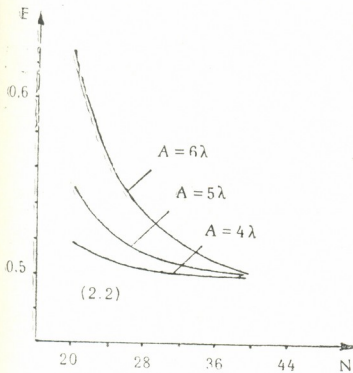


Рис. 3

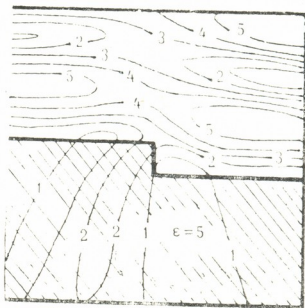


Рис. 4

фазу поля в ближней зоне по формулам (2) и (3) не представляет особого труда.

Объективную информацию об эффективности численного метода при решении определенной задачи дает исследование сходимости результатов. С этой целью сходимость детально была изучена в зависимости от расположения вспомогательных источников, т. е. формы контуров l_1 и l_2 (удаленность от основного контура, геометрия), радиуса скругления угловых областей основного контура, а также величины «эффективной длины» границы раздела сред.

Было показано, что для оптимальной сходимости вспомогательные контуры в области неоднородности должны повторять геометрию основного контура, а в прямолинейных областях l_1 и l_2 должны удаляться с определенной зависимостью с увеличением $|x|$. Оптимальное значение радиуса скругления $0,15 \lambda$.

На рис. 2 показана зависимость значения амплитуды поля в ближней зоне от числа точек коллокации для разных значений вспомогательного параметра TP , пропорционального тангенсу угла наклона α контуров l_1 и l_2 по отношению к L . Очевидно, что наиболее оптимальным является значение $TP = 0,2$.



На рис. 3 показана зависимость значения амплитуды поля от числа точек коллокации для нескольких значений «эффективной длины» границы раздела $2 \times A$ (длина контура L). Как видим, оптимальным является значение $A=4\lambda$ (здесь высота ступеньки $h \approx 0,17 \lambda$, $TP=0,2$).

После установления оптимальных значений параметров, обусловленных методом, были рассчитаны распределения амплитуд и фаз поля в ближней зоне для ряда значений высоты ступеньки и различных значений диэлектрической проницаемости Π среды.

На рис. 4 приводится картина линии равных амплитуд для значений $h \approx 0,17\lambda$ и $\epsilon_2=5$. Представляется интересным тот факт, что максимум амплитуды прошедшего во Π среду поля приходится на область непосредственно под неоднородностью.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.3.1987)

ფიზიკა

რ. ზარიძე, გ. ლომიძე, ზ. წვერიკმაზაშვილი

ლოკალური არაერთგვაროვნების შემცველი ორი ბარემოს გამყოფი საზღვრის მოდელირების შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

დამხმარე გამომსხივევლების წყაროების მიახლოებითი მეთოდის გამოყენებით ამოხსნილია ნებისმიერი ორგანოზომილებიანი ტალღის დიფრაქციის ამოცანა ლოკალური არაერთგვაროვნების შემცველი ორი ბარემოს გამყოფ საზღვარზე.

PHYSICS

R. S. ZARIDZE, G. V. LOMIDZE, Z. S. TSVERIKMAZASHVILI

THE MODELLING POSSIBILITY OF A TWO MEDIA BOUNDARY WITH LOCAL INHOMOGENEITY

Summary

The problem of arbitrary two-dimensional wave diffraction on a two media boundary with local inhomogeneity is solved using the auxilliary sources technique.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. С. Заридзе, Г. В. Ломидзе. XIV Всес. конфер. по распространению радиоволн, Л., 1984.
2. С. М. Butler *et al.* IEEE Trans. Antennas and Propagat. 33, № 6, 1985, 616.
3. Р. С. Заридзе, Д. Ш. Хатиашвили. «Исследование резонансных свойств некоторых открытых систем». Тбилиси, 1984.

И. Ш. ВАШАКИДZE, Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

ВИД СПИН-ОРБИТАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В СЛУЧАЕ НЕЛОКАЛЬНОГО ФАКТОРИЗУЮЩЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 26.6.1986)

Применением уравнения Шредингера для нелокальных факторизующихся (сепарабельных) потенциалов были достигнуты определенные успехи в теоретической ядерной физике, в особенности в области физики малонуклонных систем.

В сепарабельные потенциалы часто включают и спин-орбитальное взаимодействие, причем это взаимодействие рассматривается феноменологически без надлежащего теоретического обоснования [1—4].

Целью настоящей работы является строгое получение выражения спин-орбитального взаимодействия непосредственно из уравнения Дирака, так же как это делается в случае локальных взаимодействий.

Применение нелокальных сепарабельных потенциалов в уравнении Дирака полезно в том отношении, что в этом случае, как и в случае уравнения Шредингера, задача решается точно.

Напишем систему уравнений Дирака для спиноров $\Phi(\vec{r})$ и $\chi(\vec{r})$ в случае, когда частица со спином $1/2$ находится во внешнем нелокальном поле:

$$E\Phi - c(\vec{\sigma}, \vec{p})\chi = \int V_1(\vec{r}, \vec{r}') \Phi(\vec{r}') d\vec{r}',$$

$$(E + 2mc^2)\chi - c(\vec{\sigma}, \vec{p})\Phi = \int V_2(\vec{r}, \vec{r}') \chi(\vec{r}') d\vec{r}'. \quad (1)$$

В этих уравнениях $\vec{p} = -i\nabla$ — оператор импульса (в единицах $\hbar = 1$), $\vec{\sigma}(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ — вектор-матрица Паули, а из полной энергии выделена энергия покоя mc^2 .

В случае центрального взаимодействия закон сохранения четности требует, чтобы нелокальное сепарабельное взаимодействие имело вид

$$V = \begin{pmatrix} v_1(\vec{r}, \vec{r}') & 0 \\ 0 & v_2(\vec{r}, \vec{r}') \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} v_1(\vec{r}, \vec{r}') &= v_{j'l}(r) v_{j'l}(r') \Omega_{j'lM}(\vec{n}) \Omega_{j'lM}^*(\vec{n}'); \\ v_2(\vec{r}, \vec{r}') &= v_{j'l}(r) v_{j'l}(r') \Omega_{j'l'M}(\vec{n}) \Omega_{j'l'M}^*(\vec{n}'). \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $v_{j'l}(r)$ — „форма взаимодействия“, а $\Omega_{j'lM}(\vec{n})$ являются спинорными шаровыми функциями [5], $j = l \pm 1/2$ — квантовое число полного момента,

причем $l + l' = 2j$; $\vec{n} = \frac{\vec{r}}{r}$, $\vec{n}' = \frac{\vec{r}'}{r'}$ — единичные векторы по направлению \vec{r} и \vec{r}' соответственно.



В системе уравнений (1) перейдем к нерелятивистскому пределу. Для этого из второго уравнения системы (1) определим т. н. малую компоненту χ . Будем иметь

$$\chi(\vec{r}) = \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p})}{E+2mc^2} \Phi(\vec{r}) + \frac{1}{E+2mc^2} \int V_2(\vec{r}, \vec{r}') \chi(\vec{r}') d\vec{r}'. \quad (4)$$

Допустим, что соблюдены следующие два условия:

$$\frac{V_2(\vec{r}, \vec{r}')}{E+2mc^2} \ll 1, \quad \frac{E}{2mc^2} \ll 1. \quad (5)$$

Функцию $\chi(\vec{r})$, определенную по формуле (4), подставим в первое уравнение системы (1) и проведем итерацию. Для большой компоненты дираковского биспинора будем иметь уравнение

$$\begin{aligned} E\Phi = & \frac{c^2 \vec{p}^2}{E+2mc^2} \Phi + \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p})}{E+2mc^2} \int d\vec{r}' V_2(\vec{r}, \vec{r}') \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p}')}{E+2mc^2} \Phi(\vec{r}') + \\ & + \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p})}{E+2mc^2} \int d\vec{r}' V_2(\vec{r}, \vec{r}') \frac{1}{E+2mc^2} \int d\vec{r}'' V_2(\vec{r}', \vec{r}'') \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p}'')}{E+2mc^2} \Phi(\vec{r}'') + \\ & + \dots + \int V_2(\vec{r}, \vec{r}') \Phi(\vec{r}') d\vec{r}'. \end{aligned} \quad (6)$$

В нерелятивистском пределе это уравнение переписывается в виде

$$\begin{aligned} E\Phi = & \frac{\vec{p}^2}{2m} \left(1 - \frac{E}{2mc^2}\right) \Phi + \int V_1(\vec{r}, \vec{r}') \Phi(\vec{r}') d\vec{r}' + \\ & + \frac{1}{(2mc^2)^2} \left(1 - \frac{E}{2mc^2}\right) (\vec{\sigma}, \vec{p}) \int d\vec{r}' V_2(\vec{r}, \vec{r}') \left(1 - \frac{E}{2mc^2}\right) (\vec{\sigma}, \vec{p}') \Phi(\vec{r}') + \dots + \end{aligned} \quad (7)$$

В этом уравнении основные члены будут те, которые дают уравнение Шредингера для нелокальных потенциалов, т. е.

$$E\Phi = \frac{\vec{p}^2}{2m} \Phi + \int V_1(\vec{r}, \vec{r}') \Phi(\vec{r}') d\vec{r}'. \quad (8)$$

Остальные члены обуславливают малые (по степени v/c) поправки. Изучим член

$$U = \frac{1}{(2mc^2)^2} (\vec{\sigma}, \vec{p}) \int V_2(\vec{r}, \vec{r}') (\vec{\sigma}, \vec{p}') \Phi(\vec{r}') d\vec{r}', \quad (9)$$

так как заранее ясно, что ответственным за спин-орбитальное взаимодействие является именно он. Преобразуем этот член. Учитывая, что

$$\vec{p}' = -i \frac{\partial}{\partial \vec{r}'} = -i \nabla', \quad \text{можно написать равенство}$$

$$\vec{p}' [V(\vec{r}, \vec{r}') \Phi(\vec{r}')] = (\vec{p}' V_2) \Phi(\vec{r}') + V_2(\vec{p}' \Phi). \quad (10)$$

Потребуем, чтобы на бесконечности член $V\Phi$ равнялся нулю, тогда U можно переписать следующим образом:

$$U = - \int (\vec{\sigma}, \vec{p}) [(\vec{\sigma}, \vec{p}') V_2(\vec{r}, \vec{r}')] \Phi(\vec{r}') d\vec{r}'. \quad (11)$$

Используем формулу

$$(\vec{\sigma}, \vec{r}) (\vec{\sigma}, \vec{p}) = (\vec{r}, \vec{p}) + i (\vec{\sigma}, [\vec{r}, \vec{p}]), \quad (12)$$

где $\vec{l} = [\vec{r}, \vec{p}]$ — оператор момента импульса. Ясно, что выражению (12) можно придать и такой вид:

$$(\vec{\sigma}, \vec{n}) (\vec{\sigma}, \vec{p}) = (\vec{n}, \vec{p}) + \frac{i}{r} (\vec{\sigma}, \vec{l}), \quad (13)$$

откуда

$$(\vec{\sigma}, \vec{p}) = (\vec{\sigma}, \vec{n}) \left\{ -i \frac{\partial}{\partial r} + \frac{i}{r} (\vec{\sigma}, \vec{l}) \right\}. \quad (14)$$

Тогда произведение $(\vec{\sigma}, \vec{p}) (\vec{\sigma}, \vec{p}')$, входящее в (11), представляется в виде

$$(\vec{\sigma}, \vec{p}) (\vec{\sigma}, \vec{p}') = -(\vec{\sigma}, \vec{n}) (\vec{\sigma}, \vec{n}') \left\{ -\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r} (\vec{s}, \vec{l}) \right\} \left\{ -\frac{\partial}{\partial r'} + \frac{1}{r'} (\vec{s}, \vec{l}') \right\}, \quad (15)$$

где $\vec{l}' = [\vec{r}', \vec{p}']$ — оператор момента импульса, а $\vec{s} = \frac{1}{2} \vec{\sigma}$ — оператор спина.

Таким образом, ясно, что спин-орбитальное взаимодействие в случае нелокального взаимодействия имеет вид

$$U_{ls}(\vec{r}, \vec{r}') = \frac{(\vec{\sigma}, \vec{n})(\vec{\sigma}, \vec{n}')}{2mc^2} \left\{ \frac{1}{r'} (\vec{l}', \vec{s}) \frac{\partial}{\partial r} V_2(\vec{r}, \vec{r}') + \frac{1}{r} (\vec{l}, \vec{s}) \frac{\partial}{\partial r'} V_2(\vec{r}, \vec{r}') \right\}. \quad (16)$$

Когда взаимодействие локальное, тогда, как известно, $V_2(\vec{r}, \vec{r}')$ представляется в виде

$$V_2(\vec{r}, \vec{r}') = V(\vec{r}) \delta(\vec{r} - \vec{r}') \quad (17)$$

и выражение (16) приводится к спин-орбитальному взаимодействию для локальных потенциалов:

$$U_{ls}(r) = \frac{1}{2m^2 c^2} \frac{1}{r} \frac{\partial v_l(r)}{\partial r} (\vec{s}, \vec{l}). \quad (18)$$

Рассмотрим теперь нелокальное центральное сепарабельное взаимодействие. С учетом того, что потенциал должен иметь вид (2), взаимодействие (16) принимает форму

$$U_{ls}(\vec{r}, \vec{r}') = \frac{1}{2m^2 c^2} \left\{ \frac{\partial v_l}{\partial r} [(\vec{\sigma}, \vec{n}) \Omega_{j'l'M}(\vec{n})] \frac{v_l(r')}{r'} (\vec{l}', \vec{s}) [(\vec{\sigma}, \vec{n}') \Omega_{j'l'M}(\vec{n}')] + \right. \\ \left. + \frac{v_l(r)}{r} (\vec{l}, \vec{s}) [(\vec{\sigma}, \vec{n}) \Omega_{j'l'M}(\vec{n})] \frac{\partial v_l(r')}{\partial r'} [(\vec{\sigma}, \vec{n}') \Omega_{j'l'M}(\vec{n}')] \right\}. \quad (19)$$

Если учесть, что имеет место формула [5]

$$(\vec{\sigma}, \vec{n}) \Omega_{j'l'M}(\vec{n}) = -\Omega_{j'l'M}(\vec{n}), \quad (l + l' = 2j), \quad (20)$$

окончательно получим

$$U_{ls}(\vec{r}, \vec{r}') = \frac{1}{2m^2 c^2} \left\{ \frac{\partial v_l}{\partial r} \Omega_{j'l'M}(\vec{n}) \frac{v_l(r')}{r'} (\vec{l}', \vec{s}) \Omega_{j'l'M}(\vec{n}') + \right. \\ \left. + \frac{v_l(r)}{r} (\vec{l}, \vec{s}) \Omega_{j'l'M}(\vec{n}) \frac{\partial v_l(r')}{\partial r'} \Omega_{j'l'M}(\vec{n}') \right\}. \quad (21)$$

Такой вид имеет искомая спин-орбитальная потенциальная энергия в случае нелокального факторизующего взаимодействия.

Заметим, что в случае сепарабельного взаимодействия в выражении (4) нет необходимости проведения итерации. В этом случае функ-



ციუ $\chi(\vec{r})$ можно непосредственно выразить через функцию $\Phi(\vec{r})$ в виде

$$\chi(\vec{r}) = \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p})}{E + 2mc^2} \Phi(\vec{r}) + \frac{1}{E + 2mc^2} \frac{v_2(\vec{r}) \int v_2(\vec{r}') \frac{c(\vec{\sigma}, \vec{p}')}{E + 2mc^2} \Phi(\vec{r}') d\vec{r}'}{1 - \int v_2(\vec{r}') \frac{1}{E + 2mc^2} v_2(\vec{r}') d\vec{r}'}. \quad (22)$$

Подставляя эту функцию в первое уравнение системы (1) и учитывая условие $E \ll 2mc^2$, легко получаем выражение (21).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.6.1986)

ფეხიბა

ი. შაშიკიძე, გ. ჩილაშვილი

სპინ-ორბიტალური კოტენციალის სახე არალოკალური
ფაქტორიზებადი ურთიერთქმედების შემთხვევაში

რეზიუმე

დაწერილია დირაკის განტოლება არალოკალური ფაქტორიზებადი პოტენცილებისათვის და არარელატივისტურ ზღვარზე გადასვლით დადგენილია სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედების სახე სეპარაბელური პოტენცილებისათვის.

PHYSICS

I. Sh. VASHAKIDZE, G. A. CHILASHVILI

SPIN-ORBIT INTERACTION IN THE CASE OF NONLOCAL BUT SEPARABLE POTENTIAL

Summary

The Dirac equation is derived and solved when the potential is nonlocal but separable.

In nonrelativistic limit the correct form of spin-orbit interaction has been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. N. Mitra, V. L. Narasimham. Nucl. Phys., 14, 407, (1960).
2. A. N. Mitra, J. H. Naqvi. Nucl. Phys., 25, 307, (1961).
3. A. N. Mitra, V. S. Bhasin, B. S. Bhakav. Nucl. Phys., 38, 316, (1962).
4. Ф. Ткебучава, Г. Чилашвили. ЯФ, 7, 1968, 794.
5. А. И. Ахиезер, В. Б. Берестецкий. Квантовая электродинамика. М., 1981.

М. П. ЧАВЛЕИШВИЛИ

ДИНАМИЧЕСКИЕ АМПЛИТУДЫ, ДИСПЕРСИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ И НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕОРЕМЫ ДЛЯ РАССЕЯНИЯ ГРАВИТИНО НА ЧАСТИЦЕ СО СПИНОМ ПОЛОВИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 12.9.1986)

Бинарные процессы со спином удобно описывать посредством динамических амплитуд. Эти амплитуды свободны от кинематических особенностей, имеют ясный физический смысл и одинаковые размерности. Существенно, что при росте спина форма параметризации спиральных амплитуд, которые непосредственно описывают физически наблюдаемые величины, посредством динамических амплитуд, не усложняется. Динамические амплитуды для πN - и NN -рассеяния рассматривались в [1—5], а для простейшей в кинематическом плане «суперсимметричной реакции» — рассеяния безмассового гравитино на частице с нулевым спином (пионе) в [6, 7]. Изучение рассеяния гравитино обусловлено возникшим в последнее время интересом к суперсимметричным теориям. Такие теории претендуют на единое описание всех взаимодействий и в них гравитино является ключевой частицей [8—10].

Для рассеяния гравитино на пионе дисперсионные соотношения при фиксированном s предложены в [11]. Дисперсионные соотношения в частности удобны для рассмотрения низкоэнергетического поведения матрицы рассеяния. В [12] были получены низкоэнергетические теоремы для гравитино-пионного рассеяния.

В данной работе рассматривается кинематически гораздо более сложная и физически более интересная реакция. Вводится удобная параметризация посредством динамических амплитуд процесса рассеяния безмассовой частицы со спином $3/2$ (гравитино) на массивной частице со спином половина — например, на нуклоне или кварке.

Рассматриваемый процесс (учитывая P и T инвариантности), можно описать следующими независимыми спиральными амплитудами (выписываем только спиральные индексы):

$$\begin{aligned} & \hat{f}_{1/2-3/2, 1/2-3/2}^s, \quad \hat{f}_{1/2-3/2, 1/2-3/2}^s, \quad \hat{f}_{1/2-3/2, -1/2-3/2}^s, \\ & \hat{f}_{1/2-3/2, -1/2-3/2}^s, \quad \hat{f}_{1/2-3/2, 1/2-3/2}^s, \quad \hat{f}_{1/2-3/2, -1/2-3/2}^s. \end{aligned} \quad (1)$$

Связь между спиральными и динамическими амплитудами $D_{\lambda_3 \lambda_4, \lambda_1 \lambda_2}(s, t)$ имеет вид

$$\hat{f}_{1/2-3/2, 1/2-3/2}^s(s, t) = \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^2 \left(\cos \frac{\theta_s}{2} \right)^4 D_{1/2-3/2, 1/2, -3/2}(s, t), \quad (2)$$

$$\hat{f}_{1/2-3/2, 1/2-3/2}^s(s, t) = \left(\frac{m}{V s} \right)^2 \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^3 \left(\sin \frac{\theta_s}{2} \right)^3 \cos \frac{\theta_s}{2} D_{1/2-3/2, 1/2, -3/2}(s, t), \quad (3)$$

$$\hat{f}_{1/2-3/2, -1/2-3/2}^s(s, t) = \left(\frac{m}{V s} \right)^4 \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^2 \left(\sin \frac{\theta_s}{2} \right)^4 D_{1/2-3/2, -1/2-3/2}(s, t), \quad (4)$$



$$f_{1/2\ 3/2, -1/2\ 3/2}^s(s, t) = \frac{m}{\sqrt{s}} \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^3 \sin \frac{\theta_s}{2} \left(\cos \frac{\theta_s}{2} \right)^3 D_{1/2\ 3/2, -1/2\ 3/2}(s, t), \quad (5)$$

$$f_{1/2\ 3/2, 1/2\ 3/2}^s(s, t) = \frac{s-m^2}{m^2} \left(\cos \frac{\theta_s}{2} \right)^2 D_{1/2\ 3/2, 1/2\ 3/2}(s, t), \quad (6)$$

$$f_{1/2\ 3/2, -1/2\ -3/2}^{s'}(s, t) = \left(\frac{m}{\sqrt{s}} \right)^2 \frac{s-m^2}{m^2} \left(\sin \frac{\theta_s}{2} \right)^2 \left(\cos \frac{\theta_s}{2} \right)^2 D_{1/2\ 3/2, -1/2\ -3/2}(s, t), \quad (7)$$

где s , t и u — инвариантные переменные Манделштама; m — масса мишени; θ_s — угол рассеяния в системе центра масс s -канала.

Рассмотрим динамические амплитуды при фиксированном s . Динамические амплитуды имеют такие же аналитические свойства, как амплитуда бесспиновых частиц и удовлетворяют дисперсионным соотношениям

$$D_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}(s, t) = D_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}^B(s, t) + \frac{1}{\pi} \int_{t_0}^{\infty} \frac{dt' [D_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}(s, t')]^t}{t' - t} + \\ + \frac{1}{\pi} \int_{u_0}^{\infty} \frac{du' [D_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}(s, u')]^u}{u' - u}. \quad (8)$$

Здесь $D_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}^B(s, t)$, обозначает борновские (полюсные) вклады, $[D(s, t')]^t$ и $[D(s, u')]^u$ — скачки указанных в скобках функций в t и u каналах.

Для родственных в кинематическом плане процессов с участием фотона, те промежуточные состояния в условии унитарности, которые содержат фотоны, пренебрегались вследствие малости константы электромагнитных взаимодействий [13—15]. Полученные результаты были точны по сильным взаимодействиям (для которого теория возмущений не работала), а по электромагнитным взаимодействиям справедливы в e^2 приближении. Мы будем считать, что константа взаимодействия безмассового гравитино с остальными частицами мала (возможно этим и объясняется то, что гравитино до сих пор не обнаружено на опыте), и будем пренебрегать вкладами унитарных диаграмм, которые содержат больше одной безмассовой частицы. Одночастичные полюсные члены t -канала возможны с обменом фотоном и гравитином. Вкладом последнего, ввиду малости гравитационной константы также будем пренебрегать.

Из-за того, что гравитино имеет спин $3/2$, одночастичное нуклонное состояние в условии унитарности для нашего процесса отсутствует. Выделив t -канальный борновский вклад с обменом фотоном и учитывая формулы (2)—(7) будем иметь для всех шести спиральных амплитуд дисперсионные соотношения следующего вида (для краткости приводим одно соотношение):

$$f_{3/2\ 1/2, -3/2\ 1/2}^s(s, t) = f_{3/2\ 1/2, -3/2\ 1/2}^B(s, t) + \left(\frac{m}{\sqrt{s}} \right)^4 \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^3 \left(\sin \frac{\theta_s}{2} \right)^3 \times \\ \times \cos \frac{\theta_s}{2} \cdot \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{t_0}^{\infty} \frac{dt'}{t' - t} \left[\frac{m(s-m^2)}{\sqrt{-t'} \sqrt{(s-m^2)^2 + t'}} f_{3/2\ 1/2, -3/2\ 1/2}(s, t') \right]^t + \right. \\ \left. + \int_{u_0}^{\infty} \frac{du'}{u' - u} \left[\frac{m(s-m^2)}{\sqrt{s+u'-2m^2} \sqrt{m^4 - su'}} f_{3/2\ 1/2, -3/2\ 1/2}(s, u') \right]^u \right\}.$$

Здесь $f_{\beta/2}^{\beta/2} 1/2, -3/2 1/2 (s, t)$ — фотонный борновский член для физической спиральной амплитуды, который можно вычислить в явном виде для конкретной суперсимметричной модели.

Дисперсионные соотношения для фотон-адронных процессов были предложены в [13—15], они сыграли существенную роль в развитии физики частиц. Из дисперсионных соотношений вытекают интересные следствия.

Низкоэнергетические теоремы для комптон-эффекта на нуклоне впервые были доказаны в [16, 17]. Доказательство, основанное на использовании дисперсионных соотношений, для комптон-эффекта на мишени с производным спином дано в [18]. Знание кинематической структуры и дисперсионных соотношений позволяет рассмотреть низкоэнергетическое поведение и для рассеяния безмассового гравитино.

Энергия падающего гравитино в системе центра масс E связана с инвариантными переменными следующим образом:

$$E = \frac{s-m^2}{m^2}, \quad t = -2E^2 \sin^2 \frac{\theta_s}{2};$$

Когда $E \rightarrow 0$ при фиксированном угле рассеяния, $s \rightarrow m^2$, $t \rightarrow 0$. Нас интересует поведение спиральных амплитуд при $s=m^2$, $t=0$. В этих точках возможны как кинематические, так и динамические особенности. Кинематические особенности нам известны — это факторы перед динамическими амплитудами в формулах (2) — (7), а общие динамические особенности задаются дисперсионными соотношениями.

Мы предполагаем, что нет вырождения по массе фермионов и бозонов, конкретно — нет бозонов со спином 1 или 2 и с массой, точно равной массе мишени (кварка или нуклона). Такие частицы не обнаружены, если же их найдут, то просто в дисперсионных соотношениях добавятся соответствующие борновские члены, а наше доказательство низкоэнергетических теорем останется в силе.

Восстанавливая в подынтегральных выражениях (9) динамические амплитуды, дисперсионные соотношения для спиральных амплитуд примут вид

$$f_{\lambda_3 \lambda_4, \lambda_1 \lambda_2}^s (s, t) = f_{\lambda_3 \lambda_4, \lambda_1 \lambda_2}^B (s, t) + \left(\frac{m}{V s} \right)^k \left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^n \left(\sin \frac{\theta_s}{2} \right)^p \left(\cos \frac{\theta_s}{2} \right)^q \times \\ \times \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{t_0}^{\infty} \frac{dt'}{t' - t} [D_{\lambda_3 \lambda_4, \lambda_1 \lambda_2} (s, t')]^t + \int_{u_0}^{\infty} \frac{du'}{u' - u} [D_{\lambda_3 \lambda_4, \lambda_1 \lambda_2} (s, u')]^t \right\}. \quad (11)$$

Значения параметров k, n, p, q приводятся в (2) — (7). Для нас существенно, что вклад от континуума является неизвестной, но регулярной функцией при $s=m^2$, $t=0$. Она свободна как от кинематических особенностей по обоим переменным (содержит динамические амплитуды), так и от динамических сингулярностей (динамические полюса выделены). В низкоэнергетическом пределе неизвестный вклад

от континуума подавляется множителем $\left(\frac{s-m^2}{m^2} \right)^n \sim E^n$ и величина спиральных амплитуд определяется борновским членом с точностью до $O(E^n)$. Таким образом, в низкоэнергетическом пределе для рассеяния безмассового гравитино на частице со спином половина, четыре независимые амплитуды определяются своими борновскими членами с точностью до $O(E^3)$, а остальные две амплитуды — с точностью $O(E)$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.9.1986)

მ. ჩავლეიშვილი

დინამიკური ამპლიტუდები, დისპერსიული თანაფარდობები და
 დაბალი ენერგიების თეორემატიკა გრავიტინოს ნახევარსპინინს
 სამიზნეზე გაბნევისათვის

რეზიუმე

განხილულია უმასო $3/2$ -სპინიანი ფერმიონის (გრავიტინოს) მასურ $1/2$ -
 სპინიან ნაწილაკზე (ნუკლონზე ან კვარკზე) გაბნევის სპირალური ამპლიტუ-
 დების კინემატიკური სტრუქტურა. შემოყვანილია დინამიკური ამპლიტუდ-
 ბი, რომელთა სინგულარობები განისაზღვრება მხოლოდ უნიტარობის პირო-
 ბიდან. სპირალური ამპლიტუდებისათვის მიღებულია დისპერსიული თანა-
 ფარდობები და დაბალი ენერგიების თეორემები.

PHYSICS

M. P. CHAVLEISHVILI

DYNAMIC AMPLITUDES, DISPERSION RELATIONS AND LOW-ENERGY
 THEOREMS FOR GRAVITINO SCATTERING ON THE SPIN $1/2$
 TARGET

Summary

The kinematic structure of helicity scattering amplitudes of a massless fermion with spin $3/2$ (gravitino) on a massive particle with spin $1/2$ is analysed. The dispersion relations are found, and low-energy theorems for helicity amplitudes are deduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. П. Чавлейшвили. Сообщения АН ГССР, 118, № 1, 1985, 89.
2. М. П. Чавлейшвили. Сообщения АН ГССР, 120, № 2, 1985, 237.
3. М. П. Чавлейшвили. ЯФ, 40, 1984, 243.
4. М. П. Чавлейшвили. ЯФ, 41, 1985, 1055.
5. М. П. Чавлейшвили. Материалы семинара Кварки-84, т. II. М., 1985, 239.
6. М. П. Чавлейшвили. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986.
7. M. P. Chavleishvili. International Conference on High Energy Physics, Leipzig, 1984.
8. В. И. Огиевский, Л. Мезинческу. УФН, 117, 1975, 637.
9. P. Fayet, S. Ferrara. Phys. Reports, 32 C, 1977, 250.
10. P. Nieuwenhuizen. Phys. Reports, 68, 1981, 189.
11. М. П. Чавлейшвили. Сообщения АН ГССР, 125, № 3, 1987, 521.
12. М. П. Чавлейшвили. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987.
13. M. Gell-Mann, M. L. Goldberger, W. Thirring. Phys. Rev., 95, 1954, 1612.
14. A. A. Logunov, L. D. Soloviov, A. N. Tavkhelidze. Nucl. Phys., 4, 1957, 425.
15. Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. ДАН СССР, 113, 1957, 520.
16. M. Gell-Mann, M. L. Goldberger. Phys. Rev., 96, 1954, 1433.
17. F. E. Low. Phys. Rev., 96, 1954, 1428.
18. P. М. Мурадян, М. П. Чавлейшвили. ТМФ, 8, 1971, 16.

В. В. ЗОРИКОВ, В. М. МИХЕЛАШВИЛИ, М. И. САГИНУРИ,
Р. И. ЧИКОВАНИ

СПЕКТРЫ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НИТРИДГАЛЛИЕВЫХ СВЕТОДИОДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Санадзе 23.9.1986)

Настоящая работа посвящена исследованию спектрального распределения излучения светодиодов на основе нитрида галлия (GaN) в широком диапазоне температурного и токового воздействий. Приборы со структурой металл (m) — компенсированный цинком слой GaN и неоднородно распределенными включениями p-типа (i-GaN:Zn) — нелегированный слой нитрида галлия (n-GaN) [1] изготавливались по технологии, описанной в [2, 3]. Исследовались три типа светодиодов, отличающихся в основном толщиной компенсированного слоя: для образцов I и II типов эта величина составляла 1000—1500 Å и 4000—5000 Å соответственно (такой разброс значений толщин даже в пределах одного типа обусловлен сложностью получения равномерно компенсированного слоя, вызванной некоторыми своеобразностями эпитаксии GaN); отличительной особенностью образцов III типа являлась сильно выраженная неравномерность по толщине легированного слоя GaN.

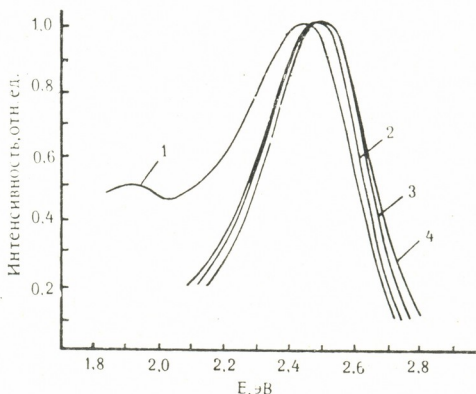


Рис. 1а. Спектры ЭЛ образца I типа, снятые при значениях сквозного тока: 1— $6 \cdot 10^{-5}$ А; 2— $1 \cdot 10^{-3}$ А; 3— $2,5 \cdot 10^{-3}$ А; 4— $3,8 \cdot 10^{-3}$ А

На рис. 1 представлены приведенные к одной интенсивности типичные спектры электролюминесценции (ЭЛ) для приборов I, II и III типов, измеренные при $T=300\text{K}$ и различных значениях тока. Как видно, для всех образцов с ростом тока наблюдается сдвиг максимума

излучения в коротковолновую область, причем для образцов II типа этот эффект выражен слабо, а при токе $\sim 6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ имеет место смеще-

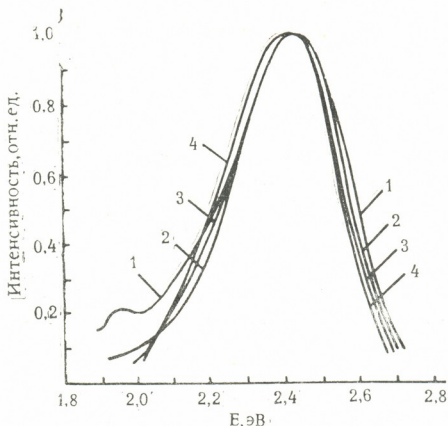


Рис. 16. Спектры ЭЛ образца II типа, снятые при значениях сквозного тока: 1— $1,05 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 2— $2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 3— $4 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 4— $6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

ние максимума излучения в длинноволновую область спектра. Для образцов с сильно выраженной неравномерностью по толщине i-слоя, помимо значительного смещения максимума излучения, при малых то-

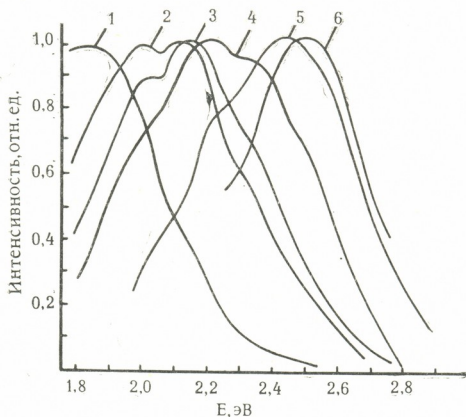


Рис. 1в. Спектры ЭЛ образца с сильно выраженной неоднородностью по толщине i-слоя, снятые при значениях сквозного тока: 1— $7 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 2— $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 3— $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 4— $2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 5— $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$; 6— $8 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

ках отмечается тонкая структура спектра — максимумы либо перегибы в области энергий, соответствующих красному, желтому, зеленому излучениям, причем с ростом тока доля голубого излучения с энергией при максимуме $\geq 2,25$ эВ увеличивается и происходит подавление других цветов. Образцы I и II типов не обладают тонкой структурой, однако при малых плотностях тока, наряду с основным максимумом, имеет место слабая красная полоса. Следует отметить уменьшение полуширины спектров ЭЛ, общее для диодов всех типов, с увеличением тока.

Попытаемся объяснить изменение характера спектральной зависимости излучения от сквозного тока. Согласно [4], Zn создает комплексы с азотными вакансиями трех типов: $Zn:V_N$, $Zn:2V_N$, $Zn:3V_N$, имеющие разное энергетическое расположение в запрещенной зоне GaN. При концентрациях цинка $N_{Zn} = (10^{18} - 6 \cdot 10^{19}) \text{ см}^{-3}$ преимущественно образуется первый тип комплексов, уровни которых ответственны за голубое свечение, при $N_{Zn} = (6 \cdot 10^{19} - 1,5 \cdot 10^{20}) \text{ см}^{-3}$ — II тип комплексов и наблюдается зеленое свечение и, наконец, при концентрациях цинка выше $1,5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ — III тип и доминирует желтое и красное излучение.

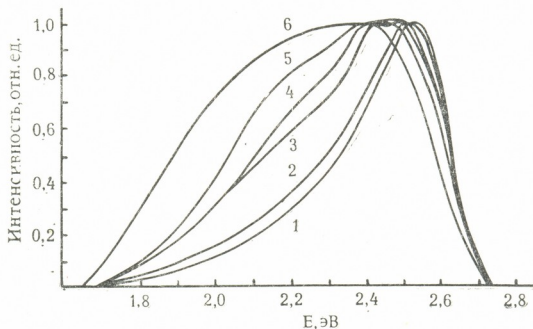


Рис. 2. Спектры ЭЛ, снятые при температурах: 1—77 К; 2—300 К; 3—343 К; 4—363 К; 5—393 К; 6—413 К

На основе вышесказанного можно предложить следующую качественную модель, объясняющую смещение максимума излучения с ростом тока в коротковолновую область.

При низких токах наиболее вероятна излучательная рекомбинация на уровнях, ответственных за красное излучение, из-за их энергетического расположения вблизи середины запрещенной зоны. Так как их концентрация для исследуемых образцов I и II типа мала — количество вводимого цинка $\lesssim 1,5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$, интенсивность красной полосы невелика. С увеличением тока должна возрастать доля излучательной рекомбинации на нижележащих уровнях и в результате должно иметь место смещение максимума излучения в область коротких длин волн.

Поскольку в образцах II типа толщина компенсированного слоя заметно больше, чем в образцах I типа, выше и пороговые напряжения для получения коротковолнового излучения, а следовательно, и рассеиваемая мощность, в результате чего может происходить разогрев приборов с последующим пробоем. Именно тепловыми процессами можно объяснить наблюдаемый для образцов II типа при высоких токах сдвиг максимума излучения в длинноволновую сторону.



Незначительный сдвиг максимума излучения при средних токах в коротковолновую область в приборах этого типа, по-видимому, связан с наличием двух конкурирующих процессов: увеличения с ростом тока вероятности излучательной рекомбинации на более глубоких уровнях и теплового процесса, приводящего к смещению максимума излучения в противоположном направлении.

Что касается наблюдаемой в образцах с сильно выраженной неравномерностью по толщине i -слоя тонкой структуры спектра ЭЛ, то она, по-видимому, связана с одновременным проявлением нескольких пиков излучения из-за отличия пороговых напряжений срабатывания различных участков данных образцов.

На рис. 2 представлены приведенные к одной интенсивности типичные спектры ЭЛ в интервале температур 77—413К. Видно, что, в то время, как в области температур 77—300 К изменения в спектрах почти не наблюдается, начиная с $T=350$ К имеют место как сдвиг максимума излучения в длинноволновую область, так и сильное увеличение полуширины спектра, что, видимо, связано с изменением условий рекомбинации на уровнях за счет нагрева образцов.

(Поступило 10.10.1986)

ზოგადი

ვ. ზორიკოვი, ვ. მიხელაშვილი, მ. საგინური, რ. ჩიკოვანი

გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე შექმნილი უშუქმასხივებელი დიოდების ელექტროლუმინესცენციური სპექტრების გამოკვლევა

რეზიუმე

ტემპერატურულ და დენების ფართო დიაპაზონში შესწავლილია გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე შექმნილი სამი ნაირსახეობის უშუქმასხივებელი დიოდების ელექტროლუმინესცენციური სპექტრები.

ხარისხობრივ მოდელზე დაყრდნობით ახსნილია გამოსხივებითი სპექტრალური მახასიათებლების დამოკიდებულება გამჭოლი დენის ცვლილებაზე.

PHYSICS

V. V. ZORIKOV, V. M. MIKHELASHVILI, M. I. SAGINURI, R. I. CHIKOVANI

ELECTROLUMINESCENT SPECTRA OF GALLIUM NITRID LEDS

Summary

Electroluminescent spectra of gallium nitrid LEDs have been studied over a wide range of temperature and flowing current.

A qualitative model is suggested which explains the observed changes in the nature of emission.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, М. С. Матинова, В. М. Михелашвили, Р. И. Чиковани. Письма в ЖТФ, 19, № 7, 1981, 1159.
2. H. P. Maruska, J. J. Tietjen. Appl. Phys. Lett., 15, 1969, 327
3. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, В. М. Михелашвили, П. С. Смертенко, Р. И. Чиковани. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981, 317.
4. G. Jacob, M. Boulov, D. Bois. J. Lumin. 17, 1978, 263



Ю. А. ГРИГОРЬЕВ, О. О. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, Л. Ф. ЛИННИК,
 А. А. МИРЦХУЛАВА, М. С. КВЕРНАДЗЕ

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ В ПОЛУИЗОЛИРУЮЩЕМ АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Савадзе 4.9.1986)

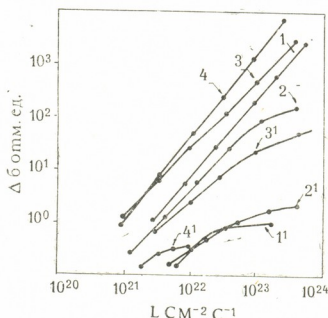
Данные исследования проведены с целью получения арсенида галлия (GaAs) с заданными временами релаксации фотопроводимости (ФП) и создания на его основе различных оптически управляемых переключающих устройств и приемников лазерного излучения.

С этой целью исследованы стационарная и нестационарная собственная и примесная фотопроводимости образцов полуизолирующего GaAs полученного разными методами: 1) промышленный GaAs, легированный хромом (Cr) АГП-1; 2) GaAs, легированный Cr и кислородом (O); 3) GaAs, легированный Cr, O и изовалентными примесями типа индий (In); 4) нелегированный, собственный GaAs; 5) GaAs, выращенный методом горизонтальной кристаллизации.

Источником излучения служили I и II гармоники неодимового лазера ($\lambda=1,06$ мкм; $L \leq 10^{26}$ см⁻² с⁻¹ и $\lambda=0,53$ мкм, $L \leq 3 \cdot 10^{24}$ см⁻² с⁻¹ соответственно, $t_u \approx 40$ нс) и GaAs-лазер ($\lambda=0,9$ мкм, $L \leq 10^{20}$ см⁻² с⁻¹, $t_u=100$ нс).

Как показали исследования ФП при низком уровне возбуждения (облучение GaAs-лазером) во всех исследуемых образцах в кинетике

Рис. 1. Зависимость быстрой ($\tau < t_u$) и медленной ($\tau > t_u$) составляющих ФП от интенсивности возбуждения ННЗ для нелегированного (1—1'); легированного Cr₂O₃ (2—2'); легированного In (3—3') и выращенного методом ГНК (4—4') GaAs



релаксации ФП видны стационарный ($\tau < t_u = 10^{-7}$ с) и нестационарный ($\tau > t_u$) участки. Отношение амплитуд быстрой и медленной компонент почти во всех образцах одинаково и составляет от 5:1 до 10:1. Оно не изменяется при ослаблении интенсивности излучения GaAs-лазера в 10^4 раз.



При повышении интенсивности облучения, т. е. при облучении излучением неодимого лазера, медленная компонента ФП в большинстве образцов насыщается, в то время как быстрая (стационарная компонента) продолжает линейно возрастать с увеличением интенсивности облучения и не насыщается вплоть до $L = 10^{25} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ (рис. 1). Интенсивность, соответствующая насыщению медленной ком-

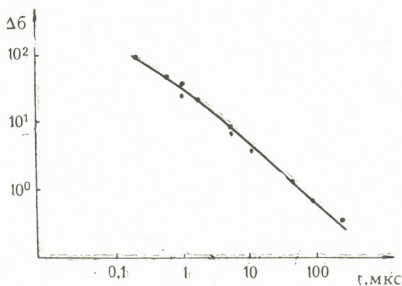
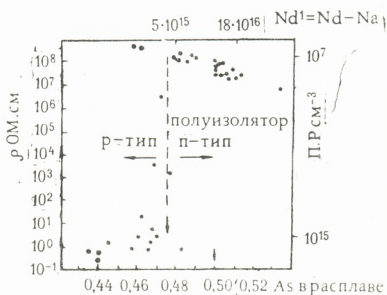


Рис. 2. Зависимость медленной составляющей кинетики релаксации сигнала ФП (Δt) от времени, измеренные при $L = 10^{23} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ (для Δt)

поненты, сильно зависит от технологии получения GaAs и типа леглирующей примеси. Так, в промышленных образцах GaAs (Cr) типа АГП-1 насыщение медленной компоненты релаксации ФП происходит при интенсивностях облучения на несколько порядков больше, чем в образцах с примесями О, Jп, либо в собственных нелегированных образцах, не содержащих специально введенных примесей с глубокими примесными уровнями.

Рис. 3. Экспериментальные результаты исследования зависимости сопротивления нелегированного LEC (liquid encapsulated Crochrajski) GaAs как функции концентрации атомов в расплаве



Кинетика релаксации длинной составляющей ФП в широком интервале концентраций неравновесных носителей заряда (ННЗ) (Δn) имеет зависимость типа $\Delta n \sim \frac{1}{t}$ и только при больших Δn появляется более слабая зависимость концентрации ННЗ от времени, типа $\Delta n \sim t^{-0.3-0.5}$ (рис. 2).

Сложная кинетика релаксации ФП может быть объяснена 2-уровневой моделью, когда основной поток носителей рекомбинирует через быстрые (глубокий) каналы рекомбинации и лишь малая часть носителей попадает (прилипает) на мелкие уровни, возвращаясь за-

тем обратно на эти уровни (многократное прилипание) либо сразу рекомбинируя на глубоких уровнях. Концентрация мелких уровней, как видно из рис. 3 сильно зависит от условий выращивания кристаллов, что согласуется с выводами работы [1].

Вклад инерционной (длинной) составляющей релаксации ФП в исследованных образцах GaAs может быть значительно уменьшен путем ее отключения при больших концентрациях ННЗ. Интенсивность, при которой происходит отключение этой составляющей, зависит от технологии получения GaAs, т. е. от концентрации мелких уровней прилипания и она была минимальной в нелегированном GaAs.

Тбилисский государственный университет
Проблемная НИЛ физики полупроводников

(Поступило 13.11.1986)

ფიზიკა

ი. ზრიგორიევი, ო. გაჩეჩილაძე, ლ. ლინიკი, ა. მირცხულავა,
მ. კვერნაძე

ფოტოგამტარებლობა ნახევრადიზოლირებულ გალიუმის
არსენიდში

რეზიუმე

შესწავლილია სხვადასხვა ტიპის, კერძოდ, არალეგირებულო, ქრომის ოქსიდით, ქრომით, უახვადით და ინდიუმით ლეგირებული, აგრეთვე ჰორიზონტალურად მიმართული კრისტალიზაციის მეთოდით მიღებული ნახევრად იზოლირებული გალიუმის არსენიდის მონოკრისტალების სტაციონარული და არასტაციონარული ფოტოგამტარებლობა.

ნაჩვენებია, რომ ფოტოგამტარებლობის რელაქსაციის ინერციული მდგენელის წილი შეიძლება მნიშვნელოვნად შემცირდეს არაწონასწორული მატარებლების კონცენტრაციის გაზრდით, ე. ი. დასხივების ინტენსივობის მომატებით. ინტენსივობის სიდიდე პირდაპირ კავშირშია GaAs მიღების ტექნოლოგიასთან, მინიმალურია არალეგირებულ GaAs-თვის.

PHYSICS

Yu. A. GRIGORYEV, O. O. GACHECHILADZE, L. F. LINNIK
A. A. MIRTSKHULAVA, M. S. KVERNADZE

PHOTOCONDUCTIVITY OF SEMI-INSULATING GaAs

Summary

Processes of stationary and nonstationary photoconductivity of semi-insulating GaAs obtained by different methods have been studied.

It is shown that in GaAs samples under investigation a contribution of the inertial component of photoconductivity relaxation may be considerably reduced due to increased concentrations of nonequilibrium charge carriers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. E. Holmes. Appl. Phys. Lett. 40, 46, 1982.



М. А. ЭЛИАШВИЛИ

О НАРУШЕНИИ СИММЕТРИИ ПРИ КОНЕЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 25.11.1985)

Стандартная схема спонтанного нарушения симметрии предсказывает восстановление инвариантности выше некоторой критической температуры [1—3]. В случае более сложным калярных взаимодействий при подогреве могут иметь место как повышение, так и понижение симметрии системы, а также явление нарушения инвариантности в определенных интервалах высоких температур [3—8].

В настоящей работе, на примере наиболее простой скалярной модели рассмотрены некоторые общие свойства тех теорий, для которых характерно временное понижение внутренних симметрий при конечных температурах.

Рассмотрим модель с двумя скалярными полями σ и φ , и дренесным потенциалом

$$V(\sigma, \varphi) = -\frac{H^2}{2} \sigma^2 - \frac{m^2}{2} \varphi^2 + \frac{\gamma^2}{4} \sigma^4 + \frac{f^2}{4} \varphi^4 + g\sigma^2\varphi^2. \quad (1)$$

Потенциал (1) инвариантен относительно дискретных преобразований

$$\sigma \rightarrow -\sigma, \quad \varphi \rightarrow -\varphi. \quad (2)$$

Предметом изучения является температурное поведение симметрий $\varphi \rightarrow -\varphi$, а инвариантность $\sigma \rightarrow -\sigma$ играет вспомогательную роль, так как упрощает задачу определения экстремумов эффективного потенциала, который в высокотемпературном приближении имеет вид [1—3]

$$V_T(\sigma, \varphi) = V(\sigma, \varphi) + \Delta_T V, \quad (3)$$

где

$$\Delta_T V = \frac{T^2}{24} \text{tr} M^2 - \frac{\pi^2}{90} N T^4,$$

и

$$M^2 = \begin{bmatrix} -\mu^2 + 3\gamma^2\sigma^2 + 2g\varphi^2 & 4g\sigma\varphi \\ 4g\sigma\varphi & -m^2 + 3f^2\varphi^2 + 2g\sigma^2 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Определим стационарные точки потенциала (1) при $T=0$. Экстремальные уравнения имеют следующий вид:

$$\frac{\partial V}{\partial \sigma} = 2\sigma \left[-\frac{1}{2} \mu^2 + \frac{1}{2} \gamma^2 \sigma^2 + g\varphi^2 \right] = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \varphi} = 2\varphi \left[-\frac{1}{2} m^2 + \frac{1}{2} f^2 \varphi^2 + g\sigma^2 \right] = 0. \quad (6)$$

Перечислим решения системы уравнений (5)—(6). Вид соответствующего экстремума (минимум, максимум, седловая точка) определяется

значением массовой матрицы (4). В результате несложных вычислений получим следующий набор стационарных точек:

а) локальный максимум ($\sigma=0$, $\varphi=0$), где $V_0 \equiv V(0, 0)=0$, (7)

б) экстремум ($\sigma^2=\mu^2/\gamma^2$, $\varphi=0$) со значением

$$V_1 \equiv V(\sigma^2 = \mu^2/\gamma^2, \varphi = 0) = -\frac{1}{4} \mu^4/\gamma^2. \quad (8)$$

Полагая

$$-m^2 + 2 \frac{g}{\gamma^2} \mu^2 > 0, \quad (9)$$

приходим к заключению, что решение (8) соответствует локальному минимуму потенциала (1). В противном случае возникает седловая точка;

в) экстремум

$$\sigma = 0, \quad \varphi = \pm \sqrt{m^2/f^2}. \quad (10)$$

Здесь

$$V_2 \equiv V(\sigma=0, \varphi = \pm m/f) = -\frac{1}{4} m^4/f^2. \quad (11)$$

При условии, что

$$-\mu^2 + 2 \frac{g}{f^2} m^2 > 0 \quad (12)$$

решение (10) соответствует локальному минимуму; (Несоблюдение (12) приводит к седловой точке).

г) Ненулевые решения уравнений (5)–(6) при условии, что

$$4g^2 - f^2 \gamma^2 > 0 \quad (13)$$

соответствуют седловым стационарным точкам.

Условия (9), (12) и (13) определяют форму потенциала, который имеет локальный максимум ($\sigma=0$, $\varphi=0$) и четыре попарно вырожденных локальных минимумов. Для определения глобального минимума следует сравнить между собой значения (8) и (11).

Предполагая

$$\mu^2/\gamma^2 > m^2/f^2, \quad (14)$$

приходим к паре вырожденных глобальных минимумов ($\varphi=0$, $\sigma=\pm\mu/\gamma$).

Таким образом, модель конкретизируется в предположении, что модельные параметры удовлетворяют условиям (9), (12), (13) и (14). Полагая, что связи g , γ^2 , f^2 — суть постоянные одного и того же порядка, следует ожидать, что петлевые поправки не приведут к каким-либо существенным изменениям картины распределения экстремумов.

Таким образом, при $T=0$ система находится в основном состоянии с ненарушенной симметрией $\varphi \rightarrow -\varphi$. В этой фазе конденсат $\langle \varphi \rangle = 0$, и $\langle \sigma \rangle \neq 0$; скалярные поля приобретают массы

$$m_\sigma^2 = 2\mu^2 = 2\gamma^2 \langle \sigma^2 \rangle, \quad m_\varphi^2 = 2g \langle \sigma^2 \rangle - m^2. \quad (15)$$

При высоких температурах ($T^2 \gg m_\sigma^2, m_\varphi^2$) симметричные свойства теории определяются минимумами эффективного потенциала (3):

$$VT(\sigma, \varphi) = -\frac{1}{2} \mu^2(T) \sigma^2 - \frac{1}{2} m^2(T) \varphi^2 + \\ + \frac{1}{4} \gamma^2 \sigma^4 + \frac{1}{4} f^2 \varphi^4 + g \sigma^2 \varphi^2 - \frac{\pi^2}{90} NT^4. \quad (16)$$

Здесь

$$\mu^2(T) = \mu^2(1 - T^2/T_1^2), \quad T_1^2 = \frac{6\mu^2}{g + \frac{1}{2}\gamma^2}, \quad (17)$$

$$m^2(T) = m^2(1 - T^2/T_2^2), \quad T_2^2 = \frac{6m^2}{g + \frac{1}{2}f^2}. \quad (18)$$

Экстремумы потенциала (16) определяются идентично случаю $T=0$ с очевидной заменой $m^2 \rightarrow m^2(T)$, $\mu^2 \rightarrow \mu^2(T)$. С учетом этого замечания находим:

1. Есть решение $\sigma = \varphi = 0$, где $V_0^T = 0$ и которое при $T < \min(T_1, T_2)$ соответствует локальному максимуму; далее при $\min(T_1, T_2) < T < \max(T_1, T_2)$ оно переходит в седловую точку, а при $T > \max(T_1, T_2)$ это решение определяет минимум потенциала (16). В дальнейшем мы полагаем, что $T_1 < T_2$.

2. При $T < T_1$ имеется решение

$$\varphi(T) = 0, \quad \sigma^2(T) = \frac{\mu^2(T)}{\gamma^2}, \quad (19)$$

которое соответствует минимуму, если

$$-m^2(T) + \frac{2g}{\gamma^2} \mu^2(T) > 0, \quad (20)$$

т. е. при температурах

$$T^2 \leq \Theta_1^2 = \frac{2g/\gamma^2 \mu^2 - m^2}{2g/\gamma^2 \mu^2/T_1^2 - m^2/T_2^2}. \quad (21)$$

3. При $T \leq T_2$ имеется решение

$$\sigma(T) = 0, \quad \varphi^2(T) = \frac{m^2(T)}{f^2} \quad (22)$$

которое приводит к минимуму при

$$T^2 \leq \Theta_2^2 = \frac{2g/f^2 m^2 - \mu^2}{2g/f^2 m^2/T_2^2 - \mu^2/T_1^2}. \quad (23)$$

4. Ненулевые решения $\varphi(T) \sigma(T) \neq 0$ приводят к седловым точкам и в дальнейшем их не будем рассматривать.

Сравним экстремальные значения потенциалов соответствующие минимумам (19) и (22)

$$V_1(T) = -\frac{\mu^4}{4\gamma^2} \left(1 - \frac{T^2}{T_1^2}\right)^2 + O(T^4); \quad V_2(T) = -\frac{m^4}{4f^2} \left(1 - \frac{T^2}{T_2^2}\right)^2 + O(T^4). \quad (24)$$

С учетом условия $T_1 < T_2$, приходим к заключению, что существует температура Θ_c такая, что $V_1(T < \Theta_c) < V_2(T < \Theta_c)$ а при $T > \Theta_c$, $V_1(T) < V_2(T)$, т. е. в температурном интервале глобальному минимуму соответствуют решения со спонтанно нарушенной симметрией $\varphi \rightarrow -\varphi$. Очевидно, что $V_1(\Theta_c) = V_2(\Theta_c)$ откуда

$$\Theta_c^2 = \frac{f\mu^2 - \gamma m^2}{f\mu^2/T_1^2 - \gamma m^2/T_2^2}.$$



Таким образом, вплоть до температуры Θ_c глобальный минимум соответствует решениям с точной симметрией $\Phi \rightarrow -\Phi$, а в интервале (Θ_c, T_2) минимизирующим (в глобальном смысле) является решение со спонтанно нарушенной симметрией. При более высоких температурах ($T > T_2$) минимум обеспечивается решением $\sigma = \Phi = 0$, т. е. симметрия $\Phi \rightarrow -\Phi$ испытывает восстановление.

Выше рассмотренное температурное поведение симметрии существенно отличается от стандартного сценария высокотемпературного восстановления инвариантности и позволяет строить теории с так называемым временным спонтанным нарушением той или иной симметрии [7, 8].

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

(Поступило 28.11.1985)

ფიზიკა

მ. ელიაშვილი

სასრულ ტემპერატურებზე სიმეტრიის დარღვევის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ შინაგანი სიმეტრია შეიძლება სპონტანურად დარღვეულ იქნეს სასრული ტემპერატურების ინტერვალში.

PHYSICS

M. A. ELIASHVILI

ON SYMMETRY BREAKING AT FINITE TEMPERATURES

Summary

It is shown that internal symmetry can be spontaneously broken within a definite interval of finite temperatures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. D. Linde. Rep. Progr. Phys. 42, (1979) 389.
2. L. Dolan, R. Jackiw. Phys. Rev. D9 (1974) 3320.
3. S. Weinberg. Phys. Rev. D9 9 (1974) 3357.
4. R. Mohapatra, G. Senjanovic. Phys. Rev. D20 (1979) 3390.
5. P. Langacker, S. Y. Pi. Phys. Rev. Lett. 45 (1980) 1.
6. V. A. Kuzmin, M. E. Shaposhnikov, I. I. Tkachev. Phys. Lett. 105B (1981) 167. Nucl. Phys. B 196 (1982) 29.
7. A. Masiero, D. Nanopoulos, T. Yanagida. Phys. Lett. B338 (1984) 91.
8. M. Eliashvili. Preprint LAPP-TH-108, (1984).

М. В. ГАЛУСТАШВИЛИ, Д. Г. ДРИЯЕВ, З. К. САРАЛИДZE

ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ
 СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ LiF В ПРОЦЕССЕ
 ПОСТРАДИАЦИОННОГО ОТЖИГА

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 18.11.1986)

1. Облученные в ядерном реакторе смешанным α, γ -излучением до флюенсов $5 \cdot 10^{14}$, 10^{16} , и 10^{18} , н/см² (по тепловым нейтронам) кристаллы LiF отжигались в течение 7 часов при различных температурах в интервале 200—800°C и испытывались в жесткой деформационной машине одноосным сжатием вдоль [100]. Для исследования дефектной структуры измерялись спектры оптического поглощения и в металлографическом микроскопе просматривались объемы кристалла и поверхности, подвергшиеся химическому травлению.

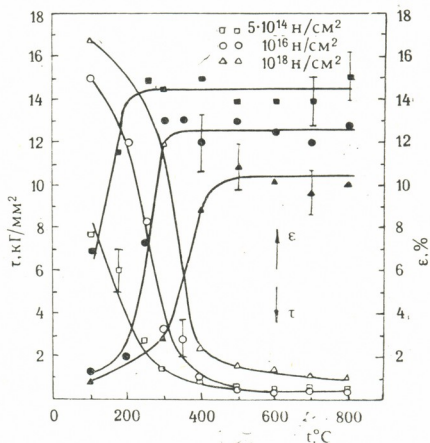


Рис. 1. Зависимость предела текучести τ и максимальной пластической деформации ϵ кристаллов LiF, облученных различными флюенсами нейтронов, от температуры пострадиационного отжига

Из представленных на рис. 1 результатов обращает на себя внимание тот факт, что существенное изменение предел текучести τ и максимальная пластическая деформация ϵ претерпевают лишь в довольно узком температурном интервале (шириной $\approx 100^\circ$), расположенного в сторону высоких температур. С увеличением температуры отжига τ и ϵ выходят на постоянный уровень, однако их исходные (до



облучения) значения восстанавливаются только в кристаллах, облученных наименьшим флюенсом.

В работе [1] нами было показано, что удельная энергия разрушения W , характеризующая определенное компромиссное сочетание прочностных и пластических свойств кристалла, является немонотонной функцией флюенса Φ , обладающей четко выраженным максимумом при $\Phi_R = 5 \cdot 10^{14}$ н/см². На рис. 2 представлены зависимости величины W от температуры пострadiaционного отжига. Следует отметить, что высота максимума, появляющегося на зависимости $W(T_{отж})$ при флюенсе 10^{16} н/см², меньше, чем высота максимума на зависимости $W(\Phi)$ [1]. Этот факт, очевидно, свидетельствует о том, что максимальное улучшение механических свойств кристаллов LiF — абсолютный максимум $W(\Phi, T_{отж})$ — достигается облучением кристалла флюенсом Φ_R при обычных реакторных температурах и не может быть превзойдено комбинированием других значений флюенсов и температуры пострadiaционного отжига.

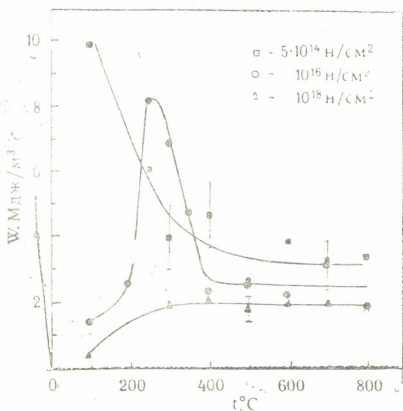


Рис. 2. Зависимость удельной энергии разрушения кристаллов LiF, облученных различными флюенсами нейтронов, от температуры пострadiaционного отжига

Эксперименты показали, что в температурном интервале резкого изменения τ и ϵ также резко начинает уменьшаться плотность радиационных точечных дефектов (вакансий) и их небольших комплексов, на что указывает уменьшение оптического поглощения в соответствующих областях спектра. Одновременно в объеме кристалла в большом количестве появляются дислокации.

При дальнейшем повышении температуры отжига дислокации в объеме кристалла исчезают, но в кристаллах, облученных большими флюенсами, появляются вакансионные поры, имеющие форму параллелепипедов с гранкой, совпадающей с плоскостями (100).

2. Реакторное облучение в большом количестве создает в обеих подрешетках ионного кристалла хорошо разделенные френкелевские пары, дальнейшая судьба которых сильно зависит от температуры. В кристаллах LiF, содержащих изотоп ⁶Li, на котором идет ядерная реакция (n, α), интенсивность образования френкелевских пар значи-

тельно возрастает и сопровождается внедрением в решетку атомов газа — продуктов ядерной реакции.

При обычных реакторных температурах облучения ($\leq 100^\circ\text{C}$) межузельные атомы (ионы) обладают достаточно высокой подвижностью, тогда как вакансии можно считать практически неподвижными. Поэтому в процессе облучения подвижные межузельные атомы интенсивно отжигаются — исчезают не только за счет объемной рекомбинации с неподвижными вакансиями, но и благодаря наличию в кристалле различных стоков и ловушек. Если скорость дефектообразования достаточно высокая и каналы отвода не могут обеспечить быстрый выход концентрации межузельных атомов на стационарный уровень, то при достижении определенной степени пересыщения начнется конденсация межузельных атомов с образованием призматических дислокационных петель. Зарождающиеся в процессе облучения межузельные дислокационные петли имеют малые размеры и по ямкам травления, естественно, неразрешимы. Таким образом, в облученном нейтронами кристалле LiF имеется высокая плотность вакансионных центров и их малых комплексов, а также межузельных дислокационных петель малых размеров, которые и обуславливают повышение предела текучести и соответствующее изменение пластических свойств кристалла [2].

При повышении температуры равновесные концентрации точечных дефектов возрастают, что приводит к понижению пересыщения и соответственно к увеличению критического размера дислокационных петель. Поэтому в зависимости от того, каковы максимальные размеры дислокационных петель (R_m) к моменту начала отжига и каков критический размер ($R_{кр}$), определяемый температурой отжига, ансамбль петель может оказаться либо в режиме растворения ($R_{кр} > R_m$), либо в режиме коалесценции ($R_{кр} < R_m$). В последнем случае в процессе отжига петли могут укрупниться настолько, что их следы в виде парных ямок травления станут наблюдаемыми в микроскопе. В [3] показано, что наблюдаемые по ямкам травления дислокации действительно являются призматическими дислокационными петлями, образовавшимися вследствие конденсации межузельных атомов.

Если кристалл отжигается при температурах, когда вакансии становятся подвижными, межузельные петли могут «съедаться» ими. На самом деле так не происходит. В температурном интервале отжига вакансий и их малых комплексов (область восстановления механических характеристик на рис. 1) идет интенсивная коалесценция межузельных дислокационных петель. Очевидно, вакансии захватываются атомами газа, накопившимися в кристалле в процессе облучения, образуя газово-вакансионные комплексы, являющиеся зародышами газонаполненных пор.

При более высоких температурах отжига межузельные дислокационные петли могут попасть в режим растворения и постепенно исчезать, в то время как газонаполненные зародыши пор могут под влиянием избыточного внутреннего давления увеличиваться в размерах даже за счет притока тепловых вакансий. Поэтому поры, которые при сравнительно низких температурах отжига имеют малые размеры и в микроскопе не наблюдаются, при высоких температурах отжига становятся видимыми.

Из рис. 1 видно, что растворение межузельных дислокационных петель и рост пор заметно не сказываются ни на пределе текучести кристалла, ни на его пластичности. Однако пластичность облученных большими флюенсами кристаллов ниже, чем у кристаллов, об-



лученных меньшими флюенсами, что, очевидно, обусловлено наличием крупных пор, являющихся потенциальными очагами разрушения кристалла.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 5.12.86)

ფიზიკა

მ. გალუსტაშვილი, დ. დრიაევი, ზ. სარალიძე

LiF კრისტალების დეფექტური სტრუქტურისა და მექანიკური თვისებების ცვლილება დასხივების შემდგომი გამოწვის პროცესში

რეზიუმე

გამოკვლეულია ნეიტრონებით დასხივებული LiF კრისტალების მექანიკური მახასიათებლების (დენადობის ზღვარი, მაქსიმალური პლასტიური დეფორმაცია და რღვევის კუთრი ენერგია) ევოლუცია დასხივების გამოწვის ტემპერატურის ცვლილებისას და მისი კავშირი იმ სტრუქტურულ ცვლილებებთან, რომელსაც განიცდის კრისტალი თერმული დამუშავების პროცესში.

PHYSICS

M. V. GALUSTASHVILI, D. G. DRIYAEV, Z. K. SARALIDZE

CHANGE OF DEFECT STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF LiF CRYSTALS IN THE PROCESS OF POSTIRRADIATION ANNEALING

Summary

The evolution of mechanical characteristics (yield point, maximum plastic deformation and specific energy of destruction) of neutron-irradiated LiF crystals at temperature variation of postirradiation annealing, and its connection with the structural changes of the crystal under thermal treatment are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. V. Galustashvili, D. G. Driyev, Z. K. Saralidze. ФТТ, 28, № 8, 1986, 2525.
2. M. V. Galustashvili, D. G. Driyev, Z. K. Saralidze. ФТТ, 27, № 8, 1985, 2320.
3. M. V. Galustashvili, D. G. Driyev, Z. K. Saralidze. ФТТ, 29, № 1, 1987, 130.

Г. И. МАМНИАШВИЛИ, В. П. ЧЕКМАРЕВ

РЕЗОНАНСНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ НЕРЕЗОНАНСНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ СПИНОВОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 12.11.1986)

При исследовании динамики спиновых систем и свойств ядерного эха в магнитоупорядоченных кристаллах был обнаружен эффект нерезонансного возбуждения [1, 2]. Этот эффект заключается в том, что отклики спиновой системы на двухимпульсное и одноимпульсное воздействие наблюдались при значительных расстройках между частотой возбуждающих импульсов и частотой ЯМР наблюдаемых спинов. При этом частота импульсных откликов совпадала с резонансной частотой спинов.

Для объяснения свойств спинового эха в этих условиях были проведены специальные экспериментальные и теоретические исследования [3—5], которые, в частности, показали, что явление одноимпульсного эха (как при наличии, так и при отсутствии эффекта динамического сдвига частоты) имеет чисто нерезонансную природу.

С другой стороны, существует точка зрения, что в условиях нерезонансного возбуждения наблюдение импульсных откликов спиновой системы и, в частности, одноимпульсного эха связано с наличием у возбуждающих импульсов достаточно крутых фронтов, определяющих заметную спектральную плотность импульса на частотах, существенно удаленных от частоты его заполнения [6]. По этой причине одноимпульсное эхо иногда называют краевым (*edge*) эхо [6, 7].

Рассмотрим более подробно эффекты, происходящие при наблюдении импульсных откликов спиновой системы в условиях нерезонансного возбуждения. В этом случае схема эксперимента обычно такова: резонансную систему (контур или резонатор) и приемник импульсного спектрометра настраивают на выбранную частоту регистрации ЯМР, а необходимая для нерезонансного возбуждения расстройка создается изменением частоты заполнения возбуждающих радиочастотных (РЧ) импульсов [2, 4]. Таким образом, спектр РЧ импульсов, воздействующих на исследуемый образец, помещенный в резонансной системе, может сильно искажаться.

Известно, что спектр прямоугольного РЧ импульса длительностью τ , частотой заполнения $\omega_{\text{РЧ}}$ и амплитудой H_1 имеет вид

$$S_{\text{РЧ}}(\omega) = \frac{2iH_1\omega_{\text{РЧ}}}{\omega_{\text{РЧ}}^2 - \omega^2} \sin \frac{\omega\tau}{2}, \quad (1)$$

где ω — текущая частота. Коэффициент передачи резонансной системы [8]

$$K(\omega) = \frac{K_0}{1 + iQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}, \quad (2)$$

где ω_0 — резонансная частота системы; Q — ее добротность.

Тогда вид внешнего РЧ поля, реально воздействующего на образец (помещенный в резонансную систему) можно определить с помощью обратного Фурье-преобразования

$$H_1(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{\text{рч}}(\omega) K(\omega) e^{i\omega t} d\omega. \quad (3)$$

Интегрирование в условиях нерезонансного возбуждения

$$|\omega_{\text{рч}} - \omega_0| \gg \frac{\Delta\Omega}{2} \quad (4)$$

(здесь $\Delta\Omega$ — полоса пропускания резонансной системы) показывает, что на образец воздействуют как вынужденные, так и собственные колебания, возбуждаемые в резонаторе. Вынужденные колебания на частоте $\omega_{\text{рч}}$ по форме и времени воздействия совпадают с внешним РЧ импульсом (рис. 1,а). Их амплитуда

$$H_1' = K_0 H_1 \frac{\Delta\Omega}{2|\omega_{\text{рч}} - \omega_0|}. \quad (5)$$

Собственные колебания резонансной системы на частоте ω_0 («звон») следуют за каждым фронтом возбуждающего РЧ импульса (рис. 1,б). Их максимальная амплитуда при условии (4) совпадает с амплитудой

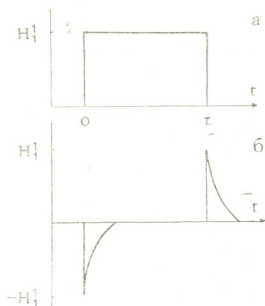


Рис. 1. Протектированная огибающая (а) вынужденных (на частоте $\omega_{\text{рч}}$ и (б) собственных (на частоте ω_0) колебаний в резонансной системе под действием возбуждающего прямоугольного импульса длительностью τ . Детектор фазочувствительный

вынужденных колебаний H_1' (5). Спад амплитуды собственных колебаний со временем описывается выражением

$$H_1(t) = H_1' e^{-1/2\Delta\Omega t}. \quad (6)$$

Постоянная времени спада $\tau' = \frac{2}{\Delta\Omega}$. Отметим, что рис. 1 отражает также фазовые соотношения между колебаниями.

Оценим степень влияния вынужденных и собственных колебаний в резонансной системе на исследуемые спины. Угол отклонения спинов под действием нерезонансного вынужденного РЧ поля (рис. 1,а)

$$\alpha_b = C \gamma_n \frac{H_1'}{|\omega_{\text{рч}} - \omega_0|}, \quad (7)$$

где C — постоянный множитель, характеризующий преобразование электромагнитных колебаний в резонаторе в колебания магнитного

для на исследуемых ядрах; γ_n — ядерное гироманнитное отношение. Если принять за эффективную длительность импульса собственных колебаний величину τ' , то угол отклонения спинов под действием каждого из импульсов собственных колебаний на резонансной частоте (рис. 1,б) равен

$$\alpha_c = C \gamma_n H_1' \frac{2}{\Delta\Omega}. \quad (8)$$

Сравним полученные выражения для углов отклонения α_b (7) и α_c (8), учитывая условие (4)

$$\frac{\alpha_c}{\alpha_b} = \frac{2|\omega_{pч} - \omega_0|}{\Delta\Omega} \gg 1. \quad (9)$$

Выражение (9) показывает, что в условиях нерезонансного возбуждения (4), когда величина расстройки значительно больше полосы пропускания резонансной системы, собственные колебания резонансной системы оказывают на исследуемые спины существенно большее

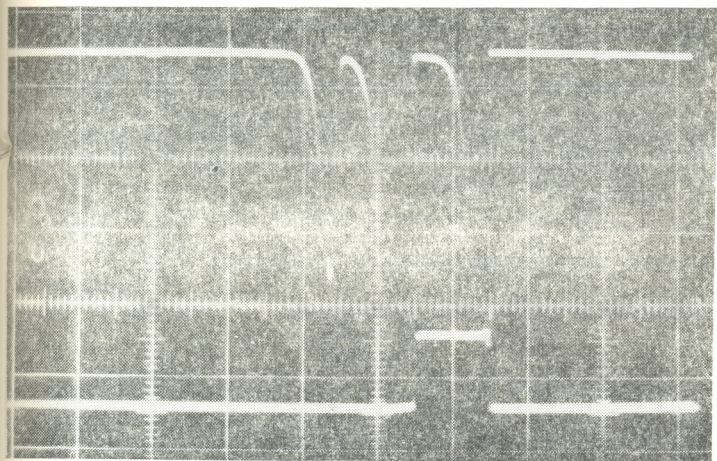


Рис. 2. Оциллограмма одноимпульсного эха ядер Mn^{55} в $MnFe_2O_4$ при $T=1,7$ К, возбужденного «звоном» резонатора: а, б — импульсы «звона»; в — сигнал эха. Верхний луч показывает длительность (10 мкс) и расположение возбуждающего

$$\text{импульса; } f_{pч} = 579,5 \text{ МГц, } f_0 = 575,5 \text{ МГц, } P = 2 \text{ Вт, } Q = 400 \left(f = \frac{\omega}{2\pi} \right)$$

влияние, чем выраженные колебания (нерезонансное воздействие). В частности, интенсивность одноимпульсного эха, формируемого импульсами «звона» резонансной системы (рис. 1,б) в $(\alpha_c \setminus \alpha_b)^3$ раз больше интенсивности эха, формируемого нерезонансным механизмом (см. выражение (9)).

Вычисление $H_1(t)$ (3) при любых $|\omega_{pч} - \omega_0|$ и $\frac{\Delta\Omega}{2}$ показывает, что



рассматриваемые углы отклонения α_b и α_c сравниваются по величине ($\alpha_b = \alpha_c$) при условии $|\omega_{pч} - \omega_0| = \frac{\Delta\Omega}{2}$. Отметим также, что время появления одноимпульсного эха, формируемого импульсами «звона», заметно больше удвоенной длительности возбуждающего импульса 2τ (рис. 2), а время появления одноимпульсного эха, формируемого нерезонансным механизмом [5], всегда меньше или равно 2τ .

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

Академия наук СССР
Физико-технический институт
Ленинград

(Поступило 25.12.1986)

ფიზიკა

ბ. მამნიშვილი, ვ. ჩეკმარევი

რეზონანსული ეფექტები სპინური სისტემის არარეზონანსული აღგზნებისას

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ბირთვულ სპინებზე არარეზონანსული ერთიმუხუსიანი ზემოქმედების დროს, როდესაც სიხშირეების აშლის სიდიდე გაცილებით აღემატება მიმღები სისტემის გატარების ზოლს, რეზონატორის საკუთარი რხევები ახდენენ გამოსაკვლევ სპინებზე გაცილებით მეტ ზემოქმედებას, ვიდრე არარეზონანსული აღგზნება.

PHYSICS

G. I. MAMNIASHVILI, V. P. CHEKMAREV

RESONANCE EFFECTS UNDER NONRESONANT EXCITATION OF THE SPIN SYSTEM

Summary

It is shown that in the case of the single nonresonant radiofrequency pulse, provided detuning of the pulse frequency is larger compared with the bandwidth of the receiver, transient selfresonance oscillations more efficiently excite spin system than nonresonant excitation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. М. Буньков, Б. С. Думеш. ЖЭТФ, 68, № 3, 1975, 1161—1175.
2. В. П. Чекмарев, М. П. Петров, А. И. Максимов. Тезисы Всесоюз. конф. по физике магн. явлений. Донецк, 1977, 17.
3. М. И. Куркин, Е. А. Туров. ФММ, 40, № 4, 1975, 714—728.
4. В. П. Чекмарев, М. П. Петров. ЖЭТФ, 71, № 7, 1976, 377—392.
5. В. П. Чекмарев, М. И. Куркин, С. И. Голощапов. ЖЭТФ, 76, № 5, 1979, 1675—1684.
6. Б. П. Смоляков, Е. П. Хаймович. ЖЭТФ, 76, № 5, 1979, 1303—1308.
7. A. L. Bloom. Phys. Rev., 98, № 4, 1955, 1105—1111.
8. А. П. Молчанов, П. Н. Занадворов. Курс электротехники и радиотехники. М., 1976, 128.



Б. К. БАЛАВАДЗЕ (академик АН ГССР), К. З. КАРТВЕЛИШВИЛИ,
Р. М. УРУШАДЗЕ

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ КВАРЦЕВЫМ ЭКСТЕНЗОМЕТРОМ В ТБИЛИСИ

Известно, что компонента упругой приливной деформации e_{rr} в радиальном направлении определяется по формуле [1]

$$e_{rr} = \left[a \frac{dH(a)}{dr} + 2h \right] \frac{W_2}{ag},$$

где a — средний радиус Земли; r — расстояние от центра Земли до точки наблюдения; g — ускорение силы тяжести в пункте наблюдения, W_2 — вторая гармоника потенциала приливообразующих сил, вносящая основной вклад в приливную деформацию. При $r=a$, $H(a)=h$, где h — число Лява.

Для изучения изменения расстояния между двумя точками в теле Земли используется экстензометр, вертикальная составляющая которого измеряет дифференциальное вертикальное перемещение $\delta\zeta$ между двумя точками вдоль радиуса Земли, отнесенных на расстоянии δa . Поскольку радиальная компонента смещения ζ определяется по формуле $\zeta = h(r) \frac{W_2}{g}$, то для поверхности Земли можно написать следующее соотношение:

$$\delta\zeta = \frac{\partial\zeta}{\partial r} \delta a = \frac{W_2}{g} \left[a \frac{dH(a)}{dr} + 2h \right] \frac{\delta a}{a}.$$

В подземной лаборатории Отдела земных приливов Института геофизики АН Грузинской ССР, наряду с двухкомпонентным кварцевым горизонтальным экстензометром (базы 42 м длинной компоненты и 14,5 м короткой компоненты) введена в строй и вертикальная составляющая общей эффективной длиной 6,5 м. Верхний конец экстензометра закреплен в скальной породе с помощью анкерного механизма и зацементирован.

Смещения вертикальной кварцевой штанги измеряется с помощью емкостного датчика малых перемещений КД-1 [2], модифицированного для вертикального экстензометра. Чувствительность датчика к перемещению составляет 100 мВ/мкм. Вся система для защиты от влияния изменения температуры и движения воздушных масс помещена в боксе из пенопласта. Систематические наблюдения с помощью вертикальной компоненты налажены с марта 1984 г.

Гармоническому анализу подвергнут материал наблюдений с общей продолжительностью 506,5 суток, полученный за период с 13.3.1984 по 21.3.1986 гг. Обработка выполнена по разработанному в



Отделе земных приливов Института геофизики АН ГССР методу выделения гармоник из сложной кривой [3]. Определены амплитуды четырех полусуточных (K_2, S_2, M_2, N_2) и пяти суточных (K_1, S_1, P_1, M_1, O_1) волн. Масштаб записи для различных серий менялся в пределах от $0,57 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$ до $1,72 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$.

Для всех определяемых волн суммарное значение величины ω_2/ag составило для тбилисской широты $8,523 \cdot 10^{-8}$ и при этом вертикальная приливная деформация оказалась $W_2/g = 54,3$ см.

В табл. 1 в первых строках для каждой серии приводятся значения амплитуд приливных волн, а во вторых строках — средние квадратические ошибки их определения. Приводятся также средние чувствительности s с указанием статистических весов p для каждой серии наблюдений. Вес p берется как величина, пропорциональная длительности серии наблюдений и обратно пропорциональная средней квадратической ошибке единичного измерения для каждой серии. Там же приводятся продолжительности серии L в часах.

Таблица 1
Значения амплитуд основных приливных волн для вертикальной компоненты деформации (в 10^{-9})

| № | Материал наблюдений | В о л н ы | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | K_2 | S_2 | M_2 | N_2 | K_1 | S_1 | P_1 | M_1 | O_1 | |
| 1 | 13.3.84—6.6.84 $L=2040$ ч. $P=1,03$ $S=0,57 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$ | 3,90 $\pm 2,27$ | 3,08 1,53 | 2,32 4,12 | 0,64 0,53 | 3,29 2,23 | 3,29 3,90 | 3,95 2,00 | 1,30 0,30 | 0,63 2,56 | |
| 2 | 5.10.84—4.3.85 $L=3600$ ч. $P=4,35$ $S=1,24 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$ | 1,45 $\pm 0,18$ | 4,29 0,32 | 7,28 0,84 | 0,88 0,29 | 5,46 0,06 | 7,41 0,22 | 5,85 0,10 | 2,14 0,54 | 3,36 0,19 | |
| 3 | 19.6.85—19.10.85 $L=2916$ ч. $P=4,31$ $S=1,53 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$ | 3,03 $\pm 1,40$ | 7,62 3,01 | 6,31 0,13 | 1,80 0,63 | 3,47 2,05 | 3,00 4,19 | 2,23 3,72 | 1,07 0,53 | 3,80 0,61 | |
| 4 | 22.10.85—21.3.86 $L=3600$ ч. $P=7,35$ $S=1,72 \cdot 10^{-9}$ мм $^{-1}$ | 0,60 $\pm 1,03$ | 3,24 1,37 | 6,59 0,15 | 1,19 0,02 | 7,07 1,55 | 10,1 2,88 | 8,46 2,51 | 1,63 0,03 | 3,08 0,11 | |

По данным табл. 1 рассчитаны значения приливного вертикального деформационного фактора по формуле

$$\eta = a \frac{dH(a)}{dr} + 2h.$$

Если учесть, что по материалам горизонтальных составляющих экстензометра для Тбилиси было получено $h=0,536 \pm 0,016$ [2], то можно установить значение $ah' = \eta - 2h$ для вертикальной составляющей. Исходя из этого, в табл. 2 даны значения η и ah' для девяти основных волн.

Таблица 2
Значения $\eta = ah' + 2h$ и ah' для основных волн

| Фактор | В о л н а | | | | | | | | | |
|----------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | K_2 | S_2 | M_2 | N_2 | K_1 | S_1 | P_1 | M_1 | O_1 | |
| — η | 0,599 $\pm 0,361$ | 0,461 0,153 | 0,300 0,026 | 0,285 0,067 | 0,264 0,064 | 42,29 15,27 | 0,857 0,313 | 1,360 0,257 | 0,215 0,027 | |
| — ah' | 1,671 $\pm 0,393$ | 1,533 0,185 | 1,372 0,058 | 1,357 0,099 | 1,336 0,096 | 43,40 15,30 | 1,929 0,345 | 2,432 0,289 | 1,287 0,059 | |



Для пяти главных приливных волн (S_2 , M_2 , N_2 , K_1 , O_1) были получены следующие значения η и ah' :

$$\eta_{\text{ср. взвешенн.}} = -0,262 \pm 0,034, \quad \left(P = \frac{1}{\varepsilon^2}\right)$$

$$\eta_{\text{ср. арифм.}} = -0,305 \pm 0,067,$$

$$ah'_{\text{ср. взвешенн.}} = -1,342 \pm 0,073,$$

$$ah'_{\text{ср. арифм.}} = -1,377 \pm 0,099.$$

В связи с тем, что приливные деформации реальной Земли сопровождаются объемными изменениями вещества Земли, то знание численного значения величин η , h и l позволит получить еще один параметр, характеризующий податливость Земли к внешним силам, т. е. четвертое число Лява f , устанавливающее связь между кубической дилатацией $D(r)$ вещества Земли и потенциалом приливообразующей силы [1].

$$D(r) = F(r) \frac{W_2}{ag} = [\eta + 2h - 6l] \frac{W_2}{ag},$$

для $r = a$ $F(a) = f$.

Если воспользоваться значениями чисел Лява и Шида $h = 0,536 \pm 0,016$ и $l = 0,079 \pm 0,0023$, полученными горизонтальными экстензометрами за длительный период наблюдений в Тбилиси [2], а также вышеприведенным значением $\eta_{\text{ср. взвешенн.}} = -0,262 \pm 0,034$, то для Тбилиси численные значения объемного сжатия $D(a)$ и параметра f будут равны

$$f = 0,316 \pm 0,08, \quad D(a) = 2,69 \cdot 10^{-8}.$$

Если выразить коэффициент Пуассона σ с помощью фактора η и чисел h и l , то может написать [4]

$$\sigma = \eta + 6l - 2h.$$

Подставив в это соотношение вышеприведенные значения η , h и l , получим $\sigma = 0,305 \pm 0,034$. Это вычисленное значение σ достаточно близко с осредненным его значением для неразрушенных горных пород ($\sigma \cong 0,25$).

В заключении следует отметить:

1. Средневзвешенные значения η и ah' находятся в хорошем согласии с их теоретическими значениями.
2. Наблюдаемые очень большие амплитуды волны S_1 , а также относительно большие амплитуды волн K_2 , S_2 , P_1 и M_1 объясняются наличием термического эффекта.
3. Значения факторов η , полученных по волнам M_2 , N_2 , K_1 и O_1 достаточно хорошо согласуются друг с другом.

ბ. ბალავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ძ. ძარმავლიშვილი,
 რ. ურუშაძე

კვარცის ვერტიკალური ექსტენზომეტრით თბილისში დაკვირვებების
 პირველი შედეგები

რეზიუმე

წარმოდგენილია კვარცის ვერტიკალური ექსტენზომეტრით თბილისში
 წარმოებულ დაკვირვებებს მასალის ჰარმონიული ანალიზის შედეგები.
 განსაზღვრულია ცხრა ძირითადი მიმოქცევითი ტალღის ამპლიტუდა. გამო-
 თვლილია ე. წ. ვერტიკალური მიმოქცევითი ფაქტორის η , ლიავას მეოთხე
 რიცხვის f და ექსტენზომეტრის გარემომცველი ქანების პუასონის კოეფი-
 ციენტის σ მნიშვნელობები.

GEOPHYSICS

B. K. BALAVADZE, K. Z. KARTVELISHVILI, R. M. URUSHADZE

PRELIMINARY RESULTS OF OBSERVATIONS WITH A VERTICAL
 STRAIN GAUGE IN TBILISI

Summary

A new vertical strain gauge is described. Harmonic analysis of Earth
 tides measured with the mentioned instrument has been performed.

Computation results of vertical strain factor η , 4-th Love number f ,
 and Poisson coefficient σ of the local rocks are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Ozawa. Disaster prevention research Institute. Kyoto Univ. Bull. № 46, 1961.
2. ბ. კ. Балаваძე, კ. ზ. კართველიშვილი. Приливы в твердом теле Зем-
 ли. Тбилиси, 1984.
3. კ. ზ. კართველიშვილი. Исследования земных приливов по наблюдениям в
 Тбилиси. Тбилиси, 1978.
4. P. Melchior. The Tides of the Planet Earth. Pergamon Press, 1978.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. А. УГУЛАВА, Э. П. ДОКСОПУЛО, Н. И. ПИРЦХАЛАВА

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИКОМПЛЕКСНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ПЯТИХЛОРИСТОГО НИОБИЯ С ОСНОВАНИЯМИ
МАННИХА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 28.11.1986)

Комплексообразование пентагалогенидов ниобия с азотсодержащими лигандами имеет ряд специфических особенностей. В частности, представляет интерес влияние характера гибридизации орбиталей атома на его донорную способность и, следовательно, место локализации координационной связи при наличии нескольких конкурентных N-атомов.

$NbCl_5$ легко образует молекулярные комплексные соединения с различными донорами [1, 2]. О внутрикомплексных соединениях же ниобия имеются лишь отдельные работы. Так, соединения этого типа получены авторами [3] при применении некоторых лигандов, в их числе некоторых шиффовых оснований [4]. К тому же было выявлено, что $NbCl_5$ не образует хелатные соединения с простейшими представителями шиффовых оснований.

Как известно [5], при реакции ароматического амина и альдегидов с 8-оксихинолином могут быть получены многочисленные производные 8-оксихинолина. Наличие хелатообразующей группировки 8-оксихинолина делает эти соединения весьма ценными с точки зрения возможности использования их для получения большого числа внутрикомплексных соединений, а значительное утяжеление молекулы по сравнению с 8-оксихинолином резко повышает потенциальные возможности их как аналитических реагентов.

В работе [6] нами были изучены некоторые специфические особенности комплексообразования $NbCl_5$ с основаниями Манниха — производными салицилальдегида.

В настоящей работе описаны некоторые, впервые синтезированные нами, основания Манниха, которые получены реакцией бензальдегида и 8-оксихинолина с ароматическими аминами, содержащие различные заместители (см. табл.).

Основания Манниха синтезировались по методике [7]. Эквимольные количества бензальдегида, 8-оксихинолина и амина, растворенные в этиловом спирте, отстаивались до выпадения осадка. Выпавшие кристаллы отфильтровывались и дважды перекристаллизовывались из этилового спирта. Синтезированные основания Манниха представляют собой мелкокристаллические вещества, практически нерастворимые в воде, эфире, этиловом спирте и ограниченно растворимые в диоксане, четыреххлористом углероде.

Полученные нами основания Манниха были использованы для синтеза внутрикомплексных соединений $NbCl_5$. Для получения ком-

Данные анализа оснований Манниха и их комплексов с $NbCl_5$

| №№ | Цвет | Т пл., °C | Найдено, % | | | Формула | Вычислено, % | | | $\%N-H$ | $\%C-N$ | $\%C-O$ | $\%Nb-O$ | $\%Nb-N$ | Выход |
|----|------------------|--------------|------------|-------|-------|----------------------------------|--------------|-------|-------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| | | | Nb | N | Cl | | Nb | N | Cl | | | | | | |
| 1 | Желтый | 186 | | 8,02 | | $n-C_{23}H_{20}N_2O$ | | 8,23 | | 1600 | 1540 | 1295 | | | 72 |
| 2 | Зеленый | 198 | | 8,05 | | $o-C_{23}H_{20}N_2O$ | | 8,23 | | 1595 | 1530 | 1295 | | | 40 |
| 3 | Желтый | 234 | | 7,60 | | $n-C_{23}H_{20}N_2O_2$ | | 7,86 | | 1612 | 1520 | 1300 | | | 37 |
| 4 | Оранжевый | 212 | | 7,55 | | $o-C_{23}H_{20}N_2O_2$ | | 7,86 | | 1608 | 1510 | 1302 | | | 30 |
| 5 | Желтый | 256 | | 11,37 | | $m-C_{22}H_{17}N_3O_2$ | | 11,83 | | 1606 | 1505 | 1308 | | | 19 |
| 6 | Телесный | 158 | | 7,43 | | $n-C_{22}H_{17}ON_2Cl$ | | 7,76 | | 1612 | 1510 | 1305 | | | 36 |
| 7 | Желтый | 202 | | 6,40 | | $n-C_{22}H_{17}ON_2Br$ | | 6,91 | | 1605 | 1515 | 1310 | | | 60 |
| 8 | Оранжевый | 228 | | 7,30 | | $C_{22}H_{19}N_2O_3$ | | 7,79 | | 1610 | 1500 | 1295 | | | 57 |
| 9 | Желтый | 196 | 10,40 | 6,20 | 11,93 | $Nb(n-C_{23}H_{18}ON_2)_2Cl_3$ | 10,62 | 6,29 | 12,16 | 1625 | 1555 | 1310 | 520 | 480 | |
| 10 | Зеленый | 206 | 10,58 | 6,18 | 11,98 | $Nb(o-C_{23}H_{18}ON_2)_2Cl_3$ | 10,52 | 6,39 | 12,26 | 1620 | 1550 | 1320 | 525 | 460 | |
| 11 | Кирпичный | 276 | 10,10 | 6,06 | 11,22 | $Nb(n-C_{23}H_{18}O_2N_2)_2Cl_3$ | 10,27 | 6,17 | 11,73 | 1635 | 1540 | 1325 | 530 | 470 | |
| 12 | Светло-желтый | 218 | 10,05 | 6,08 | 11,42 | $Nb(o-C_{23}H_{18}O_2N_2)_2Cl_3$ | 10,24 | 6,17 | 11,75 | 1625 | 1525 | 1325 | 550 | 455 | |
| 13 | Желтый | 270 | 10,02 | 9,03 | 11,30 | $Nb(m-C_{22}H_{15}O_2N_3)_2Cl_3$ | 10,27 | 9,27 | 11,36 | 1620 | 1515 | 1325 | 528 | 475 | |
| 14 | Темно-коричневый | 172 | 9,90 | 6,02 | — | $Nb(n-C_{22}H_{15}ON_2Cl)_2Cl_3$ | 10,14 | 6,11 | 15,49 | 1628 | 1525 | 1320 | 500 | 495 | |
| 15 | Светло-желтый | 216 | 9,05 | 5,24 | — | $Nb(n-C_{22}H_{15}ON_2Br)_2Cl_3$ | 9,24 | 5,56 | 10,60 | 1620 | 1530 | 1330 | 515 | 445 | |
| 16 | Желтый | 243 | 9,25 | 5,95 | 11,12 | $Nb(C_{22}H_{17}O_2N_2)_2Cl_3$ | 10,18 | 6,18 | 11,63 | 1630 | 1520 | 1315 | 522 | 460 | |

плексных соединений осторожно смешивались на холоду растворы $NbCl_5$ и основания Манниха в CCl_4 в мольном соотношении 1:2.

Можно предположить, что синтезированные нами комплексы, согласно данным элементного анализа (см. табл.), относятся к внутрикомплексному типу с количественным составом ($NbCl_5:Lig=1:2$).

Все комплексы представляют собой мелкокристаллические вещества, трудно растворимые в большинстве органических растворителей.

Нами были изучены ИК-спектры комплексов в области $400-4000\text{ см}^{-1}$. Исчезновение полосы поглощения в области $3100-3500\text{ см}^{-1}$ можно приписать образованию внутрикомплексного соединения посредством атомов кислорода и азота лиганда.

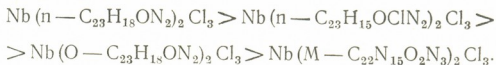
Данные, которые характеризуют частоты связей и по которым можно предсказать комплексобразование, приведены в таблице.

Поглощения в областях $1600-1540\text{ см}^{-1}$ и $1500-1580\text{ см}^{-1}$ вызваны дифференциальными частотами ν_{N-H} и ν_{C-H} связей соответственно, а поглощения в областях $1290-1350\text{ см}^{-1}$, $560-520\text{ см}^{-1}$ и $480-440\text{ см}^{-1}$ соответственно обусловлены валентными частотами колебаний ν_{C-O} , ν_{Nb-O} и ν_{Nb-N} связей.

По этим данным можно предположить, что $NbCl_5$ с основаниями Манниха образует внутрикомплексные соединения, что со своей стороны осуществляется с помощью содержащих в лиганде N—H группировкой анилина и OH группы 8-оксихинолина.

Предполагается, что основания Манниха выступают в роли бидентантных циклообразующих лигандов; наличие хелатообразующей группировки 8-оксихинолина обуславливают их ценность с точки зрения возможности использования для получения внутрикомплексных соединений.

Были проведены также термогравиметрические исследования некоторых полученных комплексных соединений $NbCl_5$ с основаниями Манниха. Термическое разложение комплексов начинается с постепенного отщепления молекул лиганда, они разлагаются в интервале $200-300^\circ\text{C}$. Сказывается влияние заместителей и их можно расположить в следующий ряд по признаку их термостойкости:



Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.11.1986)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ლ. უგულავა, ე. დოქოძე, ნ. ვიციხელაძე

მანხის ფშქებთან ხუთქლორიანი ნიობუმის შიდამოლეკულური ნაერთების სინთეზი და გამოკვლევა

რეზიუმე

სინთეზირებულია ლიტერატურაში უცნობი ხუთქლორიანი ნიობუმის შიდამოლეკულური ნაერთები მანხის ფუქებთან.



სპექტრალური მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ $NbCl_5$ მანის ფუძეებთან წარმოქმნის შიდამოლეკულურ ნაერთებს, რაც ხორციელდება ლიგანდის შემცველი ბენზალანილინების N—H და 8-ოქსიქინოლინის O—H ბმების ხარჯზე.

მიღებულია კომპლექსური ნაერთები $NbCl_5 : Lig=1 : 2$ შეღვენილობით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. A. UGULAVA, E. P. DOKSOPULO, N. I. PIRTSKHALAVA

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF 5-CHLORONIBIUM
INTRAMOLECULAR COMPLEXES WITH MANNICH BASES

Summary

5-chloroniobium intramolecular complexes with Mannich bases have been synthesized, previously unknown in the literature on the subject.

On the basis of spectral data it has been established that in reaction with Mannich bases $NbCl_5$ forms intramolecular complexes, which takes place at the expense of ligand-containing benzalanyline N-H and 8-oxychinoline O-H bonds.

Complexes of the structure: $NbCl_5 : Lig=1:2$ have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

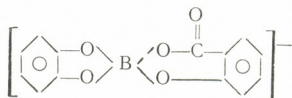
1. Л. А. Угулава, Н. И. Пирцхалава и др. Сообщения АН ГССР, 75, № 3, 1974.
2. Л. А. Угулава, Н. И. Пирцхалава и др. ЖОХ, 14, 1975, 1575.
3. Чжуай Я-уй, И. А. Савичи др. Вестн. МГУ, 3, сер. хим., 1960.
4. Л. В. Сурпина и др. ЖОХ, 10, 1971, 2279.
5. F. Pirrone. Gott. chemical 70. 520, 1940, 71, 320, 1941.
6. Л. А. Угулава, Э. П. Доксопуло, Н. И. Пирцхалава. Тезисы докл. на V Всесоюзном совещ. по химии неводных растворов неорганических и комплексных соединений. Ростов-на-Дону, 44, 1985.
7. Е. П. Тралина и др. ЖНХ, № 5, 1960, 1902.

Б. Д. ДЖИОШВИЛИ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА, Л. Г. ТУРИАШВИЛИ

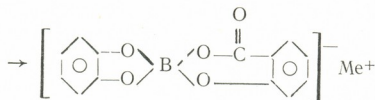
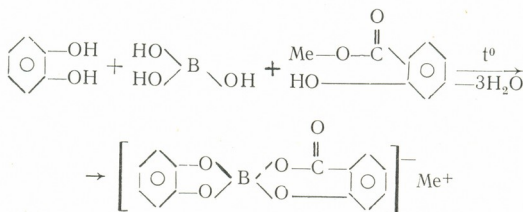
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
 ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ
 ПИРОКАТЕХИНСАЛИЦИЛБОРАТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 26.6.1987)

Среди описанных в литературе анионных комплексов борной и салициловой кислот [1] или борной кислоты с пирокатехином [2] нет сведений о синтезе комплексных соединений бора, у которых борат-анион одновременно содержал бы радикалы салициловой кислоты —O—C₆H₄—COO— и пирокатехина —O—C₆H₄—O, связанные с четырехкоординационным атомом бора



Для восполнения этого пробела мы сочли нужным изучить поведение борной кислоты в реакциях этерификации с пирокатехином и салициловой кислотой или ее солями щелочных металлов. Оказалось, что при нагревании эквимольных количеств упомянутых выше веществ в среде толуола и при непрерывном удалении воды из реакционной среды в виде азеотропной смеси с толуолом, реакция протекает с образованием спирановых комплексов борной кислоты



где M=Na, K, Rb, Cs, H.

Синтезированные соединения (табл. 1) представляют собой мелкокристаллические вещества белого цвета, почти не растворимые в органических растворителях, кроме ДМФА и ДМСО. При нагревании они растворяются в воде, но, очевидно, при этом происходит гидролиз.

Для установления химического состава образцы синтезированных соединений анализировали на содержание углерода, водорода, бора и соответствующего металла по общепринятым методикам. Углерод и водород определяли микросожжением. Щелочные металлы и бор определяли в одном растворе кислотно-основным титрованием.



ИК-спектры поглощения ($400-4000 \text{ см}^{-1}$) записывали на инфракрасном спектрофотометре UR-20 с применением обычной методики растирания образцов с вазелиновым и фторированным маслами.

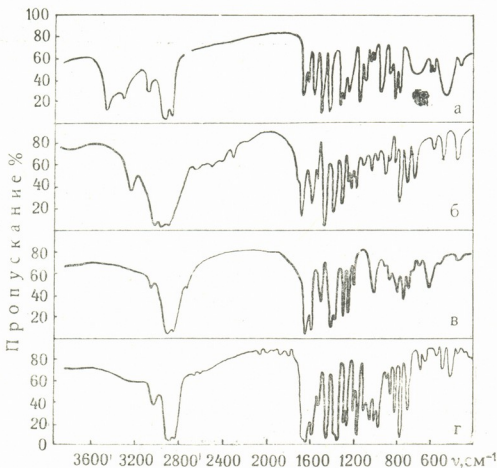


Рис. 1. ИК-спектры поглощения: а—пирокатехина, б—салициловой кислоты, в—натриевой соли салициловой кислоты, г—пирокатехинсалицилбората натрия

Методом изотермического прокаливания было установлено, что синтезированные комплексные соединения при нагревании до 250°C не претерпевают каких-либо изменений. Этот факт свидетельствует

Таблица 1

Состав пирокатехинсалицилборатов щелочных металлов и пирокатехинсалицилборной кислоты

| Соединение | Масс. % | | | | | | | | |
|--|---------|------|-------|------|---|-----------|------|-------|------|
| | Найдено | | | | Формула | Вычислено | | | |
| | Ме | Н | С | В | | Ме | Н | С | В |
| $\text{Na}[\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{B}]$ | 7,77 | 2,54 | 55,13 | 3,72 | $\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{BNa}$ | 8,27 | 2,87 | 56,11 | 3,95 |
| $\text{K}[\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{B}]$ | 12,58 | 2,61 | 51,23 | 3,55 | $\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{BK}$ | 13,26 | 2,72 | 52,70 | 3,74 |
| $\text{Rb}[\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{B}]$ | 23,20 | 2,11 | 45,02 | 3,00 | $\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{BRb}$ | 25,00 | 2,35 | 45,88 | 3,23 |
| $\text{Cs}[\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{B}]$ | 32,58 | 1,89 | 39,18 | 2,42 | $\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{BCs}$ | 34,27 | 2,06 | 40,20 | 2,83 |
| $\text{H}[\text{C}_{13}\text{H}_8\text{O}_5\text{B}]$ | — | 3,21 | 60,36 | 3,92 | $\text{C}_{13}\text{H}_9\text{O}_5\text{B}$ | — | 3,51 | 60,93 | 4,29 |

о том, что они являются безводными комплексами. Нагревание выше 250°C сопровождается изменением структуры, что выражается изменением цвета, выделением CO_2 и воды и значительной потерей массы. При дальнейшем нагревании до $800-850^\circ\text{C}$ органическая составляющая полностью выгорает и остаток, как показали результаты химического анализа, представляет собой монобораты щелочных металлов с соотношением оксидов $\text{Me}_2\text{O}:\text{B}_2\text{O}_3 = 1:1$ (табл. 2).

На основе анализа ИК-спектров дана предположительная структура пирокатехинсалицилборатов. ИК-спектры поглощения соединений весьма сложны, они показаны на рис. 1 в сравнении с ИК-спектрами пирокатехина, салициловой кислоты и ее натриевой соли.

Таблица 2

Состав остатков, полученных прокаливанием пирокатехинсалицилборатов (масс. %, $t^\circ=800-850^\circ\text{C}$)

| Соединение | Масса остатка, % | | Найдено, % | | Формула | Вычислено, % | |
|---|---------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | при изотермическом прокаливании | теоретическая | Me ₂ O | B ₂ O ₃ | | Me ₂ O | B ₂ O ₃ |
| Na[C ₁₃ H ₈ O ₅ B] | 23,48 | 23,74 | 46,12 | 52,76 | Na BO ₂ | 46,96 | 53,03 |
| K[C ₁₃ H ₈ O ₅ B] | 27,32 | 27,89 | 56,47 | 41,61 | K BO ₂ | 57,31 | 42,68 |
| Rb[C ₁₃ H ₈ O ₅ B] | 38,00 | 37,64 | 71,75 | 26,34 | Rb BO ₂ | 72,65 | 27,34 |
| Cs[C ₁₃ H ₈ O ₅ B] | 45,09 | 45,36 | 79,42 | 19,17 | Cs BO ₂ | 80,11 | 19,88 |
| H[C ₁₃ H ₈ O ₅ O] | 12,29 | 13,67 | — | 93,18 | B ₂ O ₃ | — | — |

В ИК-спектрах поглощения соединений имеются полосы поглощения при 500—520, 950—980 и 1080 см⁻¹, относящиеся к валентным колебаниям В—О в тетраэдре BO₄ [3, 4]. Смещение полосы поглощения карбонильной группы с 1655 до 1685 см⁻¹ и исчезновение полосы поглощения, являющейся следствием взаимодействия δCO—δОН (1170 см⁻¹), а также δОН карбоксила при 2850 см⁻¹ свидетельствует о замещении водорода карбоксильной группы бором.

С помощью химического и спектральных анализов, а также методом изотермического прокалывания были установлены состав и предположительная структура пирокатехинсалицилборной кислоты и пирокатехинсалицилборатов натрия, калия, рубидия и цезия.

Таким образом, нами впервые получены спирановые комплексные соединения щелочных металлов на основе реакции этерификации борной кислоты пирокатехином и салицилатами щелочных металлов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.9.1987)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. ჯიოჯიშილი, ნ. ფირცხალავა, ლ. ტურიაშვილი

ტუტე ლითონთა კომპლექსური ნაერთების სინთეზი პიროკატეხინ-სალიცილბორატების საფუძველზე და მათი თვისებები

რეზიუმე

პიროკატეხინის და სალიცილმუჟავას ან ტუტე ლითონთა სალიცილატების ბორის მუჟავასთან ერთდროული მოქმედებით წარმოიქმნება სპირანული კომპლექსური ნაერთები, რომლებშიც ბორის ატომის კოორდინაციული რიცხვი ოთხის ტოლია.



დადგენილია კომპლექსნაერთების შედგენილობა და აღნაგობა როგორც ქიმიური ისე შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრალური ანალიზების მიხედვით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

B. D. JIOSHVILI, N. I. PIRTSKHALAVA, L. G. TURIASHVILI

SYNTHESIS OF COMPLEX COMPOUNDS OF ALKALI METALS ON THE BASE OF PYROCATECHOL-SALICYL BORATES AND THEIR PROPERTIES

Summary

In the case of simultaneous interaction of pyrocatechol and salicyl acid or alkali metals salicylates with boric acid the spiro-complex compounds were formed with coordination number of boron equal to 4. The structure of these complex compounds was determined by chemical methods and infrared spectroscopy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Schaefer. Z. anorg. allg. Chem. 259, № 1, 1949, 87.
2. Е. М. Шварц. Комплексные соединения бора с полиоксисоединениями. Рига, 1968.
3. K. Nakamoto *et al.* Spectrochim. Acta, 21, 1965, 379.
4. Е. М. Шварц, В. К. Марданенко. Изв. АН Латв. ССР. Сер. хим. 1977, № 3, 276.












Р. М. ЛАГИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. КОВЗИРИДЗЕ,
 Д. Г. ЧАВЧАНИДЗЕ, Д. А. ПАЛАВАНДИШВИЛИ, Н. И. ЧАДУНЕЛИ

СИНТЕЗ ПЕРГИДРЮРОВ ЗАМЕЩЕННЫХ
 ДИБЕНЗОПЕНТАЛАНОВ

Термин «нафтены» впервые был предложен В. В. Марковниковым в конце прошлого столетия. С тех пор его значение расширилось, постепенно охватывая новые, в том числе весьма сложные по строению циклические углеводороды. После синтеза первых представителей этого класса соединений и использования их для решения важнейших задач по установлению химического состава низкокипящей части нефти особое внимание исследователей привлекает изучение химической природы значительно более сложных углеводородов, входящих в состав ее высококипящей части. В этом плане одной из важнейших задач является разработка способов синтеза новых сложных модельных углеводородов [1]. Ранее с этой целью были получены продукты гидри-

Таблица 1

| № соед. | Исходные углеводороды | Т. пл. °С | Брутто-формула | Молек. вес по масс-спектру | %С | | %Н | | Литература |
|---------|-----------------------|-----------|---------------------------------|----------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|------------|
| | | | | | Найдено | Вычислено | Найдено | Вычислено | |
| I | | 83—84 | C ₂₀ H ₂₂ | 262 | 91,63 91,74 | 91,60 | 8,57 8,87 | 8,40 | 2 |
| II | | 113—114 | C ₂₄ H ₃₀ | 318 | 90,51 90,48 | 90,57 | 9,42 9,47 | 9,43 | 3 |
| III | | 82—83 | C ₂₄ H ₂₆ | 314 | 91,93 91,85 | 91,72 | 8,95 8,44 | 8,28 | 4 |
| IV | | 188—189 | C ₂₆ H ₃₀ | 342 | 90,98 91,11 | 91,23 | 8,86 8,83 | 8,77 | 4 |
| V | | 147—148 | C ₂₄ H ₃₀ | 318 | 90,74 90,80 | 90,56 | 9,28 9,17 | 9,43 | 5 |
| VI | | 116—117 | C ₂₄ H ₃₀ | 318 | 90,49 90,62 | 90,56 | 9,50 9,62 | 9,43 | 5 |
| VII | | 136—137 | C ₂₄ H ₃₀ | 318 | 90,27 90,56 | 90,56 | 9,52 9,68 | 9,43 | 6 |
| VIII | | 185—186 | C ₂₈ H ₃₈ | 374 | 89,70 89,71 | 89,84 | 10,22 10,24 | 10,16 | 7 |
| IX | | 250—251 | C ₂₈ H ₃₄ | 370 | 90,87 90,94 | 90,81 | 9,37 9,38 | 9,18 | 6 |

| № соед. | Гидрированные углеводороды | Т. кип. °С/мм | n_D^{20} | d_4^{20} | M_{rD} | MR | %C | | %H | | Молек. вес по масс- спектру | Брутто- формула |
|------------|---|---------------------|------------|------------|----------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|
| | | | | | | | Найдено | Вычис- лено | Найдено | Вычис- лено | | |
| X |  | 103—105 (1 мм) | 1,4798 | 0,9074 | 85,74 | 85,76 | 87,39 87,34 | 87,59 | 12,44 12,56 | 12,40 | 274 | $C_{20}H_{34}$ |
| XI |  | 98—99 (2,5 мм) | 1,4920 | 0,9104 | 106,31 | 105,79 | 86,74 86,66 | 86,74 | 13,24 13,28 | 13,25 | 332 | $C_{24}H_{44}$ |
| XII |  | 170—172 (1—2 мм) | 1,5290 | 1,0093 | 99,31 | 99,09 | 88,22 87,95 | 88,34 | 11,92 11,94 | 11,65 | 326 | $C_{21}H_{38}$ |
| XIII |  | 176—178 (1—2 мм) | 1,5187 | 0,9934 | 108,93 | 108,12 | 88,03 87,94 | 88,19 | 11,88 11,93 | 11,80 | 354 | $C_{26}H_{42}$ |
| XIV |  | 140—142 (2—3 мм) | 1,4863 | 0,9065 | 104,11 | 104,68 | 87,22 87,18 | 87,27 | 12,62 12,58 | 12,72 | 330 | $C_{24}H_{42}$ |
| XV |  | 142 (1—2 мм) | 1,4841 | 0,8951 | 104,11 | 105,47 | 86,98 87,16 | 87,27 | 12,42 12,86 | 12,72 | 330 | $C_{24}H_{42}$ |
| XVI |  | 135—136 (1—2 мм) | 1,4856 | 0,9008 | 104,11 | 105,12 | 86,93 87,08 | 87,27 | 12,58 12,44 | 12,72 | 330 | $C_{24}H_{42}$ |
| XVII |  | 148—151 (2—3 мм) | 1,5147 | 0,9526 | 122,56 | 122,21 | 87,02 86,92 | 87,04 | 12,88 12,92 | 12,95 | 386 | $C_{28}H_{50}$ |
| XVIII |  | 162—165 (1—2 мм) | 1,5146 | 0,9781 | 118,16 | 117,73 | 87,58 88,02 | 87,95 | 12,09 12,22 | 12,04 | 382 | $C_{28}H_{48}$ |

рования 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензопенталана (I) [2], 2-фенил-1,1-диэтил-3(3'-пентил)индена (II) [3], диспиро/5,1'10,1''-дициклопентан-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена/(III) [4] и диспиро-/5,1',10,1''-дициклогексан-4b,5, 9b, 10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена/(IV) [4] — соответствующие пергидриды (X—XIII).

В настоящей работе в качестве исходных продуктов использованы ранее синтезированные замещенные дибензопенталаны: 2,3,5,5,7,8,10,10-октаметил-4b,5,9b, 10-тетрагидроиндено(2,1-a)инден (V) [5], 1,3,5,5,6,8,10,10-октаметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)инден (VI) [5], 1,4,5,5,6,9,10,10-октаметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено-(2,1-a)инден (VII) [6], 2,3,7,8-тетраметил-5,5,10,10-тетраэтил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)инден (VIII) [7] и диспиро/2,7-диметил-5,1',10,1''-дициклогексан-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)-инден (IX) [6].

Гидрированием соединений (V—IX) в условиях, описанных в работах [2—4], получены соответствующие пергидриды: 2, 2, 6, 7, 10, 10, 14, 15-октаметилтетрацикло(10,4,0^{1,12}, 0^{3,11}, 0^{4,9}) гексадекан (XIV), 2,2,5,7,10,10,13,15-октаметилтетрацикло(10,4,0^{1,12}, 0^{3,11}, 0^{4,9})гексадекан (XV), 2,2,5,8,10,10,13,16-октаметилтетрацикло(10,4,0^{1,12}, 0^{3,11}, 0^{4,9})гексадекан (XVI), 6,7,14,15-тетраметил-2,2,10,10-тетраэтилтетрацикло(10,4,0^{1,12}, 0^{3,11}, 0^{4,9}) гексадекан (XVII) и диспиро-[6,14-диметил-2,1',10,1''-дициклогексантетрацикло(10,4,0^{1,12}, 0^{3,11}, 0^{4,9})гексадекан] (XVIII).

Структурные формулы и основные показатели всех вышеуказанных исходных углеводородов и их пергидридов приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

Масс-спектры исходных дибензопенталанов (I—IX) и продуктов их исчерпывающего гидрирования (X—XVIII) сняты на хроматомасс-спектрометре «Хромасс ЛКБ-2091» с компьютерной обработкой данных системой ЛКБ-213. Капиллярная колонка с апиезоном L, спектры получены при 70 э. в.

Гидрирование проводили в автоклавах с объемами 250—500 мл, под давлением водорода 100—120 атм; температура 140—150°C, катализатором использовали Ni-Ренея; продолжительность процесса 20—25 часов. Гидрирование соединения (II) проводили в описанных условиях, при более высокой температуре [3].

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 11.10.1986)

ორბანული კვირა

რ. ლაღიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. კოჭიანიძე,
 დ. ზაზანიძე, დ. ფალავანდიშვილი, ნ. ჩაღუნელი

ჩანაცვლებული დიბენზოპენტალანების კერპიდრიდების სინთეზი

რეზიუმე

ჩანაცვლებული დიბენზოპენტალანების საფუძველზე განხორციელებულია ნაფტენური ტიპის ხუთი ახალი მოდელოური ნახშირწყალბადის სინთეზი.

R. M. LAGIDZE, T. A. KOVZIRIDZE, D. G. CHAVCHANIDZE,
D. A. PALAVANDISHVILI, N. I. CHADUNELI

THE SYNTHESIS OF PERHYDRURES OF SUBSTITUTED DIBENZOPENTALANES

Summary

On the basis of substituted dibenzopentalanes five new naphthenic model hydrocarbons have been synthesized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ал. А. Петров. Химия нафтенов. М., 1971.
2. Р. М. Лагидзе, Т. А. Ковзиридзе, Ш. Д. Куправа, С. С. Берман, Ал. А. Петров. Сообщения АН ГССР, 105, № 2, 1982, 313.
3. И. М. Соколова, Т. А. Ковзиридзе, Д. Г. Чавчанидзе, Ш. М. Жвания, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 116, № 2, 1984, 317.
4. Т. А. Ковзиридзе, Д. Г. Чавчанидзе, А. И. Двалишвили, С. С. Берман, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987, 537.
5. Р. М. Лагидзе, Л. П. Чигогидзе, Н. К. Иремадзе, Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония. Сообщения АН ГССР, XXV, № 1, 1960, 20.
6. Р. М. Лагидзе, Н. К. Иремадзе, Ш. Д. Куправа, А. Д. Петров. ДАН СССР, 121, № 3, 1958, 470.
7. Р. М. Лагидзе, Д. Г. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, XXXVII, № 2, 1965, 312.

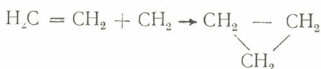


М. И. ГВЕРДЦИТЕЛИ

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕАКЦИИ
 ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСТРУЗИИ

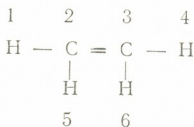
(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 17.10.1986)

Среди реакций внедрения особый интерес представляют процессы, которые приводят к превращению двойной связи в трехчленный цикл путем включения дополнительного звена [1]. Ниже приведена модельная схема этих процессов:



Разработана методика записи органических молекул в виде квадратных симметричных матриц, диагональными элементами которых являются порядковые номера химических элементов, недиагональными элементами—кратность химических связей (ПНС-матрицы) [2, 3].

Рассмотрим методику построения ПНС-матриц на примере этилена. Ниже приведена структурная формула этилена с нумерацией входящих в нее атомов:



Соответствующая ПНС-матрица имеет вид

$$\left\| \begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 2 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 6 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\|$$

Первый столбец матрицы соответствует атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой «1», второй столбец — атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой «2» и т. д. Цифры в первом столбце означают: «1» — порядковый номер водорода; «1» —

кратность связи между водородом и углеродом; четыре «0» — водород «1», кроме соседнего углерода, не связан с другими атомами. Аналогично построены и другие столбцы ПНС-матрицы.

Матричная запись всей модельной реакции имеет вид

$$\begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{cccccccccc}
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 6 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 2 & 6 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0
 \end{array} \right) \longrightarrow \\
 \left(\begin{array}{cccccccccc}
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 6 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 6 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 1 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Оказалось, что значение детерминанта ПНС-матрицы реагентов меньше, чем для продукта реакции:

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i = 54 - 48 > 0,$$

где: Δ_f — значение детерминанта ПНС-матрицы продукта; Δ_i — значение детерминанта ПНС-матрицы реагента; Δ_r — изменение значения детерминанта в процессе реакции.

Таким образом, можно заключить, что процесс внедрения сопровождается увеличением детерминанта ПНС-матриц. Естественно, что процесс экструзии подчиняется обратной закономерности.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.10.1986)

ორგანული ქიმია

მ. გვერდციტილი

ჩანერგვისა და ექსტრუზიის რეაქციების ალგებრული დახასიათება
 რეზიუმე

შემუშავებულია ორგანული ნაერთების ჩაწერის მეთოდი კვადრატულ-სიმეტრიული მატრიცების სახით. ამ მიდგომის ფარგლებში ჩატარებულია ჩანერგვისა და ექსტრუზიის რეაქციების ალგებრული ანალიზი.

M. I. GVERDTSITELI

ALGEBRAIC CHARACTERISTICS OF INTRUSION AND EXTRUSION REACTIONS

Summary

Algebraic method of writing organic compounds in the form of square symmetric matrices has been elaborated. In terms of this method the processes of intrusion and extrusion have been analysed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ж. Матье, Р. Панико. Курс теоретических основ органической химии. М., 1975.
2. М. И. Гвердцители. Принципы номенклатуры органических соединений. Тбилиси, 1983.
3. М. И. Гвердцители, Р. О. Девдариани. Изв. АН ГССР, сер. хим., 12, 231, 1986.

Д. Н. АНЕЛИ, Д. Г. ПАГАВА, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

РЕЛАКСАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ РЕЗИН

Возможность применения электропроводящих полимерных композиций для изготовления из них не только резисторов и антистатиков, но и чувствительных к механическим деформациям элементов [1] вызывает в настоящее время нарастающий интерес к исследованию физических свойств отмеченных материалов.

Как известно [2], одним из важных процессов, протекающих в полимерах при деформации, является релаксация механического напряжения. Известно также, что проводящая система, построенная на основе частиц электропроводящего наполнителя (технический углерод, графит, металлические порошки), находится в тесном контакте с полимерной матрицей [3]. Поэтому представляет интерес выяснить поведение электрического удельного сопротивления электропроводящего полимерного материала в процессе релаксации механического напряжения.

В качестве объекта исследования была использована электропроводящая резина, полученная на основе кремнийорганического каучука марки СКТВ и наполнителя — технического углерода марки ПМЭ-100В по способу, отмеченному в работе [4]. Эксперименты были проведены на резинах с двумя концентрациями наполнителя 50 (композиция K_1) и 60 (композиция K_2) массовых частей.

Эксперимент по определению удельного электрического сопротивления ρ_v в процессе релаксации напряжения σ был проведен следующим образом. Образец в виде тонкого (2 мм) листа электропроводящей резины растягивали на вытяжной машине до определенной деформации ϵ и сразу с момента прекращения растяжения записывали на ленте самописца изменения ρ_v со временем t при синхронной регистрации временной зависимости величины σ при фиксированной деформации ϵ . Так были сняты зависимости для резин с двумя концентрациями наполнителя +50 (K_1) и 60 (K_2) массовых частей при различных степенях растяжения образцов.

Как видно из рис. 1, значения ρ_v в период релаксации напряжения σ возрастают. При этом увеличение протекает быстрее у композиции K_2 по сравнению с композицией K_1 . Следует отметить синхронность изменений ρ_v и σ в процессе релаксации при всех значениях деформаций образцов.

Увеличение ρ_v во время релаксации σ можно объяснить на основе явления разупорядоченности структуры эластомера, имеющей место обычно в момент остановки деформации. При этом система



«стремиться» ослабить эффект внешнего воздействия (согласно принципу Ле-Шателье), в результате которого внутренние механические напряжения ослабляются путем перехода более упорядоченной структуры в менее упорядоченную в данной стадии деформации резины. Исходя из наиболее распространенной модели электропроводящих полимерных материалов [1], представляющих собой электропроводящую пространственную сажевую сеть в матрице эластомера, можно

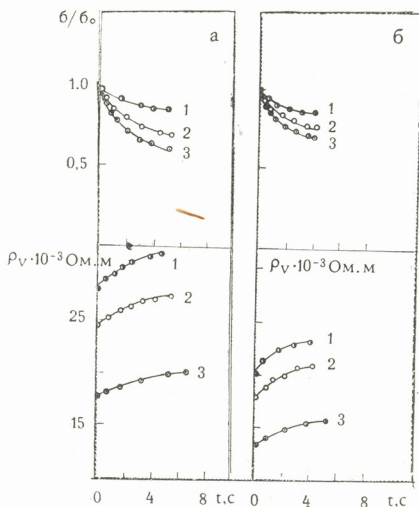


Рис. 1. Временные зависимости σ и ρ_v в процессе релаксации напряжения в композициях K_1 (а) при $\epsilon=66$ (1), 133 (2) и 200% (3) и K_2 (б) при $\epsilon=33$ (1), 50 (2) и 66% (3)

предположить, что разупорядоченность в системе макромолекул влечет за собой процесс разрушения проводящей сети в такой же степени, и, следовательно, увеличение ρ_v материала.

Анализ временных зависимостей ρ_v при релаксации показал, что они удовлетворительно описываются выражением

$$\rho_v = \rho_\infty - (\rho_\infty - \rho_1) e^{-t/\tau}, \quad (1)$$

где ρ_1 и ρ_∞ — удельное объемное сопротивление соответственно в начале и через бесконечно длительное время релаксации при определенной деформации; τ — время релаксации σ .

Формула (1) аналогична решению дифференциального уравнения, описывающего кинетику релаксации по модели, предложенной в работе [5], согласно которой кинетика развития деформации определяется свойствами последовательно соединенных пружины и демпфера:

$$\frac{d(\sigma - \sigma_\infty)}{dt} = E_1 \frac{d\epsilon}{dt} - \frac{\sigma_1 - \sigma_\infty}{\tau}, \quad (2)$$

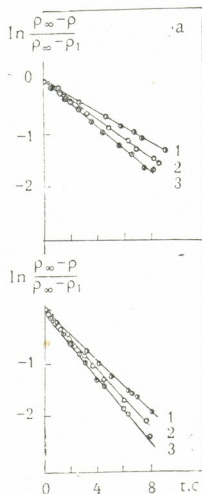
где σ_1 и σ_∞ — соответственно механическое напряжение в начале и через бесконечно длительное время релаксации при определенной деформации образца.

Прологарифмировав формулу (1), получим

$$\ln \frac{\rho_v - \rho_\infty}{\rho_1 - \rho_\infty} = -\frac{t}{\tau} \quad (3)$$

Как видно из рис. 2, временные зависимости ρ_v в координатах формулы (3) спрямляются, что позволяет утверждать правомерность применения отмеченной модели к кинетике изменения ρ_v при растя-

Рис. 2. Зависимости в координатах формулы (3) для композиций K_1 (а) и K_2 (б). Нумерация кривых та же, что и на рис. 1



жении электропроводящей резины. По тангенсу угла наклона прямых (рис. 2) были определены времена релаксации ρ_v (таблица).

Времена релаксации ρ_v электропроводящих резин

| Композиция | K_1 | | | K_2 | | |
|---------------------|-------|------|------|-------|------|------|
| | 66 | 133 | 200 | 33 | 50 | 60 |
| Деформация, % | 66 | 133 | 200 | 33 | 50 | 60 |
| Время релаксации, с | 1 | 0,83 | 0,77 | 0,52 | 0,50 | 0,44 |

Данные таблицы свидетельствуют о том, что увеличение деформации полимеров, как и следовало ожидать, приводит к увеличению скорости релаксации. В свою очередь, повышение жесткости системы вследствие увеличения степени наполнителя способствует ускорению механических релаксационных процессов.

Грузинский научно-исследовательский институт энергетики и гидротехнических сооружений

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.12.1986)

ჯ. ანელი, დ. ფაღავა, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

ელექტრული წინაღობის რელაქსაცია ელექტროგამტარი რეზინების დეფორმაციის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია კუთრი ელექტრული წინაღობის ცვლილების ხასიათი ელექტროგამტარი რეზინების მექანიკური დაბვის რელაქსაციის პროცესში. მექანიკური დაბვისა და ელექტრული წინაღობის რელაქსაციის სიჩქარეები ელექტროგამტარ რეზინებში ერთი რიგისაა.

PHYSICAL CHEMISTRY

J. N. ANELI, D. G. PAGAVA, L. M. KHANANASHVILI

RELAXATION OF ELECTRICAL RESISTANCE UNDER DEFORMATION OF CONDUCTIVE RUBBERS

Summary

A study has been made of the behaviour of specific electrical resistance during the relaxation of mechanical stress of conductive rubbers. It is shown that relaxation rates of mechanical stress and electrical resistance of conductive rubbers are of one and the same order.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Калмыкова, В. С. Крикоров. Электропроводящие полимерные материалы. М., 1984.
2. Л. Нильсен. Механические свойства полимеров и полимерных композиций. М., 1978.
3. В. Е. Гуль, Л. З. Шенфиль. Электропроводящие полимерные композиции. М., 1984.
4. Д. Н. Анели, Д. Г. Пагава и др. Сообщения АН ГССР, 110, № 3, 1983, 533.
5. Г. М. Баргенов. ДАН СССР, т. 275, № 1, 1984, 130.

Е. П. БУАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА МЕТОДОМ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 24.10.1986)

Как было отмечено [1], при ИК-спектральном анализе шелка, обработанного композицией бентонит-гидрофобизатор, наблюдались сдвиги частот и изменение интенсивностей полос поглощения лигандных групп, что свидетельствует об участии групп в комплексообразовании. Метод нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО) позволяет получить картину поверхности волокна, что важно для рассматриваемого случая, так как в модифицированном шелке происходит в основном изменение на поверхности нитей.

Для получения спектров использовались приставки многократного нарушенного полного внутреннего отражения, помещенные в ИК-спектрофотометре UR-20. Основной частью последнего служит элемент МНПВО в виде параллелограмма, изготовленного из высокопреломляющего кристалла $KnS-5$ (бромидит таллия).

В приставке применялись элементы с углом падения 45° и с шестикратным отражением.

Снимались спектры следующих образцов: шелк исходный (в дальнейшем именуемый Ш); шелк, обработанный 5%-ной бентонитовой суспензией (в дальнейшем именуемый Ш+Б); шелк, обработанный 5%-ной композицией бентонита и гидрофобизатора (ДОБА) + Si^- , (в дальнейшем именуемый Ш+Б+Д); шелк, обработанный 8%-ной композицией бентонита и гидрофобизатора.

Как и в случае спектров поглощения [1], для решения задачи о механизме взаимодействия фибрина с пропитывающими композициями были использованы относительные плотности D/D_{2960} . Относительные оптические плотности спектров отражения и изменение интенсивностей полосы даны в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Относительные оптические плотности в спектрах МНПВО

| Волновое число, см ⁻¹ | Ш | Ш+Б | Ш+Б+Д, 5%-ная обработка | Ш+Б+Д, 8%-ная обработка | D/D_{2960} | | | |
|--|-------|-------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | Ш | Ш+Б | Ш+Б+Д, 5%-ная обработка | Ш+Б+Д, 8%-ная обработка |
| 2260 | 0,205 | 0,233 | 0,269 | 0,167 | 2,66 | 2,33 | 1,78 | 0,87 |
| 2960 | 0,077 | 0,100 | 0,151 | 0,192 | — | — | — | — |
| 1620 | 0,450 | 0,574 | 0,675 | 0,372 | 6,84 | 5,74 | 4,47 | 4,93 |
| 1500 | 0,529 | 0,410 | 0,498 | 0,319 | 6,87 | 4,10 | 3,30 | 1,66 |
| 1040 | 0,266 | 0,672 | 0,839 | 0,839 | 2,94 | 6,72 | 5,56 | 4,36 |

Изменение интенсивностей полос в спектрах МНПВО

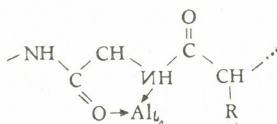
| Волновое число, см ⁻¹ | Отнесение полос | Снижение интенсивностей, % | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | $\frac{\text{Ш+Б}}{\text{Ш}}$ | $\frac{\text{Ш+Б+Д}}{\text{Ш}}$ |
| 3300 | | 12,4 | 33 |
| 1520 | | 40 | 52 |
| 1620 | | 1,7 | 23,5 |

В спектрах МНПВО наблюдаются существенные различия между шелком, обработанным бентонитом, и шелком, не обработанным им. Эти различия свидетельствуют о химическом взаимодействии лигандных групп волокна с компонентами глины. При обработке шелка бентонитом в отсутствие гидрофобизатора имеют место смещение и расширение полосы группы Н и изменение соотношения интенсивностей полос NH и CO.

В спектрах МНПВО отмечается более резкое изменение интенсивности полос по сравнению со спектрами поглощения. Интенсивность полосы 3300 см⁻¹ снижается на 33%, полосы 1520 см⁻¹ — на 52%, а полосы 1620 см⁻¹ — на 23%.

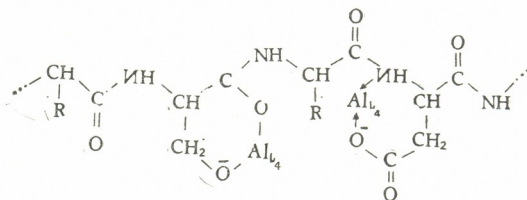
Согласно последним литературным данным [2, 3], сдвиг частот и изменение интенсивности полос поглощения лигандных групп свидетельствуют об участии указанных групп в комплексообразовании. Поэтому наблюдаемые смещения полос поглощения для групп NH и CO и изменение соотношений интенсивностей полос подтверждают возможность участия в комплексообразовании остатков аспарагиновой и глутаминовой кислот (COOH,—COO), серина и тирозина (—OH), азота и имидазольного кольца гистидина и других групп. При этом вероятно образование хелатных циклов:

1) при участии амидных (NH и CO) групп полипептидных цепей:



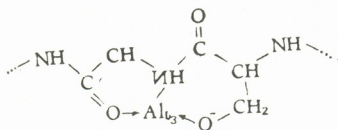
(L—OH, H₂O, O₂ — функциональные группы фиброина);

2) при участии групп CO и Н амидных связей, групп OH серина и группы COOH аспарагиновой кислоты:



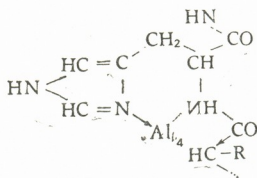
(L—OH, H₂O, O₂ — функциональные группы фиброина);

3) при участии амидных связей и группы OH серина:



(L—OH, H₂O, O₂ — функциональные группы фиброина);

4) при участии групп NH амидной связи и группы N гистидина:

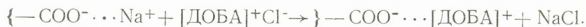


Поскольку для натурального шелка, обработанного бентонитом, изменения наблюдаются лишь в спектрах МНПВО, характеризующих поверхностный слой, и не наблюдаются в ИК-спектрах поглощения, можно сделать вывод о том, что, возможно, лишь часть бентонита связывается химическими (координационными) связями с функциональными группами поверхностного слоя шелка и эта часть, более прочно связанная с волокном, не сразу смывается при обработке ткани водой. Другая, большая часть бентонита сорбируется волокном и легко удаляется при промывании водой.

При обработке шелка бентонитовой глиной и гидрофобизатором в спектрах МНПВО также имеют место существенные изменения по сравнению со спектрами МНПВО для шелка, обработанного лишь бентонитом. Полосы групп NH (1520 см⁻¹) и CO (1620 см⁻¹) сдвигаются на 30 и 20 см⁻¹ соответственно, изменяется соотношение интенсивностей полос CO и NH, происходит расширение полосы NH. Все это скорее всего свидетельствует о химическом взаимодействии гидрофобизатора с фрагментами бентонита, закрепленного на полипептидных цепях шелка.

Параллельно с описанными выше изменениями в спектрах МНПВО шелка, обработанного бентонитом и гидрофобизатором, также значительно снижается интенсивность полос групп NH и CO. Аналогичное снижение интенсивностей тех же полос отмечается в ИК-спектрах [1], что говорит о возможности взаимодействия гидрофобизатора с обработанным волокном.

Вероятна обменная реакция между группами COO⁻ и NH шелка, связанными с компонентами глины и (ДОБА)⁺Cl⁻:



Продукт этой обменной реакции удерживается структурными группами фиброина в первую очередь за счет кулоновского взаимодействия между полярными группами фиброина (COO⁻ и NH₃⁺) и пропиток (бентонита и гидрофобизатора). Указанное взаимодействие приводит к нейтрализации ионных групп и соответственно к возможному снижению интенсивностей полос ν_{NH} и ν_{CO} .



Расширение и смещение полосы группы NH, вероятно, связано также с образованием комплекса Al с группами NH фиброина и группами гидрофобизатора, что приводит к упрочнению компонентов на поверхности шелка.

Метод нарушенного полного отражения еще раз доказывает возможность комплексообразования между шелком, бентонитом и гидрофобизатором.

Кутанский политехнический институт
им Н. И. Мухелишвили

(Поступило 24.10.1986)

ქიმიური ტექნოლოგია

მ. ბუაძე

მოდირიცირებული აბრეშუმის კვლევა დარღვეული სრული შიგა
არეკვლის მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილია მოდიფიცირებული ნატურალური აბრეშუმის ინტრაწითელი არეკვლის სპექტრები. დადგენილია, რომ აბრეშუმის დამუშავება კომპოზიციით (ბენტონიტი — [DOBA]+Cl⁻) იწვევს არეკვლის სპექტრების ზოლების არა შარტო ინტენსივობის შეცვლას და ზოლების გაფართოებას, არამედ მათ გადაინაცვლებას 30—20 სმ⁻¹-ით, რაც მიგვიითითებს კომპლექსნაერთების წარმოქმნაზე.

CHEMICAL TECHNOLOGY

E. P. BUADZE

A STUDY OF MODIFIED NATURAL SILK BY THE METHOD OF DISTURBED TOTAL INTERNAL REFLECTION

Summary

A study of IR reflection spectra of modified natural silk showed that silk processing with bentonite-[DOBA]+Cl⁻ composition not only brings about intensity alteration of reflection spectra bands and their broadening, but also results in their shift by 30—20 cm⁻¹, which is indicative of complex-formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. П. Буадзе, М. С. Мерабишвили, Л. Я. Красникова, М. В. Корчагин. Сообщения АН ГССР, 119, № 3, 1985, 537—539.
2. А. Мюллер. В кн.: «Колебательная спектроскопия». М., 1981.
3. А. Барнс, Ч. Орвил Томас. Там же.

Ц. М. ДАЛАКИШВИЛИ, Э. П. КЕМЕРТЕЛИДЗЕ (член-корреспондент
АН ГССР)

ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНЫ ЛИПИДОВ СЕМЯН ТРЕХ ВИДОВ DIGITALIS L.

Липиды семян *Digitalis purpurea* L. — наперстянки красной и *Digitalis ciliata* Trautv. — наперстянки реснитчатой, получаемые нами из отходов производства стероидного гликозида дигитонина, проявляют явновыраженное антивирусное действие [1], тогда как липиды семян *Digitalis ferruginea* L. — наперстянки ржавой не оказались биологически активными. Нами ранее было установлено, что липиды трех видов по своим физико-химическим свойствам близки друг к другу и имеют типичный состав для высших растений. Это обстоятельство вызвало интерес сравнительного изучения триацилглицеринового состава липидов вышеназванных наперстянок.

Семена собирали в стадии полной зрелости *Digitalis ciliata* и *Digitalis ferruginea* в селах Мулахи и Ифари Местийского района ГССР в 1985 г., а *Digitalis purpurea* были предоставлены из Апшеронского совхоза лекарственных растений (Краснодарский край).

Из суммы липидов трех видов *Digitalis* триацилглицерина (ТАГ) выделяли адсорбционной колоночной хроматографией на колонке силикагеля L 100/160 [2], фракции элюировали последовательно гексаном и смесью гексан-этиловый эфир с возрастающей полярностью. Для этой же цели применяли тонкослойную хроматографию (ТСХ) на силуфоле L 5/40, с добавкой 15% CaSO_4 , в системах растворителей гептан-метилэтилкетон-уксусная кислота (43:7:0,5) и гександиэтиловый эфир (7:3), двукратный подъем [2]. Для анализа ТАГ использовали метод ферментативного гидролиза [3], газо-жидкостную (ГЖХ) и тонкослойную хроматографию.

ГЖХ проводили на хроматографе «Рус 105» с пламенно-ионизационным детектором стеклянной капиллярной колонкой 60 м с OV 101, при температуре 200° и скорости газа-носителя He 40 мл/мин. Кислоты идентифицировали по эквиваленту длины цепи [4]. Позиционно-видовой состав ТАГ рассчитывали по видоизмененному методу Колемана [5]. Фактор селекции, % кислоты в 2-положении ТАГ определяли по формулам [6].

Как видно из табл. 1, насыщенные кислоты составляют незначительный % суммы, за исключением стеариновой кислоты *D. ferruginea*, и не имеют четко выраженной специфичности к 1,3-положениям. Пальмитиновая кислота *D. ciliata* почти полностью этерифицирована в 2-положении. Линолевая кислота в *D. purpurea* и *D. ciliata* равномерно распределена между 2- и 1,3-положениями. В *D. ferruginea* линолевая кислота в несколько большей степени находится в 1,3-, чем в



2-положении, что является исключением из общего правила для растительных липидов. Линоленовая и олеиновая кислоты этерифицированы в основном в 2-положении.

Таблица 1
Жирнокислотный состав триацил- и моноацилглицеринов, фактор селекции и % кислот в 2-положении липидов семян *Digitalis L.*

| Кислоты | <i>Digitalis purpurea</i> | | | | <i>Digitalis ciliata</i> | | | | <i>Digitalis ferruginea</i> | | | |
|----------------|---------------------------|------|-----------------|------------------------|--------------------------|------|-----------------|------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------------------------|
| | Содержание, % | | Фактор селекции | % кислот в 2-положении | Содержание, % | | Фактор селекции | % кислот в 2-положении | Содержание, % | | Фактор селекции | % кислот в 2-положении |
| | ТАГ | МАГ | | | ТАГ | МАГ | | | ТАГ | МАГ | | |
| 16 : 0 | 5,7 | 3,5 | 0,60 | 20,47 | 0,6 | 1,7 | 2,86 | 94,44 | 6,8 | 10,3 | 1,52 | 50,4 |
| 18 : 0 | 0,1 | 0,1 | 0,98 | 33,33 | 0,3 | 0,4 | 1,34 | 44,44 | 0,7 | — | — | — |
| 18 : 1 | 14,7 | 20,3 | 1,35 | 46,03 | 2,6 | 7,7 | 2,99 | 98,72 | 21,0 | 29,8 | 1,42 | 47,3 |
| 18 : 2 | 79,5 | 74,5 | 0,91 | 31,24 | 96,5 | 88,6 | 0,92 | 30,60 | 64,0 | 51,5 | 0,81 | 26,8 |
| 18 : 3 | сл | 1,6 | 1,53 | — | сл | 1,6 | 1,61 | — | 7,5 | 10,3 | 1,13 | 45,7 |
| Σ насыщенных | 5,8 | 3,6 | | | 0,9 | 2,1 | | | 7,5 | 10,3 | | |
| Σ ненасыщенных | 95,2 | 96,4 | | | 99,1 | 97,9 | | | 93,5 | 89,7 | | |

На основании данных жирнокислотного состава ТАГ и МАГ рассчитали позиционно-видовой состав ТАГ. Результаты представлены в табл. 2. Виды ТАГ с содержанием менее 0,1% в таблицу не включены.

Таблица 2
Позиционно-видовой состав триацилглицеринов липидов семян *Digitalis* (моль %)

| ТАГ с П* в 2-положении | Содержание | ТАГ с О* в 2-положении | Содержание | ТАГ с Л* в 2-положении | Содержание |
|-----------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
| <i>Digitalis ferruginea</i> | | | | | |
| НПО | 0,2 | ПОО | 0,6 | ПАП | 0,2 |
| ППЛ | 1,0 | ПОЛ | 3,8 | ПАО | 1,3 |
| ОПО | 0,3 | ООО | 0,1 | ПЛЛ | 5,7 |
| ОПЛ | 2,6 | ООЛ | 7,7 | ОЛО | 1,6 |
| ЛПЛ | 6,2 | ЛОЛ | 18,0 | ОЛЛ | 14,9 |
| | | | | ЛЛЛ | 35,8 |
| <i>Digitalis purpurea</i> | | | | | |
| ППЛ | 0,4 | ПОП | 0,1 | ПАП | 0,4 |
| ОПО | 0,1 | ПОО | 0,4 | ПЛО | 1,2 |
| ОПЛ | 0,8 | ПОЛ | 2,0 | ЛЛП | 8,6 |
| | | ООО | 0,3 | ОЛО | 1,1 |
| ЛПЛ | 2,4 | ООЛ | 3,8 | ЛЛО | 14,8 |
| | | ЛОЛ | 13,4 | ЛЛЛ | 50,2 |
| <i>Digitalis ciliata</i> | | | | | |
| ЛПЛ | 2,0 | ЛОЛ | 7,7 | ПЛЛ | 0,5 |
| | | | | ОЛЛ | 0,2 |
| | | | | ЛЛЛ | 89,6 |

* П — пальмитиновая и стеариновая, О — олеиновая, Л — линолевая и линоленовая кислоты.

Сравнение полученных данных показывает, что позиционно-видовой состав ТАГ липидов семян *D. purpurea* и *D. ferruginea* определяется 16, а *D. ciliata* — 5 видами. При этом основным видом ТАГ во всех видах *Digitalis* является трилинолеат. Обращает на себя внимание его особенно высокое содержание, достигающее до 90%, в липидах *Digitalis*.

Суммируя вышеприведенные данные по признаку предельности (П) и непредельности (Н) жирнокислотных радикалов, высчитали следующий позиционно-типовой состав ТАГ (%):

| | ППН | ТНП | ННП | НПН | Н ₃ |
|-----------------------------|-----|-----|------|-----|----------------|
| <i>Digitalis purpurea</i> | 0,4 | 0,5 | 22,2 | 3,3 | 83,6 |
| <i>Digitalis ciliata</i> | — | — | 0,5 | 2,0 | 97,5 |
| <i>Digitalis ferruginea</i> | 1,2 | 0,2 | 11,4 | 9,1 | 78,1 |

Как видно, в ТАГ изученных видов *Digitalis* практически отсутствуют тринасыщенные виды и доминируют виды триненасыщенных.

Данные позиционно-типового расчета позволяют сказать, что в диненасыщенных ТАГ *D. purpurea* и *D. ferruginea* у вторичной гидроксильной группы глицерина преобладают ненасыщенные жирные кислоты. В мононенасыщенных ТАГ *D. ferruginea* в этом же положении концентрируются насыщенные кислоты, а в *D. purpurea* насыщенные и ненасыщенные кислоты находятся в одинаковых количествах.

По типовому составу ТАГ *D. ciliata* отличается от двух других видов отсутствием динасыщенных ТАГ. В диненасыщенных видах среднее положение обогато насыщенными радикалами.

Исследованием триацилглицеринового состава липидов семян трех видов *Digitalis* установлены значительные различия в содержании определенных групп триацилглицеринов. Линолевая кислота в изученных видах не имеет четко выраженной специфичности заполнения 2-положения глицерина, в то время как олеиновая и линоленовая кислоты этерифицированы преимущественно в 2-положении ТАГ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Представлено 15.5.1987)

ფარმაკოქიმია

ც. დალაქიშვილი, ბ. ჰემერტილიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

DIGITALIS L. სამი სახეობის თესლევის ლიპიდების ტრიაცილგლიცერინები

რეზიუმე

შესწავლილია *Digitalis purpurea*, *Digitalis ciliata* და *Digitalis ferruginea*-ს თესლების ლიპიდების ტრიაცილგლიცერინების შედარებითი შემადგენლობა, *D. purpurea* და *D. ferruginea* ლიპიდებში გამოვლენილია ტრიაცილგლიცერინების 16, ხოლო *D. ciliata*-ში 5 სახეობა.

Ts. M. DALAKISHVILI, E. P. KEMERTELIDZE

 TRIACYLGLYCERINES OF THE LIPIDS FROM THE SEEDS OF 3
 SPECIES OF *DIGITALIS* L.

Summary

A study has been made of the triacylglycerine structure of the lipids from the seeds of *Digitalis purpurea* L., *Digitalis ciliata* Trautv., *Digitalis ferruginea* L. It is shown that the structure of TAG lipids from the seeds of *Digitalis purpurea* and *Digitalis ferruginea* is determined by 16 species, whereas that of *Digitalis ciliata*—by 5 species.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. П. Кемертелидзе, Ц. М. Далакишвили, Н. И. Пулузашвили, С. А. Вичканова, Л. Д. Шипулина, Л. И. Лютикова. БИ, № 30, 1979. Авт. свид. № 679212. 1979.
2. Ц. М. Далакишвили. ХПС, 1, 1983, 9.
3. А. А. Маркман, Т. В. Черненко, А. У. Умаров. Прикладная биохимия и микробиология, 5, 1969, 616.
4. Р. В. Головня, В. Г. Уралец, Т. Е. Кузменко. ЖАХ, 32, 1977, 340.
5. М. Н. Coleman. Biochem. et Biophys. acta. 67, 1969, 246.
6. Т. В. Панекина, С. Д. Гусакова, Е. М. Валевская, А. У. Умаров. ХПС, 5, 1979, 618.



В. С. АЛПАИДZE, Ф. К. ШЕНГЕЛИЯ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ И ХАРАКТЕРЕ ЗАЛЕГАНИЯ КОНГЛОМЕРАТОВ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ р. БЗЫБЬ (АБХАЗСКАЯ АССР)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.11.1986)

Уточнение возраста и установление характера залегания конгломератов правобережья р. Бзыбь имеют важное значение для реконструкции позднеэоценовой истории геологического развития Причерноморской полосы Грузии. Эти конгломераты до настоящего времени считаются мэотис-понтическими образованиями, залегающими несогласно и трансгрессивно на отложениях майкопской серии и известняках мел-нижнего палеогена, что находит отображение и на геологических картах. Однако еще А. Г. Эберзин [1], обнаруживший фауну мэотического, понтического и киммерийского ярусов в средней и верхней частях конгломератов, полагал, что низы средней части и нижняя часть этой мощной (до 1500 м) толщи должны принадлежать к нижнему мэотису, верхнему и среднему сармату, так как она подстилается синевато-серыми глинами, схожими, по его мнению, с нижнесарматскими глинами смежного Гудаутского района.

Рассматриваемые отложения распространяются на правой стороне р. Бзыбь, слагая к югу от высокого известнякового массива невысокие холмы и гряды в пределах селений Бзыби, Арасадзыхи, Ипнари, Колхида. Между конгломератами и известняковым массивом развита суживающаяся в СЗ направлении субширотная депрессия, сложенная главным образом породами майкопской серии. На северо-западной окраине с. Арасадзыхи депрессия замыкается и между конгломератами и известняками мел-палеогена залегают упомянутые А. Г. Эберзинем синевато-серые карбонатные глины, образующие понижение в рельефе. Из-за наличия густой растительности непосредственный контакт глин с известняками трудно обнаружить, однако при расчистке почвенного покрова видно, что глины примыкают к известнякам, но замерить элементы их залегания здесь не удастся. В этих глинах обнаружена среднесарматская микрофауна: *Elphidium macellum* (F. et M.), *Elphidium* ex gr. *subumbilicatum* (Czizek), *Elphidium* aff. *aculeatum* (d'Orb.), *Protelphidium subgranosus* (Egger), *Nonion bogdanowiczi* Voloshinova, *Otolithus* (*Gobius*) *pretiosus* Prochazka (определение Ф. М. Аревадзе).

К югу от известняков, на расстоянии до 200 м, вдоль проселочной дороги и по склону имеются спорадические выходы аналогичных синевато-серых глин мощностью до 30—40 м, в которых встречаются прослойки луммашеля с раковинами среднесарматской моллюсковой фауны: *Cerastoderma fittoni* (d'Orb.), *Cerastoderma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrus.), *Paphia tricuspsia* (Eichw.), *Ervilia pusilla dissita* (Eichw.), *Mastra eichwaldi* Lask. (определение Л. В. Мухелишвили), а также микрофауна: *Elphidium jozephinae* (d'Orb.), *Nonion bogdanowiczi* Voloshinova.



Весь названный выше комплекс фауны датирует вмещающие слои как верхнюю часть среднего сармата. Слои здесь падают на СВ под углом до 20° . Выше по разрезу с таким же залеганием следуют желтовато-ржавые рыхлые песчаники, гравелиты, пуддинг-конгломераты и мелко- и среднегалечные конгломераты с преобладанием окатышей известняков. Мощность этой пачки не более 20—30 м. Еще выше залегают достаточно плотно сцементированные полимиктовые конгломераты, слагающие гребневые части гряд.

Эти отложения слагают северное крыло небольшой узкой антиклинали, в ядре которой обнажены крутопадающие слои рыхлых желтовато-ржавых песчаников и песков. Между этой (Арасадзыхской) антиклиналью и известняковым массивом должна располагаться перекрытая наносами и почвенным покровом столь же небольшая синклиналь, на что указывает южное падение слоев конгломератов в ущелье р. Колхида. К югу от ядра упомянутой антиклинали развито ее широкое крыло, сложенное пологопадающими конгломератами с редкими прослоями глин. При этом здесь в конгломератах значительную роль играет материал размыва байосской порфиритовой серии, приобретающий при выветривании буро-красный цвет. Названная А. Г. Эберзиным плиоценовая моллюсковая фауна была обнаружена в глинистых прослоях этих конгломератов. Следовательно, в разрезе с. Арасадзыхи и к югу фаунистически подтверждается наличие среднего сармата, мэотиса, понта и киммерия. Однако, учитывая непрерывность разреза, между среднесарматскими глинами и мэотическими конгломератами следует допустить и наличие верхнего сармата, представленного чередованием песчаников, песков и конгломератов. В то же время наличие нижнего сармата в этом разрезе исключается, на что указывают обнаруженная здесь фауна, а также его отсутствие на левобережье р. Бзыбь (вплоть до с. Бармыш), где на майкоп трансгрессивно залегают средний сармат.

К северо-западу от с. Арасадзыхи, в ущелье р. Колхида, вышеотмеченные синевато-серые глины не обнаруживаются и падающие на юг конгломераты тектонически контактируют с известняками нижнего мела, что и указано на геологических картах.

Таким образом, на правобережье р. Бзыбь несогласие и трансгрессивность проявляют не конгломераты мэотиса и понта, как это предполагалось ранее [2], а представленный глинами средний сармат, как это наблюдается и на левобережье той же реки. В то же время залегающие выше этих глин конгломераты, наподобие пицундских конгломератов, представляют собой регрессивные отложения верхнего сармата-киммерия, что должно быть учтено при интерпретации геологического строения и реконструкции истории геологического развития этого региона.

Аналогичное положение имеет место и в ущелье р. Кодори, где мало мощная пачка среднесарматских глин, залегающая несогласно и трансгрессивно на отложениях майкопской серии и, возможно, известняках мел-палеогена, вверх по разрезу сменяется мощной (до 1000 м) толщей кодорских конгломератов с прослоями песчаников и глин, в которых обнаружена фауна мэотического, понтического и киммерийского ярусов [2—5]. Учитывая, что средний сармат проявляет трансгрессивность и в других районах Грузии, в частности, на Дзирульском поднятии и отдельных участках южного борта Картлийской депрессии [6, 7], а также на южном и предположительно северном склонах

Кахетинского хребта, можно говорить об установленной наблюдением закономерности трансгрессивного залегания среднего сармата по всей территории Грузии. При этом следует подчеркнуть, что эта трансгрессия не является самостоятельной, а представляет продолжение начавшейся в основном в чокракское время трансгрессии, достигшей своего максимума в среднем сармате, после чего уже с конца среднего сармата и особенно с позднего сармата началась регрессия. На это указывают бзыбские, пицундские и кодорские конгломераты, а также пахуланская свита, известняковые и порфириновые конгломераты Одишской депрессии (в Западной Грузии), нацхорская, душетская, эльдарская и ширакская свиты и алазанская серия (в Восточной Грузии).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.11.1986)

გეოლოგია

მ. ალფაიძე, ფ. შენგელია

ახალი მონაცემები მდ. ბზივის ხეობის მარჯვენა მხარის
კონგლომერატების ასაკისა და განლაგების ხასიათის შესახებ

რეზიუმე

კონგლომერატებს ქვეშ სოფ. არასადიხთან თიხებში ნაპოვნი შუასარმატული ფაუნისა და საკუთრივ კონგლომერატებში ადრე აღნიშნული პლიოცენური ფაუნის საფუძველზე დადგენილია ამ წარმონაქმნების ზედასარმატულ-კიმერიული ასაკი, ხოლო ჭრილის ხასიათის მიხედვით — შუასარმატული თიხების ტრანსგრესიული განლაგება და ზედასარმატულ-პლიოცენური კონგლომერატების რეგრესიული ბუნება. გამოთქმულია მოსაზრება საქართველოში შუასარმატული ნალექების ტრანსგრესიული განლაგების ფართო გავრცელების შესახებ.

GEOLOGY

V. S. ALPAIDZE, F. K. SHENGELIA

NEW DATA ON THE MODE OF OCCURRENCE AND AGE OF CONGLOMERATES OF THE RIGHT BANK OF THE BZYBI RIVER (ABKHAZIA, GEORGIAN SSR)

Summary

On the basis of the Middle Sarmatian fauna in clays underlying conglomerates near the village Arasadzikh and the previously mentioned Pliocene fauna found in these conglomerates, the Upper Sarmatian-Cimmerian age of the formation has been established, while according to the character of the section transgressive superposition of the Middle Sarmatian clays and regressive character of the Upper Sarmatian-Pliocene conglomerates has been determined. It is suggested that transgressive occurrence is wide-spread in the Middle Sarmatian deposits of Georgia.

წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Эберзин. ДАН СССР, т. VI, № 4, 1947.
2. Г. Ф. Челидзе. Морской порт Грузии. Тбилиси, 1974.
3. А. Г. Эберзин. Стратиграфия СССР, т. XII. М.—Л., 1940.
4. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН СССР, XLV, № 3, 1967.
5. А. В. Ульянов. Геологическая история Западной Грузии в третичное время. М., 1954.
6. Д. А. Булейшвили. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Л., 1960.
7. М. И. Варенцов. Геологическое строение западной части Куринской депрессии. М.—Л., 1950.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, Т. Г. ПИРЦХАЛАВА

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ
 НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ В ТОННЕЛЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигური 16.12.1986)

Явления тепло- и влагообмена в тоннелях не отличаются от аналогичных явлений, имеющих место в горных выработках глубоких шахт. Поэтому для прогноза ожидаемого теплового режима железнодорожных тоннелей Кавказской перевальной железной дороги (КПЖД) нами использована методика, изложенная в работе [1].

Согласно СНиП -11-44-78 [2] температура воздуха t_n (°C), удаляемого из тоннеля, не должна превышать $t_{max} = 35^\circ\text{C}$. Количество воздуха Q_n (м³/с), необходимое для нормального проветривания тоннеля в период эксплуатации определяется по избыточному тепловыделению, методом последовательных приближений.

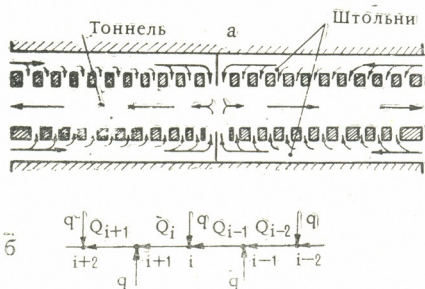


Рис. 1. Схема проветривания тоннеля (а) и расчета (б) теплового режима

Проиллюстрируем сказанное на примере продольнопоперечной схемы проветривания Архотского тоннеля КПЖД (рис. 1). Если Q — количество воздуха потребное на проветривание одной из симметричных половин тоннеля, то с каждого портала в штольни нагнетается по $0,5 Q$ количество воздуха с температурой t_1 и относительной влажностью φ_1 . Допускаем, что через каждую промежуточную сбойку в тоннель (в поперечном направлении) поступает какое-то определенное количество воздуха $q = \text{const}$, температура и влажность которой в месте смешивания (i -й точке) отличается от температуры и относительной влажности основного потока воздуха Q_{i-1} , следующего по тоннелю в продольном направлении (см. рис. 1, б). Количество воздуха Q_i в



i -й точке после смешивания равно $Q_{i-1} + q$, а на выходе из тоннеля Q_n (в точке $i=n$). Сначала допускаем, что $Q = Q_n = Q_{\max}$. Величину максимально допустимого количества воздуха Q_{\max} , подаваемого в тоннель регламентирует максимально допустимая скорость движения воздуха v_{\max} , которая не должна превышать в тоннеле 6 м/с [3]. Если расчетом получается, что $t_n > t_{\max} = 35^\circ\text{C}$, предусматривается искусственное охлаждение воздуха. При $t < t_{\max}$ уменьшается количество воздуха Q_n и процесс теплового расчета повторяется до тех пор, пока не выполнится равенство $t_n \approx t_{\max} = 35^\circ\text{C}$.

Количество воздуха Q (м³/с), потребное на проветривание конкретного тоннеля, определяется при фиксированных значениях q и $\Delta\phi =$

$$= \sum_{i=1}^n (\phi_i - \phi_{i-1}).$$

В процессе эксплуатации тоннелей как вследствие естественных (сезонных климатических), так и искусственных (технических) причин, величины q и $\Delta\phi$ для тоннелей могут изменяться. Поэтому представляет интерес установление зависимости $t_n = f(q, \Delta\phi)$. Расчеты выполнены на ЭКВМ „Искра-226“.

На рис. 2 представлена зависимость $t_n = f(q)$. Изменение расхода воздуха q через промежуточные сбойки в Архотском тоннеле в пределах $q = 5-12,5$ м³/с вызывает изменение температуры t_n на выходе из тоннеля

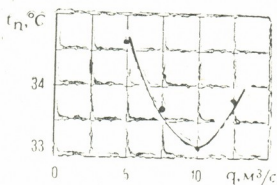


Рис. 2.

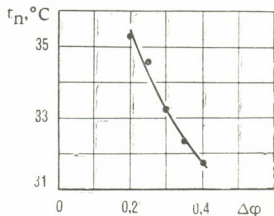


Рис. 3.

в пределах $t_n = 34,7-33,2$ °C. При $q = 10$ м³/с значение t_n для данной схемы проветривания Архотского тоннеля будет минимальным.

Увеличение приращения относительной влажности $\Delta\phi$ по длине вентиляционного пути (от центральной сбойки к порталу тоннеля) вызывает монотонное снижение температуры на выходе из тоннеля (рис. 3). При изменении приращения относительной влажности в пределах 0,2—0,4 температура t_n уменьшается с 35,2°С до 31,8°С (см. рис. 3).

На основании вышеизложенного можно заключить, что для тоннеля при продольнопоперечной схеме проветривания существует оптимальный расход воздуха $q = q_{\text{опт}}$ через промежуточные сбойки (для Архотского тоннеля $q_{\text{опт}} = 10$ м³/с, см. рис. 2). При отклонении величины q от оптимального, наблюдается повышение температуры на выходе из тоннеля t_n (для Архотского тоннеля до 1,5 градуса, см. рис. 2).

А. С. ВАШАКИДZE, Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ, Т. К. ВАШАКИДZE,
К. Г. ХУНДАДZE

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ОБЖАТИЙ ПРИ ПРОКАТКЕ СЛИТКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 18.11.1986)

В связи с внедрением на Руставском металлургическом заводе слитка новой конфигурации для КП и ПС марок стали [1] необходима была разработка оптимальных режимов обжатий с целью улучшения режимов работы блюминга «1000» и повышения качества проката. На РМЗ из слитков КП и ПС марок стали прокатываются блюмы сечением 220×280 мм и слябы толщиной 120—170 мм и шириной 750—800 мм. За основу при выборе режима обжатий принят главный лимитирующий фактор — максимально допустимый угол захвата: для блюмов $\alpha = 26^\circ$ и для слябов $\alpha = 21^\circ$.

Обычно схема расчета режимов обжатия для слябов отлична от режима обжатий для блюмов [2, 3] в связи с тем, что с увеличением ширины раскатов увеличивается давление металла на валки и момент прокатки, однако проведенные исследования показали незначительное увеличение этих параметров при прокатке слябов [4], следовательно, имеется возможность вести расчет оптимальных режимов обжатий однотипно как для блюмов, так и для слябов.

С целью облегчения проведения необходимых расчетов предложены алгоритмы прокатки блюмов и слябов на стане «1000», которые были разработаны и отработаны на ЭВМ М 4030-ЕС 1020 на языке PL/IDOS.

Вызываемыми подпрограммами были: 1. PLAN — выбор схемы в зависимости от минимального числа проходов и по количеству кантовок. 2. REtOBT — расчет режима обжатий за 1 проход.

На первом этапе в ЭВМ была введена характеристика стана «1000», т. е. количество калибров, начальный диаметр валков, высота и ширина калибров. После этого введены характеристики прокатываемого сортамента — исходные размеры слитка, конечные размеры полупродукта, тип полупродукта, исходная температура прокатки, угол захвата, поправочный коэффициент, характеризующий степень износа калибров и т. д.

Блок-схема алгоритма выбора минимального числа проходов представлена на рис. 1.

В дальнейшем проводились расчеты режима обжатий по проходам с учетом предполагаемых схем прокатки и типа раската. При проведении этих расчетов появилась необходимость учета ширины

применяемых калибров. Проверка допустимости прокатки в каждом калибре с учетом ширины раскатов (B_1) и начальной ширины (размеры по дну $B_{ок}$) проводились следующим образом: если $B_1 > B_{ок}$, то

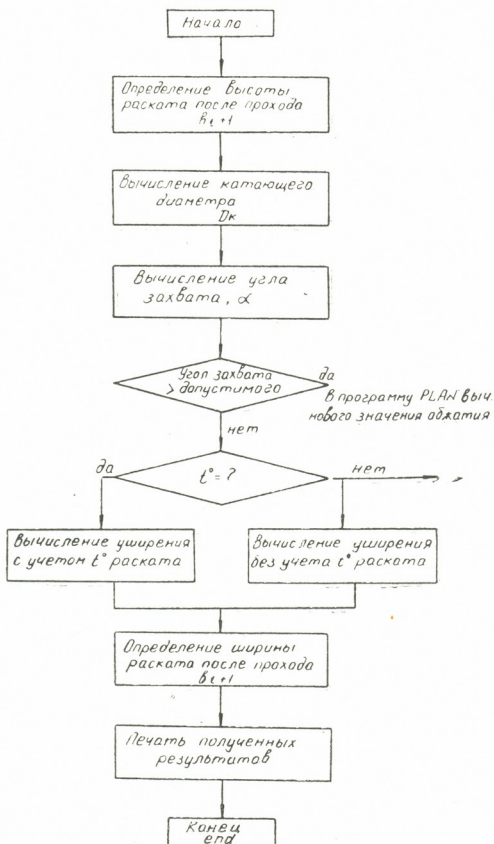


Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора минимального числа проходов

производилась корректировка обжатий (естественно в пределах допустимых), в предыдущих проходах. Если обжатия в последующих проходах ≤ 0 , то дальнейшее использование выбранной схемы считается невозможным и расчет производится по другой схеме.

Расчет режимов обжатий по проходам выделен в отдельную подпрограмму REJOBТ. Блок-схема этой программы представлена на рис. 2.

Схемы прокатки получены по расчетам вышеуказанных алгоритмов и показывают, что наиболее приемлемыми схемами прокатки для

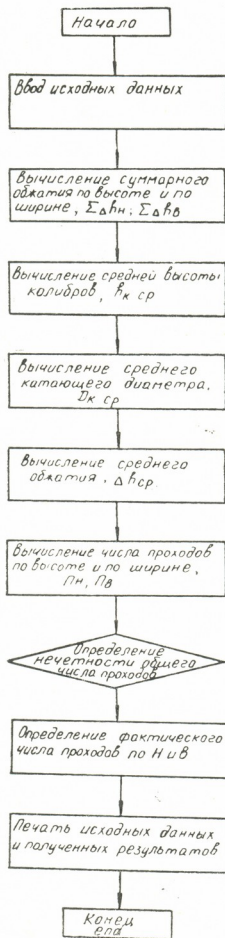


Рис. 2. Блок-схема расчета режимов обжатий по проходам

слябов являются схемы $6 \times 2 \times 4 \times 2 \times 1$ и $6 \times 2 \times 4 \times 2 \times 3$ I II I IV I и I II I IV I (под схемами указаны номера используемых калибров). Эти же схемы вполне при-



ემლემი და პროკატის ბლომის სიხშირით, რომელიც პროკატის ბლომის დასაწყისში იწყება და პროკატის ბლომის დასასრულში მთავრდება.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 21.11.1986)

მეტალურგია

ა. ვაშაკიძე, გ. ბეგლარიშვილი, თ. ვაშაკიძე, ბ. ხუნდაძე

მოჭიმვების რეჟიმების განსაზღვრა სხმულების გლინვისას

რეზიუმე

შემუშავებულია ალგორითმები ნახევრადმშვიდი ფოლადის ახალი კონფიგურაციის სხმულის ოპტიმალური რეჟიმების გასაანგარიშებლად. რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ბლუმინგ „1000“-თვის ელექტრონული გამოთვლელი მანქანის მეშვეობით დადგენილია გატარებათა მინიმალური რიცხვი, შებრუნებათა რაოდენობა, მოჭიმვებისა და გაფართოებების მნიშვნელობები თითოეულ გატარებაზე ახალი სხმულებიდან სლაბებისა და ბლუმების გლინვისას.

METALLURGY

A. S. VASHAKIDZE, G. S. BEGLARISHVILI, T. K. VASHAKIDZE,
K. G. KHUNDADZE

DETERMINATION OF DRAFTING SCHEDULES FOR INGOT ROLLING

Summary

The algorithms have been developed for determining the optimal rolling schedule for ingots of new configuration from semikilled steel. With the help of computer the minimal pass number, quantity of edges, degrees of reduction and spread in each pass during the rolling of slabs and blooms from the new ingots have been determined for blooming mill „1000“ of the Rustavi Metallurgical Works.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Вашакидзе, В. В. Мосиашвили, Г. С. Бегларшвили, Т. К. Вашакидзе, П. А. Церетели, Д. М. Харадзе, А. В. Гобронидзе, А. Н. Ломашвили. Авт. св. СССР № 1197753.
2. А. П. Чекмарев, М. С. Мутьев, Р. А. Машковцев. Калибровка прокатных вальков. М., 1971.
3. П. И. Полухин, Н. М. Федосов, А. А. Королев, Ю. М. Матвеев. Прокатное производство. М., 1982.
4. А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларшвили, Т. К. Вашакидзе. Сб. «Процессы прокатки», Тбилиси, 1983.

Л. Д. ГОГЕЛИАНИ

О РАСХОДЕ СТОКСОВОГО ТЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЛНАХ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ДВУХ РАЗНОПЛОТНОСТНЫХ ПОТОКОВ

(Представлено академиком В. И. Гомеллаури 25.5.1987)

Существование стокового течения при волновом движении на поверхности раздела разноплотностных потоков имеет существенное практическое значение для ряда задач инженерной гидравлики, гидротехники, океанологии и гидрологии.

В случае отсутствия потоков индуцированный волнами, распространяющимися по поверхности раздела двух разноплотностных слоев жидкости, расход стокового течения является фактором, определяющим величину транспортируемых примесей и загрязнений.

Величина расхода стокового течения может быть установлена путем интегрирования по глубине жидкости поля скорости течения Стокса, которое проявляется при решении гидродинамической задачи в нелинейной постановке и удержании в разложении Стокса—Релея членов до третьей степени, включая члены с малыми параметрами.

Однако такой путь решения для волн на поверхности раздела двух контактирующих разноплотностных потоков связан с очень большими трудностями математического характера, так как соответствующая гидродинамическая задача о нелинейных волнах на поверхности раздела разноплотностных потоков к настоящему времени не решена с требуемой степенью полноты.

Ниже мы воспользуемся подходом, развитым проф. Т. Г. Войнич-Сяноженцким для поверхности волн. Этот подход позволяет получить точное значение непосредственно для стокового течения из решения линеаризованных уравнений гидродинамики волновых движений без решения задачи о распределении скоростей переносного движения. Суть этого подхода заключается в вычислении расхода, индуцированного периодическими волнами переносного течения путем интегрирования по глубине жидкости выражения для орбитальных скоростей от дна до возмущенной границы (свободной поверхности, или поверхности раздела), а не до возмущенной границы, как это традиционно делается в подобных задачах гидродинамики.

Для случая двух разноплотностных потоков конечной толщины и недеформируемой верхней границы для продольных орбитальных скоростей волнового движения имеет место следующее соотношение [1]:

$$u = \frac{a(\sigma - kU)}{\text{sh } kH} \text{ch } k(z + H) \cos(\sigma t - kx), \quad (1)$$

$$u^* = - \frac{a(\sigma - kU^*)}{\text{sh } kH^*} \text{ch } k(z - H^*) \cos(\sigma t - kx), \quad (2)$$

где a — амплитуда; σ — частота; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ — волновое число (λ — длина волны) волн, распространяющихся по поверхности раздела двух разноплотностных потоков.



При этом u — продольная (x -овая) координата орбитальной скорости нижнего потока, U — скорость основного — невозмущенного движения нижнего потока толщиной H .

Те же величины, помеченные звездочками, относятся к верхнему потоку. Наконец z — вертикальная координата, отсчитываемая от поверхности раздела вверх, так что $H^* > 0$ и $H < 0$.

Вычислим посредством соотношений (1) и (2) значения расходов через H и H^* .

Приведем лишь вычисление для верхнего слоя:

$$q^* = \int_{\sigma t}^{H^*} \left[U^* - \frac{a(\sigma - kU^*)}{\text{sh } kH^*} \text{ch } k(z - H^*) \cos(\sigma t - kx) \right] dz, \quad (3)$$

где ξ — ордината профиля волны, распространяющейся по поверхности раздела

$$\xi = a \cos \beta, \quad (4)$$

где $\beta = \sigma t - kx$. Из уравнения (3) получаем, что

$$q^* = U^*H^* + \frac{a(\sigma - kU^*)}{\text{sh } kH^*} \text{sh } k(\xi - H^*) \cos \beta. \quad (5)$$

Внесение вместо ξ его значения согласно (4) и учет в разложении в ряд ξ только первых двух членов приводит к зависимости

$$q^* = U^*H^* + [a(c - u^*) + a^2k(c - U^*) \text{cth } kH^* \cos(\sigma t - kx)] \cos(\sigma t - kx). \quad (6)$$

Осреднение этого выражения по β дает значение расхода стокового течения

$$\bar{q}^* = U^*H^* + \frac{a^2k(c - U^*)}{2} \text{cth } kH^*. \quad (7)$$

Аналогичным образом, для нижнего слоя

$$\bar{q} = UH + \frac{a^2k(c - U)}{2} \text{cth } kH, \quad (8)$$

причем в соотношениях (7) и (8) фазовая скорость волн определяется соотношением [1]:

$$c = \frac{\alpha \rho U + \alpha^* \rho^* U^*}{\alpha \rho + \alpha^* \rho^*} \pm \sqrt{\frac{g}{k} \frac{\rho - \rho^*}{\alpha \rho + \alpha^* \rho^*} - \alpha \alpha^* \rho \rho^* \left(\frac{U - U^*}{\alpha \rho + \alpha^* \rho^*} \right)^2} \quad (9)$$

где $\alpha = \text{cth } kH$ и $\alpha^* = \text{cth } kH^*$.

Таким образом, расход стокового течения переносного течения, вызванного волновым движением на поверхности раздела двух разноплотностных потоков, определяется вторым слагаемым в выражениях (7) и (8) соответственно для верхнего слоя жидкости плотностью ρ^* и нижнего слоя плотностью ρ .

Полученные выражения для расхода стокового переносного движения, индуцированного волнами, распространяющимися по поверхности раздела двух разноплотностных жидкостей, позволяет решить ряд инженерных задач, представляющих существенный практический интерес.

В качестве примера рассмотрим задачу об аэродинамическом расчете безнапорных гидротехнических тоннелей.

В случае водобросных тоннелей быстротекущий поток воды в тоннеле увлекает воздух и знание расхода воздуха необходимо для правильного расчета воздухоотводящих вентиляционных шахт.

Одним из факторов, определяющих расход воздуха, является расход переносного движения, обусловленного распространением на поверхности воды волновых возмущений обычно турбулентного происхождения.

При большем заполнении тоннеля длины волновых возмущений малы по сравнению с глубиной воды, но они могут превосходить толщину воздушного слоя.

Поэтому $\operatorname{cth} kH=1$, а $\operatorname{cth} kH^* = \frac{1}{kH^*}$. Кроме того, $\rho \gg \rho^*$, $U \gg U^*$ и поэтому выражение (9) упрощается и принимает вид

$$c = U \pm \sqrt{\frac{g}{k}}. \quad (10)$$

Для стокового расхода воздуха при этом справедливо выражение

$$\bar{q}^* = \frac{a^2 c}{2H^*} = \frac{a^2}{2H^*} \left(U + \sqrt{\frac{g}{k}} \right), \quad (11)$$

которое из-за малости H^* может представлять существенную величину, соизмеримую и даже превосходящую расход воздуха, вызванный тангенциальными напряжениями, передаваемыми от водного потока воздушной среде, который только и учитывается при подобных аэродинамических расчетах.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.6.1987)

ჰიდროტექნიკა

ლ. ლოღელიანი

სტოქსის დინამის ხარჯის შესახებ ორი სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე ნაკადის გამყოფ ზედაპირზე ტალღების არსებობისას

რეზიუმე

გამოკვლეულია სტოქსის ხარჯის ზუსტი მნიშვნელობის განსაზღვრის გზა ტალღური მოძრაობის ჰიდროდინამიკური წრფივი განტოლებიდან გადატანითი მოძრაობის სიჩქარეთა განაწილების ამოცანის გადაწყვეტის გარეშე.

დადგენილია დამოკიდებულება ორი სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე ნაკადის გამყოფ ზედაპირზე არსებული ტალღებით ინდუცირებული სტოქსის გადატანითი მოძრაობის ხარჯისათვის, რომელიც საშუალებას იძლევა პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი ზოგი საინჟინრო ამოცანის გადაწყვეტისათვის. განხილულია უდაწნეო ჰიდროტექნიკური გვირაბების აეროდინამიური ანგარიშის მავალითი.



L. D. GOGELIANI

ON STOX FLOW RATE DURING THE WAVES PROPAGATING ON
THE BORDER OF TWO DIFFERENT-DENSITY STREAMS

Summary

A study has been made of the problem of stox flow rate during the wavy motion on the border of two different-density streams by means of depth integration of an expression for orbital motion speed.

A way of deriving the precise value of stox rate from linear equations of wavy motion hydrodynamics has been investigated without solving the problem of speed distribution of transportation motion.

The function of stox transportation motion induced by the waves propagating on the boundary surface of two different-density streams has been derived, which helps to solve a number of engineering problems of special practical interest.

An example of aerodynamic calculation of headless hydraulic tunnels is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Е. Кочин. Собрание сочинений, т. I. М., 1949.

Т. П. ГЕЛЕИШВИЛИ, О. Д. КИГУРАДЗЕ, Д. Г. ЛОЛУА,
И. С. АРВЕЛАДЗЕ

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесiani 24.10.1986)

Создание новых материалов, отвечающих самым разнообразным требованиям, в значительной степени определяет достижения многих отраслей современной техники.

Промышленностью в настоящее время ежегодно выпускается большое количество самых разнообразных новых материалов, которые успешно используются в области энергетики, авиации, ракетостроения, машиностроения и др.

Этим объясняется повышенный интерес к производству и применению композиционных порошков, которые получают путем нанесения тем или иным способом на порошок-основу плакирующего слоя металла. Такие порошки занимают особое место в порошковой металлургии. Это объясняется тем, что данные материалы не только сочетают в себе свойства материала основы и материала покрытия, но и обладают новыми специфическими свойствами.

Композиционные порошковые материалы получают в автоклаве путем водородного восстановления никеля под давлением из водных растворов солей никеля на поверхности частиц порошков (Al, C, Cu) при температуре 110—140°C и парциальном давлении водорода 20—24 кгс/см². Толщина никелевой оболочки на частицах порошков может варьироваться в широком диапазоне от долей микрона до десятков микрон [1, 2].

Композиционные порошки системы C/Ni, Al/Ni, Cu/Ni предназначены для плазменного и газометрического напыления срабатываемых уплотнительных покрытий на узлы турбинных двигателей, промежуточные слои, детали, изготовленные из сталей, чугунов, алюминиевых и других сплавов, для нанесения антифрикционных жаропрочных и теплозащитных покрытий на узлы механизмов.

Равномерная сплошная никелевая оболочка вокруг частиц порошков при плазменном напылении не только защищает порошок от термического и химического воздействия плазмы и окружающей среды, но при ударе предотвращает упругое отражение частиц от подложки, тем самым увеличивая коэффициент использования порошка до 80%.

Расширение области применения данных порошков требует проведения исследований физических, тепловых, электрических и других свойств материалов, знание которых необходимо для решения задач о тепловой изоляции, термической прочности изделий работоспособности различных конструкций и многих других. К числу таких свойств



относятся удельная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и др.

Данная работа посвящена проблеме порошковой металлургии, технике защитных антикоррозионных покрытий и другим вопросам.

Таблица 1

| Т К | C _p Дж/кг·К | | | Т К | C _p Дж/кг·К C ₁₅ /Ni ₈₅ |
|--------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|---|
| | C ₁₅ /Ni ₈₅ | Cu ₂₅ /Ni ₇₅ | Al ₂₀ /Ni ₈₀ | | |
| 173,5 | 396 | 337,3 | 448,6 | 99,00 | 216,43* |
| 198,15 | 452 | 350,1 | 480,0 | 100,32 | 221,86* |
| 223,15 | — | 387,7 | 507,4 | 113,97 | 225,50* |
| 248,15 | 514 | 415,6 | 531,2 | 131,13 | 286,80* |
| 173,15 | 488 | 416,5 | 558,8 | 171,88 | 355,67* |
| 298,15 | 543 | 399,0 | 554,6 | 176,10 | 360,87* |
| 323,15 | 548,5 | 427,4 | 615,2 | 199,88 | 390,09* |
| 348,15 | 543 | 425,5 | 566,1 | 229,46 | 423,03* |
| 373,15 | 551 | 463,4 | 572,6 | 259,53 | 451,97* |
| 398,15 | 535 | 525,10 | 571,64 | | |
| 432,15 | 563,5 | 538,00 | 610,77 | | |
| 448,15 | 547 | 524,10 | 597,81 | | |
| 473,15 | 560 | 548,50 | 567,73 | | |
| 498,15 | 586 | 574,70 | 605,62 | | |
| 523,15 | 572 | 592,40 | 621,16 | | |
| 548,15 | 623 | 599,40 | 637,52 | | |
| 573,15 | 614 | 607,70 | 651,49 | | |
| 598,15 | 661 | 604,40 | 645,77 | | |
| 623,15 | 709 | 684,90 | 661,21 | | |
| 648,15 | 656 | 629,60 | 611,13 | | |
| 673,15 | 646 | 639,80 | 620,73 | | |

Обзор существующей литературы показывает, что число экспериментальных и теоретических работ по исследованию теплофизических свойств порошковых композиционных материалов весьма ограничено, а для композиции С/Ni, Cu/Ni, Al/Ni такие исследования вообще отсутствуют. Целью настоящей работы является экспериментальное исследование

Таблица 2

| Т К | C _p Дж/кг·К | | |
|--------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | C ₁₅ /Ni ₈₅ | Cu ₂₅ /Ni ₇₅ | Al ₂₀ /Ni ₈₀ |
| 173,15 | 448,16 | 348,36 | 471,53 |
| 198,15 | 459,43 | 358,85 | 489,14 |
| 223,15 | — | 371,46 | 505,72 |
| 248,15 | 481,98 | 385,93 | 521,27 |
| 273,15 | 493,25 | 401,97 | 535,31 |
| 298,15 | 504,53 | 419,31 | 549,31 |
| 323,15 | 515,80 | 437,66 | 561,66 |
| 348,15 | 527,07 | 456,75 | 573,25 |
| 373,15 | 538,34 | 476,31 | 583,69 |
| 398,15 | 549,62 | 496,06 | 593,10 |
| 423,15 | 560,89 | 515,71 | 601,49 |
| 448,15 | 572,16 | 535,00 | 608,85 |
| 473,15 | 583,44 | 553,64 | 615,19 |
| 498,15 | 549,71 | 571,36 | 620,50 |
| 523,15 | 605,98 | 587,88 | 624,79 |
| 548,15 | 617,26 | 602,92 | 628,06 |
| 573,15 | 628,53 | 616,21 | 631,52 |
| 598,15 | 639,80 | 627 | 631,52 |
| 623,15 | 651,08 | 636,42 | 630,98 |
| 648,15 | 662,35 | 642,78 | 629,03 |
| 673,15 | 673,62 | 646,28 | |

дование теплоемкости порошковых композиционных материалов системы С/Ni, Cu/Ni, Al/Ni.

Образцы для исследования удельной теплоемкости были получены из порошков прессованием с удельным давлением $6 \cdot 10^3$ кг/см². Прессованные брикеты (цилиндрические) были диаметром $15 \pm 0,1$ мм и высотой $10 \pm 0,1$ мм. Кроме того, исследования проводились и на образцах в виде порошка.

Экспериментальное исследование удельной теплоемкости проводилось в диапазоне температур $-174 \div 400^\circ\text{C}$ на измерителе теплоемкости ИТ=С=400 [3] и низкотемпературной образцовой теплофизической установке (УНТО) [4].

Экспериментальные данные удельных теплоемкостей композиции С/Ni (15 и 85%), Al/Ni (20 и 80%), Cu/Ni (25 и 75%) представлены в табл. 1. Звездочкой обозначены данные, полученные на УНТО.

Для аппроксимации исходной зависимости в диапазоне температур $-100 \div 400^\circ\text{C}$ результаты обрабатывались на ЭВМ.

Найдены полиномы вида

$$C_p = 370,0833 + 0,4509 T, \text{ Дж/кг}\cdot\text{К} \quad (1)$$

(для С 15%, Ni 85%),

$$C_p = 321,502 + 0,08 T - 0,000819 T^2, \text{ Дж/кг}\cdot\text{К} \quad (2)$$

(для Al 20%, Ni 80%),

$$C_p = 356,735 - 0,559 T + 0,00346 T^2 - 0,00000296 T^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К} \quad (3)$$

(для Cu 25%, Ni 75%).

В табл. 2 приведены выравненные значения удельной теплоемкости для композиции С/Ni (15 и 85%), Al/Ni (20 и 80%), Cu/Ni (25 и 75%), рассчитанные по формулам (1), (2), (3).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.12.1986)

თბოტექნიკა

თ. გელეიშვილი, ო. კილუჩაძე, ღ. ლოლუა, ი. არგვილაძე

ფხვნილოვანი კომპოზიციური მასალების ხვედრითი
სითბოტექნიკა

რეზიუმე

შესწავლილია ნახშირბად ნიკელის, ალუმინ-ნიკელის და სპილენძ-ნიკელის სახის კომპოზიციური მასალების ხვედრითი სითბოტექნიკა. შედეგები დამუშავებულია ეგმ-ზე.



T. P. GELEISHVILI, O. D. KIGHURADZE, D. G. LOLUA, I. S. ARVELADZE

SPECIFIC HEAT OF POWDERY COMPOSITE MATERIALS

Summary

Specific heat of carbon-nickel, aluminium-nickel and copper-nickel type powdery composite materials is studied. The obtained results are treated on computers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. П. Гелеишвили. Информационный листок о научно-техническом достижении № 84—59, ГрузНИИТИ, 1984.
2. Т. П. Гелеишвили. Информационный листок о научно-техническом достижении № 84—58, ГрузНИИТИ, 1984.
3. Е. С. Платунов. Теплофизические измерения в монотонном режиме. М., 1977.
4. С. М. Скуратов, В. П. Колесов, А. Ф. Воробьев. Термохимия, ч. I, II. М., 1964, 1966.

З. Г. ШАНИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ КОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашили 4.9.1986)

Задачу математической физики назовем корректно поставленной [1], если ее решение существует и единственно при любых данных функциях и правой части управления. В силу этого определения, а также в силу определения Адамара, смешанные задачи, составленные для уравнений параболического типа, являются переопределенными и поэтому некорректными.

В самом деле, корректные задачи Коши, поставленные для линейных уравнений параболического типа с постоянными коэффициентами, при любых данных функциях и правой части уравнения всегда имеют [1] одно единственное решение. Следовательно, смешанные задачи или начально-краевые задачи этих же уравнений являются переопределенными.

Например, для уравнения теплопроводности

$$U_t = a^2 U_{xx} \quad (1)$$

обычно ставят следующую смешанную задачу: требуется найти решение уравнения (1), удовлетворяющее начальному (2) и двум краевым условиям (3)

$$U(x, 0) = \varphi(x), \quad (2)$$

$$l_1 U(0, t) = f_1(t), \quad l_2 U(l, t) = f_2(t), \quad (3)$$

где l_1 и l_2 — данные линейные дифференциальные операторы; $f_1(t)$, $f_2(t)$ — любые данные аналитические функции; $\varphi(x)$ — данная функция, содержащая гармонические и гиперболические выражения в любой комбинации т. е.

$$\varphi(x) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} b_{m0} \sin mx + b_{m1} \cos mx + b_{m2} \operatorname{sh} mx + b_{m3} \operatorname{ch} mx. \quad (4)$$

Здесь m , b_{mi} , $i=0, 1, 2, 3$ — любые данные числа, знак $\sum_{m=-\infty}^{\infty}$ означает

сумму по $m \in R$. В отличие от суммы $\sum_{j=1}^{\infty}$, в которой j пробегает все натуральные числа, m пробегает любое сочетание чисел с любыми неравномерными интервалами между собой.

Будем утверждать, что задача Коши (1), (2), (4) имеет одно единственное решение, а смешанная задача (1), (2), (3), (4) является переопределенной, некорректной, что краевые условия (3) являются лишними.

Общее решение уравнения (1) имеет вид [1]

$$U(x, t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{-a^2 n t} (a_{n0} \sin \sqrt{n} x + a_{n1} \cos \sqrt{n} x) + e^{a^2 n t} (a_{n2} \operatorname{sh} \sqrt{n} x + a_{n3} \operatorname{ch} \sqrt{n} x). \quad (5)$$

Здесь n , a_{ni} , $i=0, 1, 2, 3$ — искомые числа.

Подставляя значение $t=0$ в общее решение (5) и приравнявая полученное к правой части (4), согласно (2), определяем все искомые коэффициенты:

$$n = m^2, \quad a_{ni} = b_{mi}, \quad i=1, 2, 3, 4. \quad (6)$$

Подставляя значения (6) в (5), однозначно определяем точное решение корректной задачи Коши (2) для уравнения (1). Так как все искомые числа из (5) уже определены, то найденное решение, естественно, при любых f_1 и f_2 не будет удовлетворять условиям (3). Следовательно, задача (1), (2), (3), (4) является переопределенной, т. е. некорректной, и не имеет ни классического, ни обобщенного решения, если не будем подбирать специально значения функций f_1 и f_2 .

В сборнике задач [2] приведены примеры смешанных задач, имеющих точные решения. Покажем, что эти задачи переопределены.

Задача № 502 [2]. Для уравнения (1) решить смешанную задачу с начальным (7) и краевыми условиями (8)

$$U(x, 0) = Ax \quad (7), \quad U(0, t) = U(l, t) = 0. \quad (8)$$

В качестве решения задачи (1), (7), (8) в [2] приводится функция

$$U(x, t) = \frac{2lA}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k} \cdot \exp \left\{ -\left(\frac{ak\pi}{l} \right)^2 t \right\} \cdot \sin \frac{k\pi}{l} x. \quad (9)$$

Посмотрим, как удовлетворяет (9) условию (7). Подставим $t=0$ в (9) и приравним к Ax , согласно (7):

$$U(x, 0) = Ax = \frac{2lA}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k} \cdot \sin \frac{k\pi}{l} x. \quad (10)$$

В связи с тем что имеет место равенство (10), исходную задачу (1), (7), (8) заменим эквивалентной ей задачей (1), (8), (11)

$$U(x, 0) = \frac{2lA}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k} \cdot \sin \frac{k\pi}{l} x. \quad (11)$$

Теперь докажем, что задача (1), (8), (11) поставлена некорректно, переопределена, хотя имеет единственное точное решение (9), совпадающее с точным решением задачи Коши (1), (11). Для этой цели подставим $t=0$ в общее решение (5) уравнения (1) и полученное приравняем к правой части условия (11):

$$U(x, 0) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{n0} \sin \sqrt{n} x + a_{n1} \cos \sqrt{n} x + a_{n2} \operatorname{sh} \sqrt{n} x + a_{n3} \operatorname{ch} \sqrt{n} x = \frac{2lA}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k} \sin \frac{k\pi}{l} x. \quad (12)$$

Из равенства (12) будем иметь

$$a_{n1} = a_{n2} = a_{n3} = 0, \quad a_{n0} = \frac{2LA}{\pi} \cdot \frac{(-1)^{k+1}}{k}, \quad n = \left(\frac{\pi k}{l}\right)^2, \quad \int_{-\infty}^{\infty} Z \equiv \sum_{k=1}^{\infty}. \quad (13)$$

Подставляя значения (13) в (5), получаем искомое решение (9). При этом мы не использовали краевые условия (8). Значит, они лишние, хотя и удовлетворяются. Следовательно, задача (1), (8), (11) и эквивалентная ей задача (1), (8), (7) являются переопределенными, некорректными, хотя имеют одно единственное точное решение (9).

Задача № 510 [2]. Решить следующую смешанную задачу:

$$U_t = a^2 U_{xx} - \beta U, \quad (14) \quad U(0, t) = U_x(l, t) = 0, \quad (15)$$

$$U(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{2l}. \quad (16)$$

Докажем, что задача (14), (15), (16) является переопределенной, что краевые условия (15) являются лишними.

Общее решение уравнения (14) имеет вид

$$U(x, t) = \int_{n=-\infty}^{\infty} \exp\{-(a^2 n + \beta)t\} (a_{n0} \cos \sqrt{n}x + a_{n1} \sin \sqrt{n}x) + \\ + \exp\{(a^2 n - \beta)t\} \cdot (a_{n2} \operatorname{ch} \sqrt{n}x + a_{n3} \operatorname{sh} \sqrt{n}x). \quad (17)$$

Подставим значение $t=0$ в (17) и полученное приравним к правой части (16):

$$U(x, 0) = \int_{n=-\infty}^{\infty} a_{n0} \cos \sqrt{n}x + a_{n1} \sin \sqrt{n}x + \\ + a_{n2} \operatorname{ch} \sqrt{n}x + a_{n3} \operatorname{sh} \sqrt{n}x = \sin \frac{\pi x}{2l}. \quad (18)$$

Из равенства (18) будем иметь

$$a_{n0} = a_{n2} = a_{n3} = 0, \quad a_{n1} = 1, \quad n = \frac{\pi^2}{4l^2}. \quad (19)$$

Подставляя (19) в (17), получаем искомое решение задачи Коши (14), (16):

$$U(x, t) = \exp\left\{-\left(\frac{a^2 \pi^2}{4l^2} + \beta\right)t\right\} \cdot \sin \frac{\pi}{2l} x. \quad (20)$$

Решение (20) совпадает с решением исследуемой задачи (14), (15), (16). При этом мы не использовали краевые условия (15).

Следовательно, задача (14), (15), (16) является переопределенной и поэтому некорректной, хотя она имеет единственное точное решение, совпадающее с решением корректной задачи Коши (14), (16).

ზ. შანიძე

ავტომატური მართვის ფორმირების კორექტულად დასმული ამოცანა რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ პარაბოლური ტიპის განტოლებებისათვის შედგენილი შერეული ამოცანები არაკორექტულადაა დასმული. ასეთ ამოცანებში ზედმეტია სასაზღვრო პირობები. მოყვანილია მაგალითები.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. G. SHANIDZE

SOME CORRECT PROBLEMS OF AUTOMATIC CONTROL

Summary

It is proved that mixed problems for parabolic partial differential equations are not correctly formulated. In such problems the boundary conditions are redundant. Examples are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Г. Шанидзе. Точные решения корректных задач математической физики. Депон. в НИИНТИ. Тбилиси, 1984.
2. А. В. Бицадзе, Д. Ф. Калининченко. Сборник задач по уравнениям математической физики. М., 1977.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

А. Ш. ГУГУШВИЛИ, З. А. МУЗАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ЭНЕРГОСИСТЕМ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 20.10.1987)

Положение системы, находящейся в равновесии, будет меняться в результате изменения ряда существенных ее параметров. Направленные изменения этих параметров может оказаться таким, что равновесие системы будет становиться все менее устойчивым и, наконец, при определенном значении или значениях параметров станет неустойчивым или даже вообще неосуществимым.

Очень долго такие явления не поддавались математическому анализу, пока французский ученый Р. Том не показал, что для некоторого широко распространенного вида динамических систем можно дать геометрическое описание путей, по которым происходят скачкообразные изменения. Эти пути попадают под небольшое число классифицируемых типов, названных им элементарными катастрофами [1, 2].

В настоящее время теория катастроф удачно применяется в самых разнообразных областях науки и техники [3]. Приводятся примеры использования теории катастроф в таких областях, как биология, экология, атомная физика, космос, устойчивость конструкции, биржевые операции, борьба с насекомыми-вредителями, загрязнением озер и т. д.

По применению теории катастроф и электроэнергетике в настоящее время делаются первые шаги. В работах данного направления делается попытка показать полезность применения теории катастроф для задач устойчивости энергосистем.

В работе [4] рассматривается пример одномашинной системы. Функция катастроф сконструирована на основе метода площадей энергии. Показано, что поверхность катастрофы совпадает со сборкой. Недостаток работы заключается в трудностях обобщения результатов на многомашинные системы.

В работе [5] на основании результатов [4] подробно проанализирован эффект изменения отдельных параметров управления на устойчивость системы.

В настоящей работе рассматривается вопрос об использовании функции Ляпунова в теории катастроф для решения задачи статической устойчивости ЭЭС.

Рассмотрим систему «генератор—шины бесконечной мощности», для которой потенциальная составляющая функции Ляпунова имеет вид

$$V_{\Pi} = EUY \cos \delta_{*} (1 - \cos \Delta \delta) - EUY \sin \delta_{*} (\Delta \delta - \sin \Delta \delta),$$



где E — э. д. с. генератора; δ_* — величина угла в установившемся режиме; $\Delta\delta$ — величина угла отклонения от установившегося режима; Y — проводимость ветви; U — напряжение.

Заменяем функцию V_n на $-V_n$. Отметим, что такой заменой происходит замена минимумов функции на максимумы и наоборот.

После простых преобразований получим

$$-V_n = EUY \cos(\delta_* + \Delta\delta) + \Delta\delta EUY \sin \delta_* - EUY \cos \delta_*.$$

Введем обозначения

$$E_n = -V_n, \quad c_1^* = EUY, \quad c_2^* = \sin \delta_*,$$

$$c_3^* = -\cos \delta_*, \quad \delta_* = y, \quad \Delta\delta = x.$$

В качестве переменной выбираем x , а в качестве параметров — c_1^* и y . Тогда

$$E_n = c_1^* \cos(x+y) + c_1^* c_2^* x + c_1^* c_3^*.$$

разлагая $\cos(x+y)$, в ряд, ограничивая разложение первыми тремя членами и учитывая выражение перехода к новой системе координат

$$X = x + \frac{a_2}{4a_1}, \quad \text{где} \quad a_1 = \frac{EUY}{4!}, \quad a_2 = \frac{EUY}{4!} 4Y,$$

получаем

$$E_n = b_1 x^4 + b_2 x^2 + b_3 x + b_4, \quad (1)$$

где коэффициенты b_1, b_2, b_3 и b_4 — функции от E, U, Y .

Как видим, выражение E_n соответствует элементарной катастрофе, названной сборкой, аддитивная постоянная в (1) — b_4 не влияет на расположение критических точек E_n .

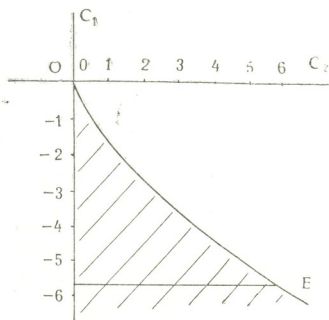


Рис. 1

Для определения критических точек E_n находим производные

$$E_n' = 4b_1 x^3 + 2b_2 x + b_3 = 0,$$

откуда

$$E_n' = x^3 + c_1 x + c_2 = 0, \quad (2)$$

где

$$c_1 = \frac{b_2}{2b_1}; \quad c_2 = \frac{b_3}{4b_1}.$$

Далее

$$E''_n = 3x^2 + c_1 = 0. \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3), исключая X , получаем уравнение, определяющее множество катастроф в плоскости параметров (c_1, c_2) :

$$4c_1^3 + 27c_2^2 = 0. \quad (4)$$

На рис. 1 показана плоскость параметров (c_1, c_2) . Кривая OE , соответствующая (4), разделяет статически устойчивые и неустойчивые режимы одномашинной системы. Точки, лежащие на OE , соответствуют предельным режимам по статической устойчивости.

Выражение (4) совпадает с одной из элементарных форм катастроф — «сборкой».

Конкретные значения исходных параметров, в частности δ_* , определяемые по рис. 1, близки к $\pi/2$, т. е. к пределу статической устойчивости для одномашинной системы. Этого и следовало ожидать. Однако несовпадение δ_* — угла установившегося состояния с пределом статической устойчивости объясняется заменой $\cos(x+y)$ на первые члены разложения при переходе от V_n к E_n .

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.11.1987)

ავტომატური მართვა და გამომწვლითი ტექნიკა

ა. გუგუშვილი, ზ. მუზაშვილი

ენერგოსისტემების სტატიკური მდგრადობის ამოცანის
გამოკვლევა კატასტროფების თეორიის მეთოდებით

რეზიუმე

ნაჩვენებია ენერგოსისტემების სტატიკური მდგრადობის შეფასებისათვის კატასტროფების თეორიის გამოყენების პრინციპული შესაძლებლობა, კატასტროფის ფუნქციის ასაგებად გამოყენებულია ლიაპუნოვის ფუნქციის პოტენციალური მდგენელი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

A. Sh. GUGUSHVILI, Z. A. MUZASHVILI

DETERMINATION OF POWER SYSTEMS' STEADY-STATE STABILITY
BY MEANS OF THE CATASTROPHE THEORY

S u m m a r y

The feasibility of applying the catastrophe theory to estimate the steady-state stability of power systems is shown. With a view to obtaining the catastrophe function, the potential component of the Lyapunov function is used.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Эндрюс, Р. Мак-Лоун. Математическое моделирование. М., 1979.
2. Дж. Касти. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы. М., 1982.
3. Т. Постон, Я. Стюарт. Теория катастроф и ее приложения. М., 1977.
4. A. A. Sallam, J. L. Dineley. IEEE, April, 1982.
5. A. A. Sallam, J. L. Dineley. Eight PSCC, August, 1984.



Т. С. ОХАНАШВИЛИ

МУТАГЕННЫЙ ЭФФЕКТ В КЛЕТКАХ КОСТНОГО МОЗГА БЕЛЫХ МЫШЕЙ И ИХ ПОТОМСТВА, ВЫЗВАННЫЙ ХРОНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НИТРАТА СВИНЦА И ХЛОРИСТОГО КАДМИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 3.12.1986)

Возрастающая опасность для здоровья человека воздействия тяжелых металлов, в частности кадмия и свинца, дала стимул интенсивному изучению цитогенетического эффекта этих веществ [1]. Эксперименты, проведенные *in vivo* на млекопитающих, позволяют думать, что при хроническом введении солей свинца количество хромосомных aberrаций в соматических клетках увеличивается [2]. Известно также влияние больших доз солей кадмия на беременность крыс и развитие зародышей и плодов [3]. Наряду с этим, имеются отдельные сведения, опровергающие мутагенность свинца и кадмия [2—5].

Работа посвящена изучению в хроническом опыте мутагенного действия солей кадмия и свинца, введенных белым мышам отдельно и комбинированно. Исследовано также возможное влияние этих веществ на генетический аппарат потомства F_1 .

В эксперименте использовали нелинейных белых мышей (самцов и самок) в возрасте 2,5—3 месяцев. Были созданы семьи из 5 самок и 1 самца. $Pb(NO_3)_2$ и $CdCl_2$ вводили самцам и самкам в водном растворе по 0,2 мл подкожно 20-кратно отдельно и комбинированно в дозах, $1/2LD_{50}$, $1/5LD_{50}$ и $1/10LD_{50}$. (Для хлористого кадмия LD_{50} составляет 3,9 мг/кг, а для нитрата свинца — 86,3 мг/кг [5—7]). Изменения генетического аппарата изучали в метафазах костного мозга (по методу [8]) после 20-кратного введения этих солей. Хромосомные нарушения исследовали и в потомстве F_1 в возрасте 20 и 30 дней. Для каждой дозы указанных растворов изучили по 4 и 8 взрослых мышей, а также по 6—10 мышат (потомство F_1). У каждого животного анализировали 75—100 метафаз. Изучали следующие нарушения: одиночные и парные фрагменты (aberrации), анеуплоидию и полиплоидию.

На основе полученных данных (табл. 1,2) установлено, что $Pb(NO_3)_2$ и $CdCl_2$ при хроническом комбинированном действии в дозах $1/5LD_{50}$ и $1/10LD_{50}$ являются мутагенными как для взрослых мышей, так и для их потомства. Такой же цитогенетический эффект наблюдается у животных при введении вышеуказанных солей в дозе $1/2LD_{50}$, однако в этом случае потомство получить не удастся, вследствие чего потомство F_1 не изучалось. 20-кратное раздельное действие $1/10LD_{50}$ $Pb(NO_3)_2$ и $1/10LD_{50}$ $CdCl_2$ не характеризуется мутагенным эффектом ни в родителях, ни в потомстве. Кроме того, вы-

Чувствительность хромосом клеток костного мозга белых мышей к хлористому кадмию и нитрату свинца при их комбинированном действии в хроническом опыте (длительность 20 дней)

| Испытуемые соединения и их концентрации | Количество животных | Количество проанализиро- ванных метафаз | Нарушенные метафазы | | Метафазы | | |
|---|------------------------|---|---------------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | | Число | % | с абер- рациями | с анеу- плоидией | с поли- плоидией |
| 1/2 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 8 | 779 | 125 | 16,05 ± 1,31 | 75 | 17 | 33 |
| 1/5 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 8 | 791 | 118 | 14,92 ± 1,27 | 70 | 11 | 37 |
| 1/10 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 8 | 788 | 87 | 11,04 ± 1,20 | 58 | 9 | 20 |
| Контроль | 8 | 802 | 12 | 1,50 ± 0,43 | 5 | 3 | 4 |

яснилось, что раздельное введение мышам 1/5ЛД₅₀ Pb(NO₃)₂, а также 1/2ЛД₅₀ и 1/5ЛД₅₀ CdCl₂ является мутагенным как для взрослых мышей, так и для их потомства F₁. Характерно, что 1/2ЛД₅₀ Pb(NO₃)₂ вызывает увеличение, по сравнению с контролем (P < 0,01), частоты клеток с хромосомными нарушениями в мышцах, но эти животные не дают потомства.

Таблица 2

Хромосомные нарушения в клетках костного мозга потомства тех мышей, которым в течение 20 дней вводили комбинированно хлористый кадмий и нитрат свинца

| Испытуемые соединения и их концентрации | Возраст потомства | Количество животных | Количество проанализиро- ванных метафаз | Нарушенные метафазы | | Метафазы | | |
|---|----------------------|------------------------|---|---------------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | | | Число | % | с абер- рациями | с анеу- плоидией | с поли- плоидией |
| 1/5 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 20 | 10 | 989 | 80 | 8,09 ± 0,87 | 49 | 11 | 20 |
| 1/10 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 20 | 9 | 873 | 44 | 5,04 ± 0,74 | 26 | 5 | 13 |
| Контроль | 20 | 9 | 884 | 10 | 1,13 ± 0,36 | 5 | 2 | 3 |
| 1/5 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 30 | 10 | 985 | 107 | 10,87 ± 0,99 | 65 | 9 | 33 |
| 1/10 ЛД ₅₀ Pb(NO ₃) ₂ CdCl ₂ | 30 | 10 | 990 | 70 | 7,07 ± 0,81 | 42 | 8 | 20 |
| Контроль | 30 | 10 | 968 | 13 | 1,34 ± 0,37 | 7 | 2 | 4 |

Таким образом, при раздельном введении нитрат свинца и хлористый кадмий являются мутагенными для взрослых мышей в дозах $1/2LD_{50}$ и $1/5LD_{50}$. Для потомства $CdCl_2$ мутагенен в дозах $1/2LD_{50}$ и $1/5LD_{50}$, а нитрат свинца — в концентрации $1/5LD_{50}$. Немутагенны эти соли для родителей и потомства в дозе $1/10LD_{50}$. При комбинированном действии нитрата свинца и хлористого кадмия все исследуемые дозы ($1/2LD_{50}$, $1/5LD_{50}$, $1/10LD_{50}$) дают цитогенетический эффект во взрослых животных. В потомстве мутагенной активностью характеризуются $1/5LD_{50}$ и $1/10LD_{50}$. Нитрат свинца, введенный раздельно и комбинированно с $CdCl_2$ в дозе $1/2LD_{50}$, не дает потомства.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.12.1986)

გენეტიკა და სელექცია

თ. ოხანაშვილი

ტყვიის ნიტრატის და კადმიუმის ქლორიდის მოქმედებით
გამოწვეული მუტაგენური ეფექტი თეთრი თაგვების და მათი
შთამომავლობის ძვლის ტვინის უზრეადგზი

რეზიუმე

დადგინდა, რომ ტყვიის ნიტრატის და კადმიუმის ქლორიდის ქრონიკული გამხოლოებული მოქმედება დოზით $1/10$ დღსო არ იწვევს გენეტიკური აპარატის დარღვევას არც ზრდასრულ თავებში, არც შთამომავლობაში. აღნიშნული მარილები 20-ჯერადი კომბინირებული შეყვანისას ($1/5$ ღღსო, $1/10$ ღღსო), აგრეთვე გამხოლოებული მოქმედებისას ($1/5$ ღღსო $Pb(NO_3)_2$, $1/2$ ღღსო და $1/5$ ღღსო $Cd Cl_2$) მუტაგენურია როგორც მშობლებისათვის, ისე მათი შთამომავლობისათვის. $1/2$ ღღსო $Pb(NO_3)_2$ გამხოლოებული და კადმიუმის ქლორიდთან კომბინირებული შეყვანისას მუტაგენურია ზრდასრული თავებისათვის. ეს ცხოველები შთამომავლობას არ იძლევიან.

GENETICS AND SELECTION

T. S. OKHANASHVILI

MUTAGENOUS EFFECT IN BONE-MARROW CELL CHROMOSOMES
OF WHITE MICE AND THEIR PROGENY INDUCED BY CHRONIC
EXPOSURE TO LEAD NITRATE AND CADMIUM CHLORIDE

Summary

Chronic divided administration of lead nitrate and cadmium chloride in a dose of $1/10 LD_{50}$ is found to cause no disturbances in genetic apparatus either in adult mice or in their progeny. 20-times combined ($1/5 LD_{50}$, $1/10 LD_{50}$) and divided ($1/5 LD_{50} Pb(NO_3)_2$; $1/5 LD_{50} CdCl_2$) administration of the above salts proves mutagenous both for parents and for their progeny. Divided administration of $1/2 LD_{50} Pb(NO_3)_2$ as well as the one combined with cadmium chloride is mutagenous for adult mice, but these animals give no progeny.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Bauchinger *et al.* *Mut. Res.*, 1, 40, 1976.
2. G. B. Geber *et al.* *Mut. Res.*, 1, 76, 1980.
3. M. Webb. G. P. Samarawickrama. *Environ., Health, Pergp.*, 1, 28, 1978.
4. K. J. Sram. *Proc. Sympos. Toxicol. Safety., New Drugs.* 1979.
5. Г. А. Вилкина и др. *Генетика*, 1, 12, 1978.
6. Г. И. Румянцев, С. М. Новиков. *Гиг. и сан.*, 1, 2, 1975.
7. Вредные вещества в промышленности. Под ред. Н. В. Лазарева и И. Д. Гадаскиной. Л., 1977.
8. E. H. Ford, D. H. Woolan. *Exp. Cell. Res.* 2, 32, 1963.

Д. Ш. ДАВИТУЛИАНИ, А. Г. КОРЕЛИ

ВЛИЯНИЕ МНОГОКРАТНОГО ВВЕДЕНИЯ АМИНАЗИНА И ДИАЗЕПАМА НА ГИПОТАЛАМИЧЕСКОЕ САМОРАЗДРАЖЕНИЕ КРОЛИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 31.10.1986)

Реакция самораздражения широко применяется для оценки действия различных лекарственных средств на центральную нервную систему. Известно, что самораздражение угнетается одноразовым введением нейролептиков [1, 2] и облегчается транквилизаторами бензодиазепинового ряда [3]. Таким образом, нейролептики и бензодиазепины действуют на самораздражение как антагонисты. В клинической практике эти психотропные вещества применяются в течение длительного времени. Установлено, что чувствительность дофаминергических рецепторов мозга меняется во время и после хронического применения нейролептиков. В частности, после хронического введения нейролептиков повышается чувствительность дофаминергических рецепторов и, вместе с тем, облегчается реакция самораздражения [4, 5]. В литературе, однако, нет данных о том, как влияет на реакцию самораздражения хроническое применение бензодиазепинов.

В настоящей работе приводятся данные по исследованию эффектов многократного введения нейролептика (аминазина) и бензодиазепина (дiazepam) на реакцию самораздражения, вызываемую из латерального гипоталамуса кролика.

Опыты ставились на 12 кроликах с электродами, вживленными в латеральный гипоталамус. Вживление биполярных раздражающих электродов производилось под местным новокаиновым обезболиванием по стереотаксическим координатам атласа Фифковой и Маршалы [6]. Наблюдения велись в модифицированном ящике Скиннера. Нажатием на рычаг включался раздражающий синусоидальный ток, частотой 150 Гц. Продолжительность раздражения, запускаемого одним нажатием на рычаг, — 0,5 с, сила тока — 0,2—1 мА. До начала введения веществ поведение животных изучалось в течение 5 дней и определялся фоновый уровень самораздражения подсчетом частоты нажатий на рычаг за 10-минутный интервал. После установления фоновой частоты самораздражения животные в случайном порядке делились на две группы. Животным первой группы вводился аминазин (2 мг/кг) ежедневно в течение 10 дней, животным второй группы — diazepam (3 мг/кг), также ежедневно в течение 10 дней. После окончания хронического введения веществ велись наблюдения за частотой самораздражения в течение 3 недель.

После завершения экспериментов животные забивались летальной дозой этаминала натрия (100—120 мг/кг), мозг извлекался, фиксиро-



вался в 10% растворе формалина и затем проводился гистологический контроль локализации кончиков раздражающих электродов.

Влияние хронического введения аминазина на самораздражение представлено на рис. 1. Частота нажатий на рычаг была достаточно постоянной за предварительный 5-дневный период. При хроническом введении аминазина частота самораздражения измерялась через час после каждого введения вещества. Частота самораздражения бывала понижена на 50—60% от фонового уровня. После завершения хронического введения аминазина частота самораздражения в 1-й день была несколько понижена, но на 2-й день отмены аминазина отмечалось повышение частоты выше фонового уровня и повышенная частота держалась в течение 12 дней. После этого частота самораздражения возвращалась к фоновому уровню и держалась на этом уровне до конца наблюдений.



Рис. 1. Влияние многократного введения аминазина и диазепама на частоту самораздражения: на оси ординат — частота самораздражения за 10-минутный интервал, на оси абсцисс — дни фоновой регистрации, введения веществ и периода отмены

Результаты хронического введения диазепама также представлены на рис. 1. Частота нажатий на рычаг была стабильной в течение 5-дневного периода до введения вещества. В период хронического введения диазепама частота самораздражения измерялась через час после каждого введения вещества. Она бывала повышена на 40—50% по сравнению с фоном. После завершения хронического введения диазепама в 1-й день частота была чуть повышена, но на 2-й день понижалась до фонового уровня и держалась на этом уровне в течение всего 3-недельного периода. Результаты опытов статистически достоверны ($p=6$, $Q=0$, $P<0,05$ для каждой группы, где p — количество животных, Q — количество отрицательных результатов).

Таким образом, хроническое введение аминазина угнетает реакцию самораздражения латерального гипоталамуса в течение всего периода введения вещества. После прекращения введения частота самораздражения повышается и лишь спустя 12 дней возвращается к норме. Это повышение частоты, вероятно, вызвано повышением чув-

ствительности центральных дофаминергических рецепторов [7, 8], что увеличивает подкрепляющие свойства раздражения. Очевидно, позже чувствительность рецепторов возвращается к норме и частота самораздражения понижается до нормы.

Диазепам облегчает реакцию самораздражения в течение всего 10-дневного периода введения вещества. Однако почти сразу же после отмены вещества частота самораздражения возвращается к фоновому уровню. По-видимому, облегчающее действие диазепама не связано ни с качественным, ни с количественным изменением бензодиазепиновых рецепторов. По данным Тарси и Балдесарини [9], хроническое введение диазепама также не вызывает повышения чувствительности дофаминергических рецепторов. Видимо, поэтому после отмены диазепама самораздражение возвращается к норме.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бериташвили

(Поступило 26.12.1986)

აღმნიანსა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. დავითულიანი, ა. კორელი

ამინაზინის და დიაზეპამის მრავალჯერადი შეყვანის გავლენა
 გოცვრის ჰიპოთალამურ თვითგაღიზიანებაზე

რეზიუმე

ქრონიკულ ცდებში შესწავლილ იქნა ამინაზინის და დიაზეპამის მრავალჯერადი (10 დღის განმავლობაში) შეყვანის გავლენა ლატერალური ჰიპოთალამუსის თვითგაღიზიანების რეაქციაზე. ამინაზინის მრავალჯერადი შეყვანა კუნთებში იწვევდა თვითგაღიზიანების სისშირის მნიშვნელოვან შემცირებას. ამინაზინის შეყვანის შეწყვეტას თან სდევდა თვითგაღიზიანების სისშირის მნიშვნელოვანი მომატება 12 დღის განმავლობაში, რის შემდეგაც სისშირე საწყის დონეს უბრუნდებოდა. დიაზეპამის მრავალჯერადი შეყვანა იწვევდა თვითგაღიზიანების სისშირის მნიშვნელოვან ზრდას, ხოლო დიაზეპამის შეყვანის შეწყვეტის შემდეგ სისშირე სწრაფად უბრუნდებოდა თავდაპირველ დონეს. მიღებული მონაცემები მიუთითებენ ცენტრალური დოფამინერგული რეცეპტორების მგრძობელობის გაზრდაზე ამინაზინის შემოქმედებით. როგორც ჩანს, დიაზეპამი არ ახდენს მსგავს გავლენას დოფამინერგულ რეცეპტორებზე.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. Sh. DAVITULIANI, A. G. KORELI

EFFECT OF CHRONIC CHLORPROMAZINE AND DIAZEPAM
 TREATMENT ON HYPOTHALAMIC SELF-STIMULATION IN
 RABBITS

Summary

The effects of chronic administration of chlorpromazine (2mg/kg) and diazepam (3 mg/kg) for 10 days on the lateral hypothalamus self-stimulation behaviour were investigated in rabbits. Chlorpromazine produced a sig-



nificant decrease in self-stimulation behaviour in the course of chronic treatment, followed by a significant increase in the lever-pressing rate during 12 days of the withdrawal period with a subsequent return to the control level. Diazepam produced a significant increase in self-stimulation behaviour in the course of chronic treatment, while the lever-pressing rate soon returned to the initial level and later did not differ from the control level during the period following the drug withdrawal. The results obtained suggest an increase in the sensitivity of central dopaminergic receptors following chronic chlorpromazine, but not diazepam, treatment.

წიგნობაობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Ш. Давитулиани, А. Г. Корели. Изв. АН СССР, сер. биол., 9, 1, 1983, 22.
2. A. Wauquier, C. G. E. Niemegeers. *Psychopharmacologia* (Berlin). 27, 2. 1972. 191.
3. M. E. Oids. *Neuropharmacology*. 15, 2, 1976, 661.
4. A. Eddenberg, P. M. Milner. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 7, 3. 1977, 507.
5. T. F. Seeger, E. L. Gardner, W. F. Bridger. *Brain Res.* 215, 3, 1981, 404.
6. Я. Буреш, М. Петрань, И. Захар. *Электрофизиологические методы исследования*. М., 1962, 384.
7. B. Fjaland, I. Moller Nielsen. *Psychopharmacologia* (Berlin). 34, 2 1974, 105.
8. D. M. Simpson, Z. Annau. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 7, 1, 1977, 59.
9. D. Tarsy, R. J. Baldessrini. *Neuropharmacology*. 13, 5, 1974, 927.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. М. КЕНИЯ

ВЗАИМОЗАВИСИМОЕ ПОВЕДЕНИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ
РАЗНОГО ВОЗРАСТА

«Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 11.6.1987)»

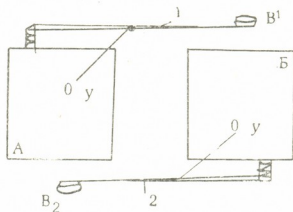
Физиологический анализ взаимозависимого поведения у животных разного уровня филогенеза описан ранее [1—4].

Представляет интерес анализ поведения детей разного возраста в условиях их взаимозависимого общения. У детей взаимозависимость изучалась по методике, разработанной ранее на животных [5—7] и детях [7], но модифицированной с учетом наших условий эксперимента.

При сравнении данных о формировании взаимозависимых рефлексов у 182 детей в возрасте 1,5—7 лет, было обнаружено, что у всех детей легко вырабатывается пищедобывательный рефлекс притягивания рычага с вазочкой на конце, куда помещалась конфетка. Было замечено, что для выработки пищедобывательной реакции детям старшего возраста (5—7 лет) требовалась инструкция: «Возьми конфетку!», младшим же (1,5—5 лет), чтобы приблизить к себе вазочку с конфеткой достаточно было экспериментатору показать, а ребенку увидеть, что в нее положена конфетка и без всяких команд они доставляли себе лакомство.

Данное обстоятельство, по-видимому, можно объяснить большим развитием условного торможения у детей старшего возраста по сравнению с младшими.

Рис. 1. Экспериментальная установка для изучения взаимозависимого поведения у детей разного возраста: А — манеж № 1, Б — манеж № 2, В₁ — В₂ — вазочки для конфет, 1 и 2 — рычаги подвижные со шнуром для притягивания, у — кольца от шнура



После того как дети выработали пищедобывательные реакции (подготовительный этап работы), они были подвержены критическому испытанию (основной этап работы). Дети, имея навык притягивания рычага с конфеткой для себя, оказывались в условиях, когда после их пищедобывательной реакции — воздействия на манипулятор — пища (конфетка) оказалась доставленной партнеру в смежном манеже (см. рисунок).

«Подача» вазочки₁ с конфеткой одним ребенком служило первым сигналом для «подачи» вазочки₂ с конфеткой вторым ребенком первому ребенку.

Наблюдаемая картина «взаимного кормления» детьми друг-друга представляет собой нечто иное как цепной рефлекс типа: партнер—рычаг—пища.

После критического эксперимента, продолжавшегося 20 опытных дней, когда была достигнута выработанная взаимозависимость у детей, им были предъявлены контрольные испытания. Причем в одном случае детям подавали кольцо от рычага «не своего» в присутствии партнера в смежном манеже, но в отсутствии конфетки в вазочке смежного манежа (контроль без пищи). В другом случае ребенку подавали кольцо от рычага смежного манежа, но в отсутствии партнера в манеже, хотя конфетка в вазочку была помещена (контроль без партнера).

Было обнаружено, что дети 1,5—5 лет притягивали рычаги с вазочками и в том и другом случае. Дети этого возраста в основном продолжали притягивать пустую вазочку к партнеру или доставляли вазочку с конфеткой к манежу без партнера.

У детей 5—6 лет, лишь $\approx 50\%$ детских пар вели себя адекватно в отсутствии конфетки или партнера.

Среди детских пар 6—7 лет $\approx 99\%$ не притягивали рычаги в отсутствии конфетки в вазочке или при наличии конфетки в вазочке смежного манежа, где отсутствовал партнер.

Дети свыше 7 лет в контроле перестали тянуть за поданное кольцо от рычага, устно выражая реакцию: «Почему буду тянуть, там же нет конфетки?» или «конфетка есть в вазочке, но кому ее подать?»

Контрольные испытания детских пар

| Возраст детей, год | Количество пар | Контроль без пищи | Контроль без партнера |
|--------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| 1,5—3 | 15 | 15+ | 15+ |
| 3—4 | 8 | 8+ | 8+ |
| 4—5 | 10 | 10+ | 10+ |
| 5—6 | 27 | 15— 12+ | 15— 12+ |
| 6—7 | 26 | 21— 5+ | 21— 5+ |
| Свыше 7 | 5 | 5— | 5— |

Примечание: + тянет рычаг, — не тянет рычаг.

Как видно из таблицы, у детей дифференцировка подкрепления (нет партнера, нет конфеты) с возрастом становится отчетливее.

Приведенные исследования дают основание лишь констатировать факт, что у детей (особенно старшего дошкольного возраста) степень развития второй сигнальной системы действительности определяла совершение ими той или иной реакции [8].

Дети младшего возраста, у которых вторая сигнальная система слабо развита, не смогли дифференцировать случай с отсутствием одного из компонентов в цепи раздражителей. Поэтому цепная пищедобывательная реакция у них носила автоматизированный характер, как и у обезьян, испытанных этой же методикой ранее [9] — отсутствие того или иного компонента в цепи раздражителей не влияло на осуществление прочно выработанных двигательных реакций. Их реакция, в этих условиях контроля, на манипулятор не угасала относительно долго (10—15 проб каждой пары младшего возраста). Это происходит в виду того, что кинестетические раздражения, синтезировавшиеся в определенной последовательности, становятся ведущими сигналами цепной двигательной реакции [9, 10].

В отличие от них взаимозависимые реакции у детей старшего дошкольного возраста угасают в случае отсутствия в цепи раздражителей одного из компонентов (конфетки в вазочке или партнера в смежном манеже).

В заключение следует отметить, что выработка взаимозависимых реакций у детей дошкольного возраста осуществляется в основном по типу цепных двигательных рефлексов (в нашем случае пищедобывательных), а у старших дошкольников регулируется за счет степени развития у них сигнальных систем действительности.

НИИ педагогических наук
 МП СССР

(Поступило 18.6.1987)

აღაზიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

3. ყენის

ურთიერთდამოკიდებული ქცევა სხვადასხვა ასაკის სკოლაგდელ ბავშვებში

რეზიუმე

სხვადასხვა ასაკის ბავშვებში (1,5—7 წ.) ურთიერთდამოკიდებული ქცევის შესწავლამ ე. წ. „ურთიერთკვების მეთოდით“ გამოავლინა, რომ ეს დამოკიდებულება იცვლება ბავშვების ასაკის ზრდის შესაბამისად. როცა ტუბილულის მისაღებად აუცილებელია პარტნიორისგან ბერკეტის მოქაჩვა, ან ფინჯანში კანფეტის არსებობა, 1,5—5 წ. ასაკის ბავშვები ვერ ერკვევიან შექმნილ ვითარებაში და აწვდიან პარტნიორს ცარიელ ფინჯანს ან ტუბილულს — არარსებულ პარტნიორს. მათი ქცევა მოგვაგონებს ცხოველთა ურთიერთდამოკიდებულ ქცევას. 5—6 წლის ასაკში ბავშვთა მხოლოდ 50% იქცევა სიტუაციის ადეკვატურად, 6—7 წლის ასაკიდან კი ყველა ბავშვი მხოლოდ სიტუაციის შესაბამისად იქცევა, არ აწვდის უტუბილულო ჯამს პარტნიორს, პარტნიორის არყოფნის შემთხვევაში კი უარს აცხადებს მოქაჩის ბერკეტი.

აღწერილი განსხვავებანი შეეფარდება სხვადასხვა ასაკის ბავშვებში სასიგნალო სისტემების განვითარების სხვადასხვა დონეს.

V. M. KENIA

 INTERDEPENDENCE BEHAVIOUR IN CHILDREN OF DIFFERENT
 AGE GROUPS

Summary

Partner interdependence in children of different age groups was studied by the so-called "mutual feeding" method. It was found that when children were deprived of partner dependence for getting dainty, or when they were deprived of food dependence from the partner, a different interdependence was observed in different age groups. Children of the age from 2 to 5 years, who worked out the intergroup reflex, behaved themselves inadequately when they lacked the dainty or the partner. Their behaviour reminded of interdependence in animals. Children of the age from 5 to 6 years under the same conditions behaved themselves adequately in 50% of control cases, and inadequately—in the rest of cases. Children of the age of 6 to 7 years behaved themselves only adequately to the situation, i. e. they did not "serve" the bowl with dainty to the absent partner, and did not "serve" the empty bowl to the partner in the adjacent manège.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Кения. Автореферат канд. дисс. М., 1974.
2. В. М. Кения. ЖВНД, 30, вып. 2, 1980, 320—326.
3. В. М. Кения. Сообщения АН СССР, 100, № 2, 1980, 433—436.
4. В. М. Кения. Труды Тбил. гос. ун-та, 248, 1984, 82—91.
5. W. Orwin. Zenith, 1969, 6, 2, 10-12.
6. A. D. Colman *et al.* J. Psychol. Record, 1969, 19, 3, 401-405.
7. D. L. Woffle, H. M. Woffle. J. Genetic Psychol. 1939, 55, 137-175.
8. Л. Г. Воронин. Вопросы теории и методологии исследования высшей нервной деятельности человека. М., 1982.
9. Л. Г. Воронин. ЖВНД, 33, вып. 4, 1983, 611—618.
10. М. М. Кольцова. Развитие сигнальных систем действительности у детей. Л., 1980.

М. П. МАРДАЛЕИШВИЛИ, К. Л. МАХВИЛАДЗЕ, М. А. ЦАРЦИДZE,
Б. А. ЛОМСАДZE

КИНЕТИКА АДСОРБЦИИ ЛИПИДОВ НА ШИРОКОПОРИСТОМ СИЛИКАГЕЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 5.7.1986)

Адсорбция липидов из бензола на твердых носителях является быстрым процессом, который полностью завершается в течение 24 часов. Этот процесс необратим, и потому изучение его термодинамически на основе анализа изотерм адсорбции не плодотворно. Более информативным в этом отношении оказался кинетический анализ кривых сорбции, который позволил выявить одностадийный характер адсорбции липидов из бензола на твердом носителе.

Кинетику адсорбции липидов изучали на фосфатидилхолине (ФХ) и фосфатидилинозитоле (ФИ) фирмы «Sigma», холестерине (ХОЛ) и фосфатидилэтаноламине (ФЭА) фирмы «Fluka A. G.», фосфатидилсерине (ФС) фирмы «Serva». В качестве носителя использовали гидротермальный широкопористый силикагель с удельной поверхностью $40 \text{ м}^2/\text{г}$ и диаметром пор от 600 до 1000 А.

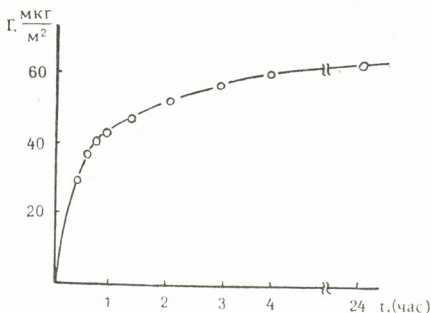


Рис. 1. Кинетическая кривая адсорбции фосфатидилинозитола $0,3 \text{ мг/мл}$ из бензола на силикагеле

Адсорбцию липидов проводили при комнатной температуре в цилиндрических бюксах объемом около 8 см^3 по методике, описанной в работе [1]. Носитель прокачивали в сушильном шкафу при температуре $180\text{--}200^\circ\text{C}$ в течение 1 часа до постоянного веса. К 100 мг силикагеля добавляли 1 мл липида, растворенного в бензоле. В контактном растворе производили измерения концентрации липида через определенные промежутки времени. Об адсорбции судили по убыли коли-



чества липида в контактном растворе. Концентрацию фосфолипидов определяли разработанными на нашей кафедре методами [2—4], а холестерина — по методу, приведенному в работе [5].

На рис. 1 дана кинетическая кривая адсорбции фосфатидилинозитола 0,3 мг/мл из бензола на силикагеле. Согласно работе [6], обработку кинетики адсорбции ФИ можно провести в координатах линейного уравнения

$$\frac{1}{E_{\text{адс}}} = \frac{1}{E_{\text{макс}}} + \frac{1}{E_{\text{макс}} k E_0} \cdot \frac{1}{t}, \quad (1)$$

где E_0 — начальная концентрация липида, $E_{\text{адс}}$ — количество адсорбированного липида, $E_{\text{макс}}$ — величина предельной адсорбции при монослойном заполнении, k — бимолекулярная константа скорости адсорбции, t — время.

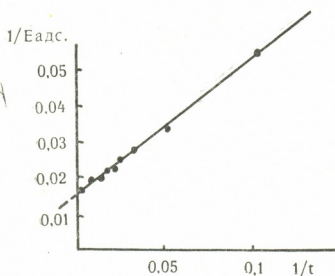


Рис. 2. Кинетическая кривая адсорбции фосфатидилинозитола в координатах уравнения (1)

На рис. 2 кинетическая кривая адсорбции ФИ представлена в координатах этого уравнения. Из рисунка видно, что кинетически процесс адсорбции протекает как одностадийный. Молекулы липида быстро адсорбируются как на внешней поверхности пористого силикагеля, так и свободно проникают внутрь пор носителя. Вычисленные по уравнению (1) величина предельной адсорбции при монослойном заполнении равна $E_{\text{макс}} = 62,5$ мкг/м², а бимолекулярная константа скорости адсорбции — $k = 1,75$ М⁻¹с⁻¹.

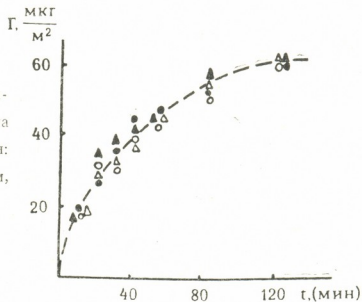
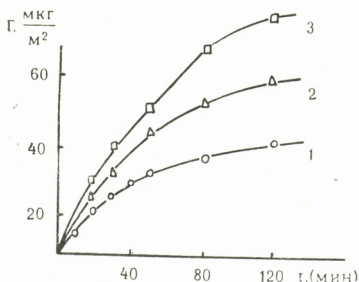


Рис. 3. Кинетика адсорбции фосфатидилхолина 0,3 мг/мл из бензола на силикагеле различной дисперсности:
○ — < 0,25 мкм, △ — 0,25 — 0,8 мкм,
● — 0,8 — 1,2 мкм, ▲ — > 1,2 мкм

Для доказательства того, что кинетика адсорбции липидов не зависит от величины внешней и внутренней поверхности носителя, изучили кинетику адсорбции фосфатидилхолина 0,3 мг/мл из бензола на

силикагеле различной дисперсности. Как видно из рис. 3, размеры гранул носителя не влияют на кинетику адсорбции ФХ.

Рис. 4. Кинетика адсорбции фосфатидилхолина в различных начальных концентрациях: 1—0,2 мг/мл, 2—0,3 мг/мл, 3—0,4 мг/мл из бензола на силикагеле постоянного размера гранул (0,25—0,8 мм)



На рис. 4 представлены кинетические кривые адсорбции ФХ при разных начальных концентрациях липида на гранулах носителя постоянного размера (0,25—0,8 мм). Полученные данные позволили вычислить величины $E_{\text{макс}}$ и k , приведенные в таблице. Из таблицы видно, что $E_{\text{макс}}$ не зависит от начальной концентрации липида, что также согласуется с нашими представлениями о том, что молекулы липида легко адсорбируются на внешней и внутренней поверхностях широкопористого силикагеля.

Кинетические параметры адсорбции фосфатидилхолина при разных начальных концентрациях липида на гранулах носителя постоянного размера (0,25—0,8 мм)

| Концентрация ФХ, мг/мл | k , $M^{-1} c^{-1}$ | $E_{\text{макс}}$, $мкг/м^2$ |
|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 0,2 | 0,64 | 100 |
| 0,3 | 0,74 | 100 |
| 0,4 | 0,83 | 100 |

На рис. 5 приведены кинетические кривые адсорбции фосфатидилсерина, фосфатидилэтанолamina и холестерина 0,3 мг/мл из бензола на силикагеле. Вычисленные графически скорости адсорбции равны для ХОЛ $V=0,41$ $мкг/м^2$ мин, для ФЭА $V<6,6$ $мкг/м^2$ мин, для ФС $V=0,85$ $мкг/м^2$ мин.

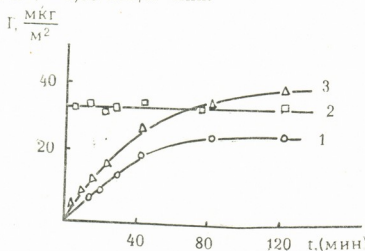


Рис. 5. Кинетические кривые адсорбции фосфатидилсерина (1), фосфатидилэтанолamina (2) и холестерина (3) 0,3 мг/мл из бензола на силикагеле

Таким образом, носители, модифицированные разными липидами и смешанными липидными монослоями, могут быть использованы для



исследования липид-липидных и липид-белковых взаимодействий в адсорбционных слоях.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.11.1986)

ბიოქიმია

მ. მარდალეიშვილი, კ. მახვილადე, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე

ლიპიდების ადსორბციის კინეტიკა ფართოფოროვან სილიკაგელზე
რეზიუმე

შესწავლილია ბენზოლში გახსნილი ლიპიდების ადსორბციის კინეტიკა პიდროთერმულ ფართოფოროვან სილიკაგელზე. ადსორბციის პროცესი მიმდინარეობს ერთ სტადიად: ლიპიდის მოლეკულები სწრაფად ადსორბირდებიან გარე ზედაპირზე და თავისუფლად აღწევენ სილიკაგელის ფორების შიგნით.

მიღებულია შესაბამისი კინეტიკური პარამეტრები, რომლებიც მოყვანილია ნაშრომში.

BIOCHEMISTRY

M. P. MARDALEISHVILI, K. L. MAKHVILADZE, M. A. TSARTSIDZE,
B. A. LOMSADZE

KINETICS OF LIPID ADSORPTION ON WIDE-POROUS SILICA GEL
Summary

Kinetics of adsorption of lipids from benzol on hydrothermal wide-porous silica gel has been studied. The process of adsorption follows a one-step course, with rapid adsorption of lipid molecules on the external and internal surfaces of the carrier. Corresponding kinetic parameters have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Бенько, А. Л. Камышный, Е. С. Чухрай, О. М. Полторац. Вести. Моск. ун-та, сер. 2, Химия, т. 16, № 4, 1975.
2. Б. А. Ломсадзе, Ю. А. Владимиров, М. А. Царцидзе, О. С. Джишкарანი, М. П. Мардалейшвили. Авт. свид. № 907434, 1981.
3. М. В. Гордезиანი, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе, М. П. Мардалейшвили, М. Г. Гегечкори. Авт. свид. № 1173315, 1985.
4. М. В. Гордезиანი, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе, Н. А. Куцнava. Авт. свид. № 1168862, 1985.
5. Ю. Б. Филипович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянов. Практикум по общей биохимии. М., 1975.
6. О. М. Полторац, А. Н. Пряхин, Е. С. Чухрай. Вести. Моск. ун-та, сер. 2, Химия, т. 23, № 6, 1982.

Л. Г. ТАБАТАДЗЕ, Т. Г. НАТРОШВИЛИ, Б. А. ЛОМСАДЗЕ,
М. А. ЦАРЦИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ КОНКАНАВАЛИНА А И КОЛХИЦИНА НА ФАГОЦИТАРНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЛИМОРФНО-ЯДЕРНЫХ ЛЕЙКОЦИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 10.11.1986)

В течение фагоцитоза происходят резкие изменения в составе остающейся мембраны полиморфно-ядерных лейкоцитов. Лектиновые рецепторы удаляются с поверхности, в то время как транспортные функции мембраны сохраняются. Известно, что концентрирование лектиновых рецепторов—необходимое условие для инициации фагоцитоза. Распределение лектиновых рецепторов на поверхности мембран равномерно, однако обработка клеток низкими концентрациями конканавалина А ведет к сборке рецепторов, так называемому кэппингу. Клетки не способны образовывать «колпачки» в присутствии высоких доз конканавалина А [1].

Целью настоящей работы было исследование влияния различных концентраций конканавалина А на процесс фагоцитоза в полиморфно-ядерных лейкоцитах. Кроме того, для оценки роли микротубулярной системы в фагоцитозе нами был использован антимикуротубулярный агент — колхицин.

Об интенсивности фагоцитоза судили по поглощению частиц полистирола фагоцитами. Концентрацию экстрагированного диоксаном полистирола определяли спектрофотометрически по заранее построенной стандартной кривой [2]. Полиморфно-ядерные лейкоциты получали из периферической крови донора [3].

Результаты опытов по изучению влияния различных концентраций конканавалина А на процесс фагоцитоза приведены в таблице. Как видно из таблицы, инкубация лейкоцитов с конканавалином А в концентрациях 10 и 40 мкг/мл в течение 30 мин при 37°C вызывает стимуляцию поглощения полистирола. Конканавалин А в концентрациях 100 мкг/мл оказывает ингибирующее влияние на фагоцитарную активность лейкоцитов. Увеличение концентрации конканавалина А до 200 мкг/мл приводит к быстрой агглютинации клеток.

Для выяснения взаимосвязи микротубулярной системы с поверхностными рецепторами исследовали влияние колхицина на процесс фагоцитоза. С этой целью проводили преинкубацию лейкоцитов с 5 мМ колхицина в течение 15 мин при 37°C. Затем лейкоциты инкубировали с конканавалином А в концентрациях 40 и 100 мкг/мл. Полученные результаты показаны на рис. 1. Как видно из рисунка, преинкубация лейкоцитов с колхицином не влияет на стимуляцию фагоцитоза, вы-

званного низкими концентрациями лектина. Иная картина наблюдается при действии колхицина на фагоцитоз, ингибированный высокими концентрациями конканавалина А. В отличие от приведенных данных, в этом случае наблюдается резкое увеличение поглощения полистирола.

Полученные нами результаты по ингибированию фагоцитоза высокими концентрациями конканавалина А согласуются с литературными

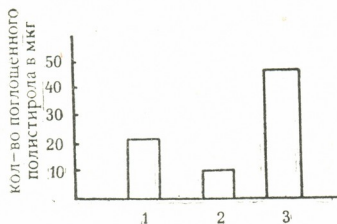


Рис. 1. Влияние колхицина и конканавалина А на процесс фагоцитоза: 1 — контроль, 2 — конканавалин А 100 мкг/мл, 3 — колхицин 5 мкМ + конканавалин А 100 мкг/мл

данными. Как было показано Эдельманом и др. [4], высокие концентрации лектонов вызывают ограничение мобильности поверхностных рецепторов, тем самым препятствуя их сборке. Таким образом, можно заключить, что уменьшение интенсивности фагоцитоза связано с отсутствием кэппинга лектиновых рецепторов. Обнаруженный нами факт стимуляции фагоцитоза низкими концентрациями конканавалина А, по-видимому, определяется перераспределением лектиновых рецепторов и образованием «колпачков».

Влияние различных концентраций конканавалина А на интенсивность фагоцитоза

| Концентрация конканавалина А, мкг/мл | Количество поглощенного полистирола, мкг |
|--------------------------------------|--|
| Контроль | 20 |
| 10 | 45 |
| 40 | 40 |
| 100 | 8 |
| 200 | — |

В таблице приведены средние значения результатов, отличающиеся друг от друга не более чем на $\pm 5\%$.

Известно, что колхицин и другие алкалоиды частично предотвращают эффект высоких концентраций лектинов на мобильность рецепторов [4]. Согласно нашим данным, преинкубация с колхицином ведет к значительной стимуляции фагоцитоза, т. е. снимает ингибирующий эффект высоких концентраций конканавалина А. Вероятно, после разрешения системы микротрубочек колхицином, вследствие увеличения мобильности рецепторов, возрастает возможность образования «колпачков», что обуславливает установленный нами факт стимуляции фагоцитоза.

Таким образом, приходим к выводу, что роль микротубулярной системы на начальном этапе фагоцитоза определяется его влиянием на распределение поверхностных рецепторов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.11.1986)

ბიოქიმიკა

ლ. ტაბატაძე, თ. ნატროშვილი, ბ. ლომსაძე, მ. ცარციძე

კონკანავალინ A-ს და კოლხიციინის მოქმედება
პოლიმორფონუკლეალური ლეიკოციტების ფაგოციტოზურ
აქტივობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია კონკანავალინ A-ს მოქმედება დონორის სისხლიდან გამოყოფილი პოლიმორფონუკლეალური ლეიკოციტების ფაგოციტურ აქტივობაზე. ნაჩვენებია, რომ დაბალი კონცენტრაციის კონკანავალინ A-ს მოქმედებისას ხდება ფაგოციტოზის სტიმულაცია, ხოლო ლექტინის მაღალი კონცენტრაციები იწვევენ ფაგოციტოზის პროცესის ინჰიბირებას. ანტიმიკროტუბულარული აგენტი — კოლხიციინი ხსნის ლექტინის მაღალი კონცენტრაციით გამოწვეულ ფაგოციტოზის სტიმულაციას.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ მიკროტუბულარული სისტემა არეგულირებს ზედაპირული რეცეპტორების განაწილებას.

BIOCHEMISTRY

L. G. TABATADZE, T. G. NATROSHVILI, B. A. LOMSADZE, M. A. TSARTSIDZE
THE EFFECT OF CONCANAVALIN A AND COLCHICINE ON PHAGOCYTOSIS BY POLYMORPHONUCLEAR LEUKOCYTES

Summary

The effect of concanavalin A on phagocytosis by PMN leukocytes has been studied. Concanavalin A in low concentrations is shown to stimulate phagocytosis by PMN leukocytes. The higher concentrations of concanavalin A cause the inhibition of phagocytosis. This effect is reversed by colchicine, which is an antimicrotubular agent. It is suggested that microtubular system regulates the distribution of surface receptors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. M. Oliver *et al.* Proc. Nat. Acad. Sci. 71, 2, 1974.
2. J. Roberts, J. H. Quatsel. Biochem. J., 89, 150, 1963.
3. T. P. Stossel *et al.* J. Clin. Investigation., 50, 1745-1757, 1971.
4. G. M. Edelman *et al.* Proc. Nat. Acad. Sci., 70, 5, 1973.



М. И. ДЖАЛЯБОВА, Б. А. ЛОМСАДЗЕ

ДЕЙСТВИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И ФОРМУ ЭРИТРОЦИТОВ В ОПЫТАХ *in vitro* и *in vivo*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 20.1.1987)

Известно стабилизирующее влияние антиоксидантов гетероциклического ряда на биологические мембраны, в частности на эритроцитарные [1]. Однако в зависимости от концентрации препарата возможна не только стабилизация эритроцитарных мембран, но при действии больших доз и усиление гемолиза [1], изменение структурной организации и функциональной активности мембраны, в частности ингибирование маркерного фермента ацетилхолинэстеразы [2]. Представляло интерес изучение действия антиоксидантов на форму эритроцитов, поскольку изменение формы эритроцитов и ригидности их мембран влияет на вязкость крови [3] и соответственно на скорость переноса кислорода и углекислого газа между легкими и тканями. Изменение формы эритроцитов крови существенно для развития некоторых заболеваний [4]. Ряд работ посвящен исследованию природы молекулярных структур, участвующих в регуляции формы эритроцитов [4, 5].

Принятые сокращения: ФЭ — фосфатидилэтаноламин, ФЛ — фосфолипиды, ФХ — фосфатидилхолин, СМ — сфингомиелин, ФС — фосфатидилсерин, СД-6 — 2-этил-6-метил-3-оксипиридин, ионол — 4-метил-2,6-дитретбутилфенол, ПОЛ — перекисное окисление липидов, АО — антиоксидант.

Целью данной работы являлось изучение влияния различных доз синтетических антиоксидантов СД-6 и ионола на некоторые физико-химические свойства липидов эритроцитов и их форму.

В опытах были использованы 200 нелинейных крыс-самцов весом 100—120 г. Для осаждения эритроцитов применяли стандартную методику [6]. Эритроциты (1 см³ клеточной массы) инкубировали в присутствии антиоксиданта СД-6 в концентрации 3·10⁻⁴М и 3·10⁻³М в фосфатном буфере (рН 7,4) в течение 60 мин при комнатной температуре. Пегинол — производное ионола вводили внутривенно в дозе 360 мг/кг веса животных (100 г — эквивалент пегинола = 16,6 г ионола). Липиды экстрагировали по методу Фолча [7]. Количественное определение фосфолипидных фракций проводили методом тонкослойной хроматографии на силикагеле [8]. Материал для электронно-микроскопических исследований, проводившихся на растворов электронном микроскопе JSM-50 А японской фирмы JEOL, готовили по методу, описанному в работе [9]. От интенсивности процессов перекисного окисления, протекающих в липидах эритроцитов, судили по интенсивности флуоресценции шиффовых оснований, являющихся продуктами взаимодействия аминокислот с вторичными продуктами ПОЛ [10]. Спектры флуоресценции регистрировали на спектрофотометре MPF-3 фирмы «Hitachi».

Инкубация эритроцитов крови крыс в присутствии антиоксиданта СД-6 в концентрации 3·10⁻⁴М в течение 60 мин не влияла на ПОЛ. При инкубации эритроцитов в присутствии антиоксиданта СД-6 в концентрации 3·10⁻³М обнаружено повышение интенсивности флуорес-

Изменение интенсивности флуоресценции шиффовых оснований в липидах эритроцитов крыс при действии антиоксидантов СД-6 и пегинола

| Интенсивность флуоресценции шиффовых оснований (J) | Интактные эритроциты | in vitro | in vitro | in vivo |
|--|----------------------|---|---|------------------------------------|
| | | Добавление СД-6 в дозе $3 \cdot 10^{-4} \text{M}$ | Добавление СД-6 в дозе $3 \cdot 10^{-3} \text{M}$ | Введение пегинола в дозе 360 мг/кг |
| $\frac{J \text{ опыт}}{J \text{ контр.}}$ | $1 \pm 0,1$ | $1,06 \pm 0,12$ | $1,8 \pm 0,17$ | $2,5 \pm 0,15$ |

ценции липидов, т. е. увеличение интенсивности окислительных реакций по сравнению с липидами интактных эритроцитов (табл. 1).

Электронно-микроскопические исследования показали, что под действием больших концентраций антиоксиданта СД-6 ($3 \cdot 10^{-3} \text{M}$) происходит превращение дискообразных в норме красных кровяных клеток (дискоцитов) в эхиноциты — в клетки, имеющие форму морского ежа (рис. 1, а, б). СД-6 в концентрации $3 \cdot 10^{-4} \text{M}$ не изменяет форму эритроцитов.

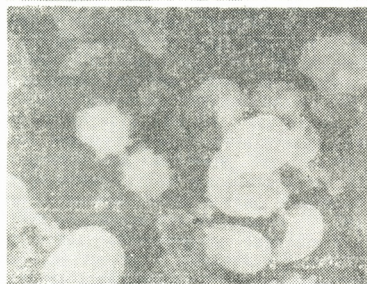
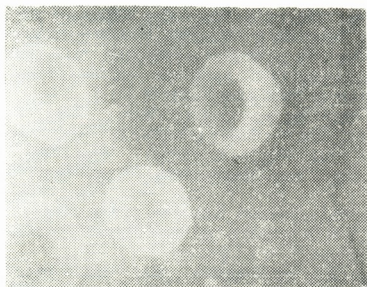


Рис. 1. Электронные микрофотографии: а — интактные эритроциты — дискоциты (ув. 5000); б — эхиноциты-эритроциты, инкубированные в присутствии антиоксиданта СД-6 в концентрации $3 \cdot 10^{-3} \text{M}$ (ув. 5000)

С целью выявления механизма изменения формы эритроцитов под действием больших концентраций АО было изучено изменение состава липидов. Анализ изменения содержания ФЛ эритроцитов, инкубированных с АО в концентрации, увеличивающей интенсивность ПОЛ ($3 \cdot 10^{-3} \text{M}$), показывает, что уменьшается количество ФЭ и ФС

Таблица 2

Изменение относительного содержания ФЛ (%) в эритроцитах крови крыс под действием СД-6 ($3 \cdot 10^{-3}M$ и $3 \cdot 10^{-4}M$) и через 24 часа после введения пегинола в дозе 360 мг/кг веса животных

| Антиоксиданты | ФЛ, % от суммы | | | | |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | ФХ | СМ | ФЭ | ФС | др. ФЛ |
| Интактные эритроциты | 47,7± 0,5 | 13,1± 0,4 | 21,2± 0,5 | 11,3± 0,3 | 7,2± 0,2 |
| Интактные эритроциты + фосфатный буфер | 47,2± 0,5 | 13,5± 0,4 | 20,8± 0,5 | 11,6± 0,3 | 7,0± 0,2 |
| Эритроциты + СД-6 ($3 \cdot 10^{-4}M$) | 48,8± 0,6 | 14,2± 0,5 | 19,1± 0,6 | 11,0± 0,3 | 6,9± 0,2 |
| Эритроциты + СД-6 ($3 \cdot 10^{-3}M$) | 52,5± 0,4 | 17,2± 0,3 | 15,2± 0,4 | 6,8± 0,4 | 8,3± 0,5 |
| Пегинол (введение в дозе 360 мг/кг веса животных) | 53,0± 0,6 | 15,8± 0,3 | 16,0± 0,2 | 7,2± 0,3 | 8,0± 0,3 |

Примечание: точность опыта $m\% < 3\%$.

(табл. 2). Возможно, это происходит за счет «выхода» этих липидов из мембран. В работе [11] установлено, что наиболее легко окисляющимися являются ФЭ и ФС, а окисленные формы ФЛ, являясь более полярными, легче «выходят» из мембран.

Изменение интенсивности ПОЛ эритроцитов, состава липидов и формы эритроцитов изучали через 24 часа после введения животного пегинола в дозе 360 мг/кг веса животных. (Эта доза пегинола соответствует дозе ионола 60 мг/кг, которая вызывает падение антиокислительной активности липидов ниже нормы, с последующим возвращением к норме [12]). Показано, что интенсивность ПОЛ эритроцитов через 24 часа после внутрибрюшинного введения АО повышена по сравнению с интактными эритроцитами (табл. 1), содержание ФЭ и ФС уменьшено, происходит образование эхиноцитов, т. е. наблюдается тот же комплекс изменений, что и при действии синтетического АО *in vitro*. Таким образом, данные полученные при действии синтетических АО *in vitro* и *in vivo*, находятся в соответствии с представлениями о роли ПОЛ в изменении свойств эритроцитов [13], связанной по всей вероятности, с изменениями количества ФЭ и ФС [14] и структуры мембраны, необходимой для функциональной активности [4, 2]. Изменение формы эритроцитов может служить показателем изменения интенсивности ПОЛ. Во всех изученных случаях при усилении ПОЛ изменяется форма эритроцитов. Однако на основании этих данных невозможно установить причинно-следственной связи. Обнаруженное усиление ПОЛ происходит, возможно, из-за того, что мембраны эритроцитов чувствительны к АО, который, растворяясь в липидах, изменяет интенсивность перекисного окисления липидов, либо АО, встраиваясь в мембрану, изменяет структуру и форму мембраны эритроцитов, что влияет на взаимодействие с кислородом.

ა. ჯალიაბოვა, ბ. ლომსაძე

სინთეზური ანტიოქსიდანტების მოქმედება ერიტროციტთა ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობასა და ფორმაზე *in vitro* და *in vivo* ცდებში

რეზიუმე

ფენოლების და ოქსიპირიდინების კლასის ანტიოქსიდანტები ცვლიან ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობას ერიტროციტებში როგორც *in vitro*, ისე *in vivo* ცდებში. ანტიოქსიდანტების მაღალი კონცენტრაციით მოქმედება ზრდის ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობას ერიტროციტებში, ფოსფატიდილეთანოლამინისა და ფოსფატიდილსერინის შემცველობის შემცირებით, რაც იწვევს ექინოციტების წარმოქმნას.

BIOCHEMISTRY

M. I. JALYABOVA, B. A. LOMSDZE

EFFECTS OF SYNTHETIC ANTIOXIDANTS ON LIPID PEROXIDATION INTENSITY IN ERYTHROCYTES AND THEIR SHAPE IN EXPERIMENTS PERFORMED IN VITRO AND IN VIVO

Summary

Synthetic antioxidants (AO) of phenolic and hydroxypyridine types were shown to change the intensity of lipid peroxidation in erythrocytes *in vitro* and *in vivo*. Depending on the concentration, they lead to enhanced lipid peroxidation which is accompanied by a decrease in the phosphatidiletanoamine and phosphatidilserine content, and by the formation of echinocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. К. Обухова. Автореферат докт. дисс. М., 1982.
2. О. М. Панасенко, О. М. Зорина, Л. Я. Гендель, К. Е. Круглякова. ДАН СССР, т. 259, № 3, 1981.
3. L. Whitmore Raunton. *Biorheology*, 18, № 3-6, 1981.
4. Л. Болис, Д. Ф. Хоффман, А. Лиф. Мембраны и болезнь. М., 1980.
5. Е. А. Черницкий, А. В. Воробей. Структура и функции эритроцитарных мембран. М., 1981.
6. W. E. Bidlack. *Immun.*, 106, № 4, 1971.
7. L. Folch, M. Lees *et al.* *Biol. Chem.*, 226, 1957, 497-500.
8. G. Salvioli *et al.* *Gut. Brit. Soc. Gastroenterol.*, 19, 1978.
9. Л. Д. Крымский, Г. В. Нестайко, А. Г. Рыбалов. Растровая электронная микроскопия сосудов и крови. М., 1976.
10. W. R. Bidlack, A. L. Tappel. *Lipids* 8, № 4, 1973.
11. С. А. Аристархова, Г. В. Архипова, Е. Б. Бурлакова, В. Г. Гвахария, Н. Н. Глущенко, Н. Г. Хранова. ДАН СССР, т. 228, № 1, 1976.
12. Е. Б. Бурлакова, Н. М. Дзюба, Н. П. Пальмина, Н. М. Эмануэль. ДАН СССР, т. 163, № 5, 1965.
13. Н. Ю. Кальнова, Н. П. Пальмина. Биохимия, т. 45, вып. 9, 1980.
14. K. Jain Sushlil *et al.* *Biochim. et biophys. acta.*, 642, № 1, 1981.



Т. А. ЧХАИДЗЕ, М. Ш. ПАРЦВАНИЯ

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ И РАЗМНОЖЕНИЕ ЦИТРУСОВОЙ БЕЛОКРЫЛКИ И ЕЕ ХИЩНИКА — СЕРАНГИУМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 10.8.1986)

Цитрусовая белокрылка *Dialeurodes citri* Ashm. как вредитель в Грузии известна с 60-х гг. До интродукции из Индии ее энтомофага-хищного жука серангиума *Serangium (Gatana) parcesetosum* Sic., который акклиматизировался по всему ареалу вредителя, несмотря на проводимые мероприятия, белокрылка имела большое отрицательное экономическое значение [1, 2].

В настоящее время численность цитрусовой белокрылки в результате эффективности серангиума, местных энтомофагов и энтомопатогенного гриба ашерсонии значительно уменьшилась, что позволит сократить применение инсектицидов в защитных мероприятиях против этого вредителя.

В статье приводятся результаты многолетних наблюдений за динамикой численности и размножением цитрусовой белокрылки и ее энтомофага серангиума в цитрусовых насаждениях при исключении из обработок фосфорорганических препаратов, наиболее отрицательно влияющих на полезную фауну и окружающую среду.

Динамика численности цитрусовой белокрылки и ее естественных врагов исследовалась в 1981—1985 гг. в Ахалшенском цитрусовом совхозе Хелвачаурского района Аджарской АССР на плантации мандарин (15—20-летние растения) площадью 6 га.

Количественные показатели численности белокрылки и серангиума определялись по каждому из двух вариантов — опытному и эталону (хозяйственный контроль).

На эталоне применялся весь комплекс защитных мероприятий согласно утвержденной инструкции (1984 г.), включающей четыре обработки комбинированной смесью ММЭ или КЭИМ (за исключением второй обработки), инсектицидом Би-58, фунгицидом-цинебом или их заменителями. На опытном участке из схемы защитных мероприятий было исключено применение фосфорорганических препаратов. Применялись обработки фунгицидами в комбинации с маслами в первом, третьем и четвертом лечениях.

Плотность личинок цитрусовой белокрылки на лист определялась по каждому поколению в средней пробе из 50 листьев [1]. Численность серангиума — хищника цитрусовой белокрылки выяснялось визуально, путем подсчета личинок и жуков в течение 15-минутного осмотра деревьев [3]. Коэффициент размножения белокрылки и серангиума

Динамика численности цитрусовой белокрылки и серангиума по годам
(Ахалшенский цитрусовый совхоз, 1982 — 1985 гг.)

| Варианты опыта | 1982 г. | | | 1983 г. | | | 1984 г. | | | 1985 г. | | |
|---|------------|------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|
| | Дата учета | Плотность белокрылки на лист | К-во серангиума на дерево | Дата учета | Плотность белокрылки на лист | К-во серангиума на дерево | Дата учета | Плотность белокрылки на лист | К-во серангиума на дерево | Дата учета | Плотность белокрылки на лист | К-во серангиума на дерево |
| Опытный | 5.04 | 4,7±0,88 | — | 31.03 | 0,9±0,11 | — | 19.03 | 4,5±0,83 | — | 12.04 | 0,8±0,3 | — |
| участок без фосфорорганических препаратов | 2.07 | 2,6±4,17 | 6,9±1,63 | 27.06 | 7,3±1,83 | 7,9±0,2 | 17.05 | 3,1±0,53 | — | 15.05 | 1,2±0,4 | — |
| | 7.08 | 5,2±0,46 | 25,6±5 | 28.10 | 1,9±0,21 | 10,7±3,0 | 29.06 | 0,6±0,10 | 6,8±1,6 | 8.07 | 1,1±0,3 | 2,9 ±0,29 |
| | 19.10 | 2,1±0,23 | 2,2±0,24 | — | — | — | 14.08 | 3,0±0,49 | 9,2±0,8 | 9.08 | 12,8±06 | 4,80±1,2 |
| | — | — | — | — | — | — | 25.09 | 1,8±0,3 | 0,2±0,6 | 22.09 | 3,5±0,31 | 5,5 ±1,0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Эталон | 5.04 | 7,3±1,2 | — | 31.01 | 1,5±0,2 | — | 19.03 | 5 ±0,36 | — | 12.04 | 0,6±0,1 | — |
| | 2.07 | 5,1±1,3 | 5,2±1,6 | 27.06 | 3,5±0,4 | 5,2±1,3 | 17.05 | 5,0±0,71 | — | 15.05 | 1,0±0,2 | — |
| | 7.08 | 5,5±0,7 | 7,4±1,85 | 28.10 | 1,7±0,1 | 7,1±2,0 | 29.06 | 0,4±0,1 | 5,4±1,1 | 8.07 | 1,3±0,1 | 2,4 ±0,26 |
| | 10.10 | 2,8±0,24 | 3,5±1,3 | — | — | — | 14.08 | 2,4±2,6 | 6,9±2,5 | 8.08 | 2,6±0,3 | 4,5 ±1,4 |
| | — | — | — | — | — | — | 25.09 | 2,0±0,5 | 4,8±1,2 | 22.09 | 3,1±1,3 | 5,1 ±1,5 |

вычислялся сравнением плотности заселения вредителем в текущем году с плотностью его заселения в предыдущем [4].

За годы наблюдений численность белокрылки на опытном участке была ниже установленного для Аджарии экономического порога вредоносности, равного 10 личинкам старшего возраста и пупариев перезимовавшего поколения на лист мандарина. Лишь однажды, в июле 1982 г. при повсеместном увеличении численности вредителя в первом поколении на опытном участке она достигала 26 личинок на лист. Однако уже во втором поколении в результате последующего быстрого размножения серангиума численность белокрылки сократилась до 5,2 личинки на лист. Данные по динамике численности цитрусовой белокрылки и серангиума приведены в таблице.

На опытном участке на второй год после изъятия из обработок фосфорорганических препаратов коэффициент размножения цитрусовой белокрылки перезимовавшего поколения весной был выше (0,65), чем на участке, где применялся Би-58. Однако в период развития личинок второго поколения белокрылки (июль) коэффициент ее размножения на опытном участке в результате увеличения эффективности серангиума был значительно ниже (0,1), чем на эталоне (0,54). На эталоне осенью коэффициент размножения вредителя был также выше (0,22) по сравнению с опытным участком (0,13). Такая же закономерность снижения коэффициента размножения белокрылки наблюдалась в последующие годы. При этом следует отметить, что коэффициент размножения серангиума, нарастая летом, достигает своего максимума осенью, будучи обратно пропорциональным коэффициенту размножения белокрылки. Таким образом, деятельность серангиума является основным фактором, определяющим численность белокрылки.

Установленные нами количественные показатели состояния популяции цитрусовой белокрылки и серангиума (динамика численности, коэффициенты размножения) позволяют прогнозировать ограничение или полное исключение применения фосфорорганических препаратов против цитрусовой белокрылки.

Грузинский институт защиты растений

(Поступило 16.10.1986)

ენტომოლოგია

თ. ჩხაიძე, მ. ზარცვანი

ფოსფორორგანული პრეპარატების გავლენა ციტრუსოვანთა ფრთათმთრას და მისი მტაცებლის — სერანგიუმის რიცხოვნობის დინამიკასა და გამრავლებაზე

რეზიუმე

ციტრუსოვანთა ფრთათმთრას (*Dialeurodes citri* Ashm.) და მისი მტაცებლის — სერანგიუმის (*Serangium parcesetosum* Sic.) პოპულაციების დადგენილი რაოდენობრივი მაჩვენებლები (რიცხოვნობის დინამიკა და გამრავლების კოეფიციენტები) საშუალებას გვაძლევენ შევამციროთ ან სრულიად გამოვრიცხოთ ფოსფორორგანული პრეპარატების გამოყენება ციტრუსოვანთა ფრთათმთრას წინააღმდეგ.

T. A. CHKHAIDZE, M. Sh. PARTSVANIA

 THE INFLUENCE OF ORGANOPHOSPHOROUS PREPARATIONS ON
 THE NUMBER DYNAMICS AND MULTIPLICATION OF CITRUS
 WHITEFLY AND ITS PREDATOR—SERANGIUM

Summary

The quantitative indices (dynamics of the number and multiplication coefficient) of populations of citrus whitefly and its entomophagous predator beetle, serangium (*s. percesetosum* Sic.), permit to reduce or totally exclude the use of organophosphorous preparations against citrus whitefly.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Тимофеева, Н. Ф. Чануквадзе, Л. П. Шендеровская. Карантин растений (методические материалы), 28, 1979, 17—20.
2. Н. К. Гаприкдзашвили, Т. Н. Новицкая, Т. А. Чхаидзе. Сообщения АН ГССР, 81, № 1, 1976, 201—203.
3. В. А. Тряпицин, В. А. Щепетильникова, В. А. Шапиро. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур СССР. Л., 1982, 225.
4. И. В. Тропинин и др. Справочник по защите леса от вредителей и болезней. М., 1980, 376.

М. С. ЧКОИДЗЕ

ПАТОГЕНЕЗ ГЕМОЛИМФЫ СОСНОВОГО КОКОНОПРЯДА ПРИ ИНФИЦИРОВАНИИ БАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТОМ ГОМЕЛИНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 25.12.1986)

По показателям гемолимфы, отражающим физиологическое состояние, можно судить об изменениях, происходящих при инфекционном заболевании насекомых [1—4].

Нами проводилось исследование гемолимфы здоровых гусениц (V, VI и VII возрастов) соснового коконопряда, в результате которого выявились патологические изменения в ней под действием бакпрепарата гомелина. Была поставлена цель выявить характер патогенеза заболевания, глубину воздействия на вредителя патогенного микроорганизма и степень сопротивляемости организма хозяина в отношении возбудителя.

Гемолимфа исследовалась на фиксированных препаратах, окрашенных по методу Романовского—Гимза, предложенному М. И. Сиротиной [5].

Изучение гемолимфы здоровых насекомых было необходимым для выявления патологических изменений, вызванных заболеваниями или другими неблагоприятными факторами.

У соснового коконопряда отмечено семь типов клеток гемолимфы: 1) пролейкоциты, 2) макронуклециты, 3) микронуклециты, 4) фагоциты, 5) эноцитонды, 6), эозинофилы, 7) мертвые клетки.

Установлено, что при заражении гомелином у гусениц V, VI и VII возрастов наблюдались сходные патологические явления, однако у гусениц V возраста они выявлялись значительно раньше, чем у гусениц старших возрастов. Уже на 2-й день патологические явления были близки к изменениям, которые у гусениц VI возраста отмечались лишь на 5—6-й день, число мертвых клеток на 2-й день составило 18% при 3,1% в контроле, т. е. было больше, чем у гусениц VI возраста на 4-й день. На 5-й день после обработки большинство гусениц уже погибло, остальные утратили подвижность, у оставшихся живых особей патологические явления носили еще более резкий характер.

Прежде всего обращали на себя внимание уменьшение общего числа клеток в гемолимфе, возрастание числа мертвых клеток (в среднем на 20—30%). Дегенерация клеток усиливалась. Появлялись гемоциты крупных размеров. За 3—4 часа до гибели гусениц наблюдался сильный распад форменных элементов. Резко сокращалось общее количество клеток крови. Несмотря на небольшое количество гемоцитов, плазма крови была интенсивно окрашена и загрязнена распавшимся ядерным веществом.



Часто встречались большие шарообразные участки безъядерной протоплазмы. Отмечались дислокация ядер, смещение их от центра клетки к периферии. На фоне общего распада гемоцитов лишь пролейкоциты имели нормальную структуру. Последнее свидетельствует о том, что новообразование клеток происходило до гибели насекомого.

Гусеницы VII возраста оказались более устойчивыми к действию препарата, чем гусеницы V и VI возрастов. На 7-й день смертность среди гусениц VII возраста составляла 63%, а среди гусениц V возраста к этому времени достигала 90%.

Анализ гемолимфы дает объяснение неодинаковой восприимчивости гусениц этих возрастов к инфекции. Защитная реакция у гусениц VII возраста была выражена сильнее, чем у гусениц V и VI возрастов. На 4-е сутки в гемолимфе этих гусениц выявлялся значительный фагоцитоз (29,4 против 2,6% в контроле), форма фагоцитов была не веретенновидная, у гусениц же V возраста на 3-и сутки фагоцитоз отсутствовал, т. е. сопротивляемость организма была низкой.

При значительном сходстве патологических изменений в гемолимфе под влиянием гомелина у гусениц V, VI и VII возрастов имелись и некоторые различия, заключающиеся в скорости нарастания патологических изменений. Раньше всего они проявились у гусениц V возраста. У гусениц VII возраста даже на 4-е сутки опыта сопротивляемость организма еще не была сломлена, о чем свидетельствует значительный процент веретенновидных фагоцитов.

Таким образом, гематологическими показателями различной устойчивости гусениц соснового коконопряда к инфекционному началу являются большая или меньшая степень фагоцитоза и скорость дегенерации и отмирания гемоцитов.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что гематологические исследования имеют большое значение для обоснования микробиологического метода борьбы с вредителями леса.

НИИ горного лесоводства
им. В. З. Гулисавили
Министерства лесного
хозяйства СССР

(Поступило 26.12.1986)

ენტომოლოგია

8. ზეჯიმა

ფიჭვნის პარკხვევისას ჰემოლიმფის პათოგენური ბაქტერიული პრაპარატის — გომელინის ინფიცირებისას

რეზიუმე

აღწერილია ფიჭვის პარკხვევისას ჰემოლიმფის უჯრედული შემადგენლობა ჯანმრთელ და გომელინით ინფიცირებულ სხვადასხვა ასაკის მატლებში. შესწავლილია მავნებლის სისხლში მიმდინარე პათოლოგიური ცვლილებები, რომელიც გამოწვეულია პრეპარატ გომელინის ზემოქმედებით.

გამოტანილია დასკვნა, რომ მავნებლების სისხლის შესწავლას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა მათ წინააღმდეგ ბრძოლის მიკრობიოლოგიური მეთოდის დანერგვისათვის.

M. S. CHKOIDZE

PATHOGENESIS OF *DENDROLIMUS PINI* L. HEMOLYMPH AT
INFECTION BY GOMELIN BACTERIAL PREPARATION

Summary

Hemolymph cellular content of *Dendrolimus pini* L. in healthy and gomelin-infected larvae of different age is described. Pathological changes in the pest blood under the action of the preparation are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Талалаев. Микробиология, т. XXVI, вып. I, 1956.
2. В. В. Батурин. Зоол. ж., 52, № 2, 1973.
3. М. С. Чкоидзе. Изв. АН ГССР, сер. биол, т. 2, № 6, 1976.
4. М. С. Чкоидзе. Республиканская конференция «Современные достижения микробиологии и вирусологии в сельском хозяйстве и промышленности». Тез. докл. Тбилиси, 1986.
5. М. И. Сиротина. В кн.: «Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвон и листогрызущих насекомых». М., 1965.

Г. М. БУРКАДЗЕ, Г. А. БЕРЕЖНОП, С. В. КОМИССАРЕНКО

ИММУНОЭНЗИМОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ НЕЙРОСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ЕНОЛАЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 25.7.1987)

В составе ткани нервной системы найден ряд специфических белков, одним из которых является нейроспецифический белок 14-3-2-изофермент енолазы ($\gamma\gamma$ -изофермент), называющийся нейроспецифической енолазой (НСЕ), или антигеном Д [1—3]. Однако остается неясной функциональная роль $\gamma\gamma$ -изофермента енолазы, каталитические свойства которого мало чем отличаются от других изоферментов енолазы, присутствующих как в мозге, так и в других тканях [4, 5].

Одним из возможных путей приближения к выяснению функциональной роли $\gamma\gamma$ -изофермента может быть иммуногистохимическое изучение локализации этого энзима в тканях различных отделов нервной системы. По имеющимся литературным данным этот белок локализован в телах, отростках, в пре- и постсинаптических мембранах нейроцитов некоторых отделов головного мозга [6, 8]. Однако эти данные не дают полного представления о распределении нейроспецифической енолазы в отделах нервной системы различной физиологической принадлежности. В связи с этим целью настоящей работы было изучение, с помощью иммуногистохимических методов, содержания нейроспецифической енолазы в клетках различных отделов центральной и периферической нервной системы.

Материал для исследования брался у половозрелых белых крыс породы Вистар самцов (20 животных). Для идентификации нейроспецифической енолазы использованы прямой и непрямой иммунопероксидазные методы и ПАП-метод. Материал фиксировался в смеси 4%-го параформальдегида + 0,5% глутаральдегид на 0,1М фосфатном буфере рН 7,4. Эндогенную пероксидазную активность ингибировали 1% H_2O_2 на метаноле. Пероксидазную активность выявляли с помощью 3'3'-диаминобензидина тетрагидрохлорида на 0,05М трис-буфере рН 7,6. Контроль составляли срезы, обработанные без применения моноспецифической сыворотки, сывороткой, истощенной специфическим антигеном, срезы с кусочков других органов (сердце, легкие, печень, скелетные мышцы и др.). Нейроспецифическую енолазу выделяли и антисыворотку к нему получали по ранее описанному методу [9], антитела, моноспецифическую и вторичную сыворотку конъюгировали с пероксидазой по [10, 11], ПАП-комплекс получали по [12].

Результаты исследования показывают, что нейроспецифическая енолаза выявляется в нейронах, как продукт реакции в виде осадка, представленного мелкими, диаметром менее 1 мкм, зернами от желтого до темно-коричневого цвета, составляющими иногда конгломераты диаметром 3—4 мкм. Описанный продукт реакции выявляется как в теле, так и в отростках нейроцитов. В теле он обнаруживается в перикарионе, по периферии тел нейроцитов, а иногда заполняет всю цитоплазму в целом.

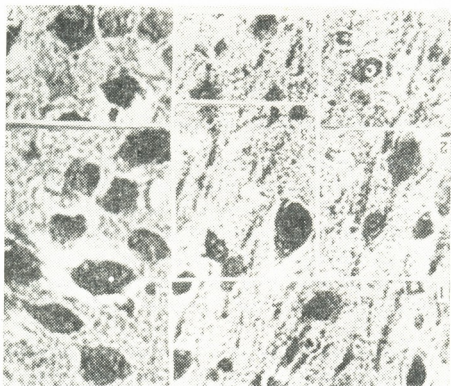


Рис. 1. Осадок реакции — нейроспецифическая енолаза в телах и отростках нейроцитов II [1], III [2], V [3], VI [4], слоев сенсомоторной коры, олив [5], зоны Лиссауэра [6], пучковых клеток передних рогов спинного мозга [7]. Непрямой иммунопероксидазный метод. Микрофотография, ув. 15×40, МБИ-15

Вышеуказанный продукт реакции выявляется в проекционных и ассоциативных нейронах всех шейных, грудных, поясничных, крестцовых, спинномозговых узлов, зон Лиссауэра, желатинозной субстанции Роланда, ядер Кларка, ядер пучковых и моторных нейронов передних рогов, симпатических ядер боковых рогов (шейных отделов) спинного мозга, в нейронах симпатических узлов симпатических стволов, дорзальных и вентральных ядер, ядер амбигууса блуждающих нервов, ядер подъязычных, лицевых, слуховых нервов, чувствительных путей Голя и Бурдаха, ретикулярной формации, олив, в нейронах всех ядер гипоталамуса, лимбических областей и в нейронах сенсомоторной зоны коры больших полушарий головного мозга и мозжечка (рис. 1).

Анализ материалов показывает, что нейроспецифическая енолаза ни в одном из изученных отделов нервной системы не выявляется ни в клетках эктодермальной и мезодермальной глии, ни в стенках сосудов и ни в какой-либо другой конструкции нервной ткани. Нейроспецифическая енолаза не выявляется также в ткани скелетных мышц, печени, легких и др.

Таким образом, полученные нами результаты согласуются с данными литературы о нейрональной локализации белка 14-3-2 (HSE) и показывают его содержание в проекционных и ассоциативных нейронах всех как «низших», так и «высших», как чувствительных, так и двигательных, как симпатических, так и парасимпатических отделов нервной системы. При этом нейроспецифическая енолаза во всех вышеуказанных отделах нервной системы выявляется лишь в части нейроцитов — феномен, возможно, отражающий различное функциональное состояние нейроцитов одинаковой функциональной принадлежности.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 3.9.1987)

ჰისტოლოგია

ბ. ბურკაძე, ბ. ბერეჟნოვი, ს. კომისარენკო

ნეიროსპეციფიკური ენოლაზის გამოვლინება
 იმუნოენზიმოჰისტოქიმიური მეთოდით ნერვული სისტემის
 სხვადასხვა განყოფილებაში

რეზიუმე

ნეიროსპეციფიკური ენოლაზა არ ვლინდება ექტოდერმული და მეზოდერმული გლიის უჯრედებში, სისხლმილთა კედლებში, ჩონჩხის კუნთებში, ღვიძლში, ფილტვებში და სხვ.

ამასთანავე, ნეიროსპეციფიკური ენოლაზა ნერვული სისტემის ამა თუ იმ განყოფილების ყველა ნეიროციტში ერთდროულად არ ვლინდება, რაც მათი სხვადასხვა ფუნქციური მდგომარეობით უნდა აიხსნას.

HISTOLOGY

G. M. BURKADZE, G. A. BEREZHNOY, S. V. KOMISSARENKO

IMMUNOENZIMOHISTOCHEMICAL EXPOSURE OF NEUROSPECIFIC ENOLASE IN DIFFERENT PARTS OF THE NERVOUS SYSTEM

Summary

A study of neurospecific enolase in different parts of the central and peripheral nervous system by means of immunoenzymohistochemical methods (direct and indirect immunoperoxidase method, PAP-method) showed that it exists both in the bodies and processes of projectional and association of fascicular, motor, sympathetic and parasympathetic parts of the nervous system.

Neurospecific enolase is not revealed in the cells of ectodermal and mesodermal glia, in vascular walls, skeletal muscles, in the liver, lungs, etc. Besides, neurospecific enolase is revealed only in a part of neurocytes — a phenomenon which is probably reflecting the different functional condition of neurocytes having the same function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Persson *et al.* J. Neurol. Sciences, 35, № 2, 1978, 381-390.
2. B. S. Federspiel *et al.* J. Neurochem., 48, № 1 1987, 22-28.
3. P. J. Marangos *et al.* J. Neurochem., 33, № 1, 1979, 319-329.
4. L. Fletcher *et al.* Biochem., Soc. Trans., 4, № 6, 1976, 1135-1136.
5. C. C. Rider, C. V. Taylor. Biochem. et biophys. acta, 365, № 1, 1974, 285-300.
6. A. Grasso, J. S. Chen., FEBS Letters, 40, № 1, 1974, 154-156.
7. Г. А. Бережной, Я. В. Белик. Докл. АН УССР, сер. Б, № 11, 1981, 57—59.
8. L. Rönbäck *et al.* Experientia, 33, № 8, 1977, 1094-1095.
9. Г. А. Бережной. Укр. биохим. журн., 56, № 2, 1984, 123—127.
10. S. Avrameas *et al.* Scand. J. Immunol., 8, suppl. 7, 1978, 7-23.
11. P. Nakane, A. Kawaoi. J. Histochem. Cytochem., 22, № 12, 1974, 1084-1090.
12. B. Sternberger. Immunocytochemistry, New-Jersey: Prentice-Hall, 1974, 246.

М. М. КЛДИАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИТОГИСТОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛЕТОК С ИЗМЕНЕННОЙ ФОРМОЙ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 29.10.1986)

Поверхность клетки, образованная цитоплазматической мембраной, никогда не бывает гладкой. Она образует выросты различных размеров и формы, углубления. Изменение гибкости клеток связано с мембраной и микротрубочками, последние являются компонентом цитоскелета клетки [1]. К аналогичному выводу пришел Д. Уотсон [2], указавший, что изменение со стороны микротрубочек и микрофиламентов предопределяет форму клетки. Небезынтересно отметить, что именно изменение формы клетки связано с микротрубочковым остовом, который вплотную прилегает к плазматической мембране. Как показывают наблюдения, микротрубочки связаны с плазматической мембраной. Изменение формы клетки обусловлено сдвигами в мембране. В свою очередь, сдвиги, имеющие место со стороны функции клетки, должны быть связаны с изменениями, происходящими с ее формой. При округлении клетки имеет место снижение функции аденилатциклазы, фермента, ответственного за образование цАМФ. Снижение уровня последнего указывает на нарушение фибриллярного остова клетки, т. е. на изменение формы и цитоскелета, отсюда следует, что цАМФ находится в прямой зависимости с синтезом микротрубочкового аппарата. Микротрубочки обычно расположены снаружи от ядерной мембраны.

По данным Х. Иост [3], образование цАМФ может быть стимулировано катехоламинами, АКТГ, глюкагоном, в то же время инсулин, ацетилхолин, простагландины подавляют этот синтез.

Низкий уровень цАМФ имеет место при митозе, тогда как в фазах G₁-, G₂-, S- он значительно выше, что подтверждается и в наших наблюдениях. При этом происходят и радикальные изменения в мембранах, приводящие к возможному округлению клетки. Изменение уровня цАМФ может приводить к ускорению синтетических процессов или, наоборот, к их замедлению. Согласно [4], фосфорилирование цАМФ играет весьма активную роль в изменении формы.

Авторы работы [5] считают, что именно циклический нуклеотид может способствовать разобщению программы синтеза ДНК. Таким образом, изменение наружной клеточной мембраны в связи с воздействием различных факторов влияет на морфологию клетки. Последняя или уплощается, или округляется, могут появляться пузырьки, складки, или же, наоборот, поверхность клетки становится гладкой.

По нашим наблюдениям, хлорпромазин способствует переходу клетки из одной фазы клеточного цикла в другую, что приводит к изменению ее формы, а значит, к изменению структурной организации последней. На сегодняшний день целая группа авторов указывает на прямую связь между цитоскелетом и рецепторами [6], а также между микротрубочками и мРНК [7]. Разрыв микротрубочек приводит к ослаблению связи клеток с окружающей средой, снижению подвижности, роста клеток, контакта между клетками, подвижности клетки, ее пролиферации, а также дифференцировки и дедифференцировки последней.

Наши исследования касательно цитоскелета лимфоцитов показали, что изменение поверхностных иммуноглобулинов сопровождается соответствующим перераспределением белка в клетке и, в частности, изменением ее формы, очевидно, зависящей от степени упорядочивания расположения микротрубочек. Деформации подвергаются не все лимфоциты одинаково, что, видимо, связано с большим или меньшим числом элементов цитоскелета. Это положение находит подтверждение в работе [8], в которой показано, что структура микротрубочек весьма лабильна и может изменяться в процессе развития. Таким образом, наши наблюдения подтверждают положение о связи формы и цитоскелета клетки.

НИИ психиатрии
им. М. М. Асатиани
МЗ ГССР

(Поступило 13.10.1986)

ციტოლოგია

ა. კლდიაშვილი

შეცვლილფორმისანი უჯრედების ფორმირების ციტოჰისტოქიმიური თავისებურება

რეზიუმე

გამოკვლეულია კავშირი ციტოსკელეტსა და უჯრედის ფორმის შორის. ნაჩვენებია მათი ურთიერთდამოკიდებულება, რაც მტკიცდება ლიტერატურული მონაცემებით უჯრედის გარკვეულ გენეტიკურ ფაზაში ყოფნის შესახებ.

CYTOLOGY

M. M. KLDIASHVILI

SOME PECULIARITIES OF CYTOHISTOCHEMICAL PARAMETERS IN CELLS WITH ALTERED SHAPE

Summary

The relationship between cytoskeleton and cell shape is investigated. Their independence is shown, which is corroborated by literary data concerning a definite genetic phase of the cell development.

ՄՈՇՆԵՐԱԾՅՐԹ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Inezedy-Marcsek, E. Lindner, R. Dicrieks. "Electron microsc., 1978. 9th Int. Congr. Electron microsc., Toronto, 1978, vol. 2", Toronto, 1978, 460-461.
2. Д. Уотсон. Молекулярная биология гена. М., 1978.
3. Х. Иост. Физиология клетки. М., 1975.
4. P. Boivin. "Pathol.-biol.", 1984, 32, № 6, 717-735.
5. J. M. Velazquez, F. L. Renaud. "Exp. Cell Res.", 1981, 135, № 2, 407-411.
6. G. L. E. Koch. "Int. Cell Biol., 1980-1981, 2nd Int. Congr., Berlin (West), 1980", Berlin e. a., 1981, 321-330.
7. E. G. Müller Werner, A. Bernd, H. G. Schröder. "Mol. and Cell Biochem.", 1983, 53-54, № 1-2, 197-220.
8. R. H. Singer, I. A. Pudney. "Tissue and Cell", 1984, 16, № 1, 1729.

А. Р. ЧХЕИДЗЕ, В. В. АБРАМЧЕНКО, В. Н. МОИСЕЕВ, Н. Б. МИНИН

ВОЗМОЖНОСТИ СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГИПОКСАНТОВ И БЕТА-АДРЕНОМИМЕТИКОВ В ЛЕЧЕНИИ ГИПОКСИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПЛОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Р. Нанейшвили 28.11.1986)

Проблема лечения гипоксических состояний плода является одной из наиболее актуальных в современном акушерстве [1—3]. Большое разнообразие причин возникновения данной патологии определяет целесообразность поиска методов неспецифической терапии. Целью данной работы явилось изучение эффективности сочетанного применения бета-адреномиметиков (алупент), нормализующих сократительную деятельность матки и увеличивающих объемные показатели кровообращения с прямыми антигипоксантами (циклическая форма гутимина), позволяющими за счет оптимизации процессов энергетического обмена снизить общее потребление кислорода организмом при сохранении процессов окислительного фосфорилирования [4—6].

Были проведены три группы опытов на беременных самках кроликов в сроки беременности 26—30 дней, где моделировалось состояние хронической гипоксии плода путем перевязки примерно половины маточных сосудов.

Состояние плодов регистрировали через 24 и 48 часов после создания гипоксического состояния путем введения микроэлектродов и записи электрокардиограммы и трансторакальной реограммы плода, которая отражает объемные показатели кровообращения [7].

Проводили также динамическое определение концентрации антигипоксанта методом жидкостной хроматографии высокого давления.

48 плодов 16 крольчих составили контрольную группу.

Во второй группе опытов (21 плод 7 крольчих) через 24 и 48 часов от момента перевязки половины преплацентарных сосудов после регистрации исходного состояния вводили внутривенно циклическую форму гутимина из расчета 100 мг/кг массы животных. Наблюдение за состоянием плода осуществляли на протяжении 5 часов.

В третьей группе экспериментов (24 плода 7 крольчих) одновременно с антигипоксантом вводили алупент в дозе 0,02 мг/кг массы животных.

В клинической части работы у 68 рожениц из 243 женщин группы высокого риска в первом периоде родов после выявления признаков гипоксии плода по данным ЭКГ плода и рН крови из головки плода (проба Залинга) проводили неспецифическое лечение. 42 роженицам внутривенно вводили циклическую форму гутимина из расчета 10 мг/кг массы тела, а 26 — одновременно внутривенно 0,5 мг алупен-

та. Во всех исследованиях отсутствовали какие-либо элементы дискоординации родовой деятельности.

Результаты исследований были обработаны статистически с использованием непараметрического критерия Вилкоксона.

В контрольной группе опытов при создании модели хронической гипоксии плода через 24 и 48 часов после половинной окклюзии, преплацентарных сосудов закономерно возникали нарушения сердечной деятельности плода. Так, регистрировалась компенсаторная тахикардия, частота сердечных сокращений (ЧСС) возрастала в среднем на 18% ($P < 0,05$), амплитуда реографической волны (АРВ) снижалась до $37 \pm 2\%$ ($P < 0,05$). Была характерной также сравнительно низкая вариабельность ЧСС, что может служить признаком неблагоприятных условий существования плода. Одновременно наблюдался выраженный ацидоз крови, взятой из нижней полой вены животных. рН снижался до $7,16 \pm 0,014$ ($P < 0,05$).

При использовании циклической формы гутимина для лечения гипоксии плода патологические изменения сердечной деятельности значительно уменьшались, полностью нормализовалась ЧСС плода, однако АРВ, несмотря на увеличение до $54 \pm 1\%$ ($P < 0,05$), оставалась статистически ниже своих исходных значений ($P < 0,05$).

В третьей группе экспериментов при сочетанном использовании антигипоксанта и бега-адреномиметика патологические изменения полностью исчезали к 8—12-й мин от момента введения препарата. Подтверждением высокой эффективности сочетанного применения используемых лекарственных средств явилась также полная нормализация рН крови из нижней полой вены.

Динамическое определение концентрации циклической формы гутимина показало, что его максимальная концентрация (122 ± 2 мкг/мл) во второй группе опытов достигается в среднем к 20-й мин от момента введения, а в третьей группе она выше в среднем на 31 ± 1 мкг/мл ($P < 0,05$) и достигается к 10-й мин. Периоды полувыведения антигипоксанта составили соответственно $38,6 \pm 1,1$ и $20,3 \pm 0,6$ мин ($P < 0,05$). В обеих группах исследований динамика концентраций циклической формы гутимина подчинялась простым кинетическим моделям элиминации.

В клинической части работы у 42 рожениц до введения антигипоксанта определялось снижение миокардиального рефлекса и осцилляций до $4,9 \pm 0,1$ и $2,1 \pm 0,1$ мин⁻¹ ($P < 0,05$) при записи интегрированной ЭКГ плода. рН крови из головки плода (проба Залинга) в среднем составлял $7,18 \pm 0,01$. Во всех случаях в среднем к 32-й мин после введения антигипоксанта происходила нормализация жизнедеятельности плода, рН крови возрастал до $7,29 \pm 0,01$ ($P < 0,05$). При использовании сочетания антигипоксанта и бета-адреномиметика были получены аналогичные данные у 26 женщин, однако этот эффект достигался значительно быстрее, в среднем на 11-й мин от момента введения препаратов. Период полувыведения циклической формы гутимина составлял соответственно 148 ± 2 и 81 ± 3 мин ($P < 0,05$), а динамика концентраций циклической формы гутимина также подчинялась простым кинетическим моделям элиминации.

Таким образом, полученные данные показали, что сочетанное применение антигипоксанта и бета-адреномиметика с целью лечения гипоксических состояний плода более эффективно, чем их раздельное использование. Бета-адреномиметики, увеличивая объемные показатели кровообращения и улучшая условия маточно-плацентарного кровотока, по-видимому, способствуют увеличению скорости метаболизма антигипоксантов и накоплению их гидрофильных форм в организме плода, что подтверждается данными фармакокинетики [8, 9]. Косвенным подтверждением этому может служить факт снижения ацидоза в крови экспериментальных животных, закономерно возникающего при наличии обширного очага гипоксии и в результате оперативного вмешательства.

Результаты исследований позволяют предположить, что сочетанное применение циклической формы гутимины с алуpentом, позволяющим нормализовать сократительную деятельность матки как наиболее распространенную причину нарушений жизнедеятельности плода, высокоэффективно при лечении гипоксических состояний плода в родах.

Академия медицинских наук СССР
Институт акушерства и гинекологии
Ленинград

(Поступило 26.12.1986)

ციტოლოგია

ა. ჩხეიძე, ვ. აბრამჩენკო, ვ. მოიხეივი, ნ. მინინი

ანტიჰიპოქსანტებისა და ბეტა-ადრენომიმეტიკების შერწყმული გამოყენების შესაძლებლობა ნაყოფის ჰიპოქსიურ მდგომარეობათა მკურნალობაში

რეზიუმე

შესწავლილია ჰიპოქსიურ მდგომარეობათა მკურნალობის შესაძლებლობა ნაყოფის ქრონიკული ჰიპოქსიის მოდელზე ექსპერიმენტსა და კლინიკაში, ჰუტიმინის ციკლური ფორმის და ალუპენტის შერწყმით. დადგენილია, რომ ამ საშუალებათა შერწყმული გამოყენება აძლიერებს ნაყოფის ჰიპოქსიურ მდგომარეობათა მკურნალობის ეფექტურობას, იწვევს მისი სისხლისმიმოქცევისა და მეტაბოლიზმის ნორმალიზაციას ნაყოფის თავიდან აღებული სისხლის pH მონაცემებით. რეკომენდებულია ალუპენტისა და ჰუტიმინის ციკლური ფორმის ერთდროული გამოყენება ნაყოფის მკურნალობისთვის ჰიპოქსიურ მდგომარეობისას მშობიარობის პირველ პერიოდში.

CYTOLOGY

A. R. CHKHEIDZE, V. V. ABRAMCHENKO, V. N. MOISEYEV, N. B. MININ

POSSIBILITIES OF COMBINED USE OF ANTIHYPOXANTS AND BETA-ADRENOMIMETICS FOR THE TREATMENT OF FETAL HYPOXIC STATES

Summary

Possibilities of treating fetal chronic hypoxia with combination of gutimin cyclic form and alupent were studied in experiment and in clinic.



Parameters of circulation, fetal cardiac activity and maternal and fetal pH were being observed. It is found that combined use of these agents improves the efficiency of treating fetal hypoxic states, normalizes its circulation and metabolism.

Simultaneous use of alupent and gutimin cyclic form is recommended for the treatment of fetal hypoxia during the first period of labour.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Персианинов, И. А. Мануилова. Акуш. и гинек., № 2, 1979.
2. Г. К. Степанковская, Б. М. Венцковский, А. С. Лявинец. Гипоксические состояния в акушерской практике, Киев, 1978.
3. М. В. Федорова. Диагностика и лечение внутриутробной гипоксии плода. М., 1982.
4. А. Е. Александрова. Фармакол. и токсикол., т. 35, № 5, 1972.
5. В. М. Виноградова, А. Е. Александрова, И. Г. Болдина, А. Г. Цвелева. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 77, № 6, 1974.
6. Ю. В. Цвелев. Автореферат канд. дисс. Л., 1972.
7. А. М. Новиков, Б. В. Карпов. Сов. мед., т. 23, № 12, 1970.
8. В. В. Абрамченко, В. Н. Моисеев, Н. Б. Минин. Акуш. и гинек., № 1, 1986.
9. J. O. Hosenpud *et al.* Obstet. Gynec., v. 62, № 1, 1983.

Ф. Г. ВЕТРОГОН, М. Г. МАКАРИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСКРЕЦИИ КАТЕХОЛАМИНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ ПРИПАДКОВ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 9.7.1987)

Проблема диэнцефальной (гипоталамической) эпилепсии как отдельной клинической формы эпилептических припадков остается дискутабельной.

В этой проблеме наибольший интерес представляет определение четких границ между «преимущественно висцеральными» (височная эпилепсия) и «преимущественно вегетативными припадками» (гипоталамическая, диэнцефальная эпилепсия). Почти все структуры лимбической системы, в том числе структуры височной доли, входящие в эту систему и являющиеся субстратом т. н. «височной эпилепсии», подверглись экспериментальному изучению. При их раздражении или выключении возникают вегетативные феномены, напоминающие симптомы, появляющиеся при раздражении гипоталамуса [1—4].

Здесь необходимо отметить, что по своему характеру пароксизмальные реакции височного генеза бывают преимущественно парасимпатическими или смешанными [5]. Однако И. А. Дмитриев [6] описывал эпилептические височные припадки с вегетативными симптомами симпатической направленности.

Порождению сомнения в существовании гипоталамической (диэнцефальной) эпилепсии способствует трудность дифференциального диагноза между ринэнцефальными и диэнцефальными эпилептическими пароксизмами, обычными клиническими и электрофизиологическими методами, появление «височной» симптоматики или электрофизиологические изменения височной области при гипоталамических пароксизмах. Диффузные электроэнцефалографические изменения или их отсутствие при гипоталамических пароксизмах можно объяснить малой информативностью суммарной ЭЭГ для глубоких диэнцефальных образований. Наличие же судорожной активности в височных структурах может свидетельствовать об отражении или «темпорализации» этой активности из-за наиболее низкого судорожного порога медиобазальных структур, но не исключает наличия такой же активности в гипоталамусе, не регистрируемой суммарной ЭЭГ.

Известно, что височные пароксизмы, морфологическим субстратом которых нередко являются глубокие медиобазальные структуры височной доли (гиппокамп, миндаля), в отдельных случаях проявляются гипоталамической симптоматикой. Вышеуказанные гипоталамические проявления, в том числе и инициальные, считают следствием лишь вторичного распространения судорожной активности с медиобазальных структур на гипоталамус [7].



Проведенные нами экспериментальные исследования на животных указывают на существование взаимоисключающего — взаимооблегчающего механизма между гипоталамусом и гиппокампом, раскрывают некоторые патогенетические механизмы взаимоотношений этих структур [8].

Настоящая работа посвящается изучению обмена катехоламинов при различных формах эпилептических припадков, в том числе припадков с возможной локализацией эпилептического очага в диэнцефальных и ринэнцефальных структурах головного мозга.

Нами проведен анализ исследования уровня экскреции адреналина (А) и норадреналина (НА) у 174 больных, из них генерализованные судорожные припадки отмечались у 66 больных, генерализованные малые припадки — абсансы у 10, фокальные — двигательные и сенсорные — у 27, фокальные — диэнцефальные (гипоталамические) — у 14, фокальные — височные — у 57 больных.

Выделение А и НА во всех исследуемых группах в межприступном периоде носит различный характер: при генерализованных судорожных припадках наблюдается увеличение выделения А ($99,64 \pm 1,1$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$), при диэнцефальных — $81,02 \pm 0,53$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$ при височных — $128,2 \pm 0,26$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$, при малых, двигательных и сенсорных припадках выделение катехоламинов почти не отличается от нормальных показателей, при первых — $56,7 \pm 1,81$ нмоль/24 ч и при вторых $58,25 \pm 0,6$ нмоль/24 ч. Эти показатели несколько выше, чем у здоровых, но увеличение не является статистически достоверным.

Выделение НА увеличено при генерализованных судорожных припадках ($217,9 \pm 0,4$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$) и при диэнцефальных ($379,83 \pm 0,58$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$), при малых, двигательных и сенсорных, а также височных припадках выделение НА снижено; при малых — $120,8 \pm 0,23$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$, при двигательных и сенсорных — $121,7 \pm 0,36$ нмоль/24 ч, $p < 0,001$, при височных — $162,9 \pm 6,26$ нмоль/24 ч, $p < 0,02$.

Исходя из вышеизложенного, при генерализованных судорожных припадках отмечается увеличенное выделение с мочой как А, так и НА, что указывает на активацию гормонального и медиаторного звеньев симпатoadреналовой системы. Необходимо подчеркнуть, что подобные изменения наблюдаются при диэнцефальной (гипоталамической) эпилепсии, которые также указывают на активацию обоих звеньев симпато-адреналовой системы. Идентичность функционального состояния этой системы при генерализованных и диэнцефальных (гипоталамических) пароксизмах свидетельствует и о возможной идентичности их патогенетических механизмов.

Противоположные сдвиги наблюдаются у больных с малыми, двигательными и сенсорными припадками. В этих группах снижение выделения как А, так и НА указывают на угнетение гормонального и медиаторного звеньев симпато-адреналовой системы.

При височных припадках отмечается увеличение выделения А, но снижение выделения НА т. е. активация гормонального и угнетение медиаторного звена симпато-адреналовой системы.

Указанное отличие экскреции катехоламинов между дienceфальными и ринэнцефальными припадками представляет определенную сущность в дифференциальном диагнозе этих пароксизмов.

Институт клинической и
экспериментальной неврологии
им. П. М. Сараджишвили
МЗ ГССР

(Поступило 3.9.1987)

მასპერიმენტული მედიცინა

ფ. ვეტროგონი, მ. მაკარიძე

კატექოლამინების ექსკრეციის შეცვლა სხვადასხვა ფორმის
ეპილევსიური გულყრების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია დიენცეფალური და რინენცეფალური პაროქსიზმების დროს კატექოლამინების ექსკრეცია.

ამ პაროქსიზმების დროს აღმოჩნდა ადრენალინისა და ნორადრენალინის ექსკრეციის სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

F. G. VETROGON, M. G. MAKARIDZE

THE CHANGE OF CATECHOLAMINE EXCRETION AT DIFFERENT FORMS OF EPILEPTIC SEIZURES

Summary

The paper represents a study of catecholamine excretion at diencephalic and rhinencephalic paroxysms. Statistically significant difference in the excretion of adrenaline and noradrenaline at these paroxysms has been revealed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. П. Ведяев. Нейрофизиология, т. 1, № 2, 1967.
2. В. Каада, Н. Јаспер. Arch. Neurol. Psychiat. 1952 v. 66.
3. К. Коикегами, У. Ишида. Folia Psychiat. Neurol. Japan 1952 v. 7. № 2.
4. P. Gloor. In: Hand book of Physiology. Sect. I Neurophysiology, v 2. 1960.
5. А. М. Вейц, А. Д. Соловьева. Лимбико-ретикулярный комплекс и вегетативная регуляция. М., 1973.
6. И. А. Дмитриев. Сб. «Патология вегетативной нервной системы». Калинин, 1969.
7. А. М. Вейц, В. А. Карлов. Журн. невропат. и психиатр., № 6, 1980.
8. М. Г. Макаридзе. Сб.: «Материалы докл. Республ. научн. конф. молодых медиков Грузии». Тбилиси, 1980.

И. Д. ТЕВДОРАДЗЕ

О ВЗАИМОСВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЙ ВНУТРИБРЮШНОЙ И ОБЩЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 20.10.1987)

Повышение температуры в очаге воспаления и общей температуры тела служит основой для клинического установления воспалительного процесса методами общей и локальной термометрии [1—3]. В литературе есть сведения о принципиальной возможности использования внутрибрюшной термометрии в диагностике острых хирургических заболеваний [4]. Данных о комплексном исследовании общей и внутрибрюшной температуры (с точки зрения их диагностической и прогностической значимости) при воспалительных заболеваниях органов брюшной полости в литературе нет.

Измерение и изучение динамики изменений общей и внутрибрюшной температуры в процессе развития в эксперименте острой хирургической патологии проводили в сериях на 20 беспородных собаках. Все операции и процедуры производили под гексеналовым наркозом. Для регистрации общей и внутрибрюшной температуры использовали термопарные датчики, разработанные на кафедре хирургических болезней № 3 Тбилмединститута. После лапаротомии в правой и левой латеральные каналы подводили дренажные трубки с термодатчиками для регистрации интраабдоминальной температуры. Датчик для измерения общей температуры устанавливали в области спины подкожно. После операции датчики подсоединяли к вторично-измерительной аппаратуре и проводили непрерывную круглосуточную запись температурных показателей на диаграммной ленте.

Цель работы — установить взаимосвязь общей и внутрибрюшной температуры при острых воспалительных заболеваниях брюшной полости и экстраабдоминальном гнойном процессе.

Эксперименты разделены на две серии (по 10 собак в каждой): в первой — вызывался каловый перитонит введением в брюшную полость через дренажную трубку взвеси содержимого прямой кишки [5], а во второй — путем подкожной инъекции идентичной взвеси в область наружной поверхности бедра создавалась модель подкожной гнойной флегмоны бедра. Собаки погибали от общей прогрессирующей тяжелой интоксикации при перитоните на 2—3-и сутки, а при подкожной флегмоне — на 5—6-е сутки. Наличие и степень воспалительного процесса подтверждались лабораторными данными и макроскопическим изучением трупов.

При проведении динамического термометрического контроля установлено, что по мере развертывания патологического воспалительного процесса изучаемые температурные параметры претерпевают закономерные фазовые изменения.

При экспериментальном перитоните (рис. 1) общая температура тела имела отчетливую тенденцию к повышению в раннем послеоперационном периоде: на 3-й час — $37,41 \pm 0,36^\circ\text{C}$, а на 13-й час — $39,28 \pm 0,23^\circ\text{C}$ (окончание гипотермического эффекта гексеналового наркоза, неспецифическая реактивность организма на операционную

травму). При развитии перитонита в первые 2 суток колебания общей температуры не превышали 1°C (минимальная — $38,97 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$, а максимальная — $39,96 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$). Наибольший подъем общей температуры соответствовал токсической и терминальной стадии заболевания. До инфицирования брюшной полости термоасимметрия в правом и левом

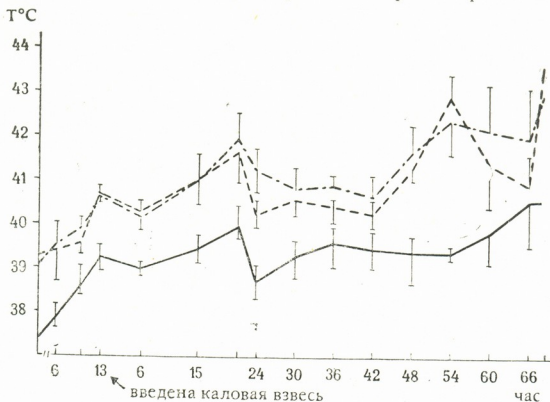


Рис. 1. Динамика температурных показателей при экспериментальном перитоните: — базовая (общая), --- внутрибрюшная справа, - · - внутрибрюшная слева

латеральных каналах не превышала $\pm 0,17^{\circ}\text{C}$, а после заражения по мере прогрессирования перитонита эта термоасимметрия в первые часы не превышала $\pm 0,13^{\circ}\text{C}$, к концу 1-х суток и на 2-е сутки достигала $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, а в терминальной стадии $\pm 0,68^{\circ}\text{C}$. Такая термоасимметрия

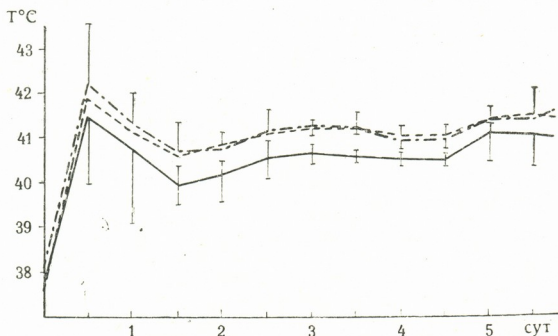


Рис. 2. Динамика температурных показателей при экспериментальной подкожной флегмоне: — общая, --- внутрибрюшная справа, - · - внутрибрюшная слева

объясняется преимущественной локализацией воспалительного процесса в брюшной полости. После лапаротомии и в первые 2 суток после инфицирования брюшной полости отмечено соответствие изменений

разницы внутрибрюшной и общей температуры, а в терминальной стадии выявлено несоответствие изменений разницы этих температур. Внутрибрюшная температура превышала общую температуру до заражения на $1,43 \pm 0,21^\circ\text{C}$, в 1-е сутки заражения — на $1,67 \pm 0,21^\circ\text{C}$, на 2-е сутки — на $1,39 \pm 0,31^\circ\text{C}$, на 3-и сутки — на $2,13 \pm 0,68^\circ\text{C}$.

Во второй серии (подкожная флегмона бедра) выявлено соответствие изменений разницы внутрибрюшной температуры в левой и правой половине живота и изменений разницы общей и интраабдоминальной температуры на протяжении всего периода заболевания (рис. 2). Термоасимметрия в правом и левом боковых каналах достигала после операции $\pm 0,5^\circ\text{C}$, а после заражения в течение 1-х суток $\pm 0,23^\circ\text{C}$, 2-х суток $\pm 0,09^\circ\text{C}$, 3-х суток $\pm 0,04^\circ\text{C}$, 4-х суток $\pm 0,03^\circ\text{C}$, 5-х суток $\pm 0,04^\circ\text{C}$, 6-х суток $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Внутрибрюшная превышала общую температуру после лапаротомии на $0,25 \pm 0,12^\circ\text{C}$, а после заражения: в 1-е сутки — на $0,5 \pm 0,1^\circ\text{C}$, на 2-е сутки — на $0,67 \pm 0,04^\circ\text{C}$, на 3-и сутки — на $0,52 \pm 0,05^\circ\text{C}$, на 4-е сутки — на $0,54 \pm 0,04^\circ\text{C}$, на 5-е сутки — на $0,44 \pm 0,04^\circ\text{C}$, на 6-е сутки — на $0,45 \pm 0,01^\circ\text{C}$.

Таким образом, полученные данные почасового графического изучения температур свидетельствуют, что измерение внутрибрюшной температуры — информативный тест диагностики и прогноза различных осложнений нагноительных процессов брюшной полости. Комплексная оценка термодинамических изменений при воспалительных заболеваниях дает четкое представление о состоянии температурного гомеостаза и развития изменений воспалительного процесса непосредственно в патологическом очаге брюшной полости.

Тбилисский медицинский институт

(Поступило 23.10.1987)

მასპერინენტული მედიცინა

ი. თევდორაძე

მუცლის ღრუს შიდა და ზოგადი ტემპერატურის ცვლილებების
შრტიერტკავშირი ანთეპიტი პროცესების დროს მასპერინენტში
რეზიუმე

გამოკვლეულია შრტიერტკავშირი მუცლის ღრუს შიდა და ზოგადი ტემპერატურის განვლოვანი პერიტონიტისა და ბარძყის კანქვეშა ჩირქოვანი ფლეგმონის დროს ექსპერინენტში 20 ძალღზე. მუცლის ღრუს შიდა და ზოგადი ტემპერატურა რეგისტრირებულია თერმოალმრიცხველის საშუალებით.

თერმომეტრიული გამოკვლევების ჩატარების შედეგად დადგენილია, რომ პათოლოგიური პროცესის გამოხატვის დროს ტემპერატურული პარამეტრები კანონზომიერად იცვლება.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. D. TEVDORADZE

ON INTERRELATION BETWEEN INTRA-ABDOMINAL AND COMMON
TEMPERATURE CHANGES AT INFLAMMATORY PROCESSES IN
EXPERIMENTS

Summary

The interrelationship between intra-abdominal and common temperature changes at fecal peritonitis and femoral hypodermic purulent phlegmon has been studied in 20 experimental dogs.

Thermometric investigations suggest that with the development of pathological processes temperature parameters undergo regular phasic changes.

Graphic temperature data show that intra-abdominal thermometry is an informative method of diagnostics and prognosis at various complications of purulent processes in abdominal cavity, giving a clear idea of the state of temperature homeostasis and changes of the inflammatory process directly in the pathological focus of abdominal cavity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Аскаров. Автореферат канд. дисс. Уфа, 1974.
2. Р. Т. Панченков, В. Р. Иванов, Д. М. Люлинский, И. И. Горина. Хирургия, № 3, 1984.
3. Я. Б. Юдин, Т. К. Нурманганбетов, Ю. Д. Прокopenko, А. Ф. Саховский. Вест. хир., № 8, 1987.
4. Д. М. Далгат, М. Ш. Магомаев, Р. Т. Меджидов, К. М. Курбанов. Вест. хир., № 4, 1986.
5. С. С. Ременник. Здравоохр. Туркм., № 7, 1965.

Э. В. КВАВДЗЕ

ОСОБЕННОСТИ ТОНКИХ СТРУКТУР ПЫЛЬЦЫ ТАКСОДИЕВЫХ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 27.11.1986)

Изучение рецентной, субрецентной и ископаемой пыльцы девяти видов таксодиевых показало большую сложность не только видовых, но и родовых определений. Особо трудно определяемыми становятся разорванные и деформированные пыльцевые зерна, а также целые зерна, лишенные некоторых слоев экзины. Нами установлено, что на первых стадиях фоссиллизации всего лишь одна треть пыльцы имеет все существующие диагностические признаки. Значительная часть пыльцы разрушается и теряет верхние слои экзины во время ацетолизной обработки. М. Кедвеш [1], изучая эктэксину *Sequoia sempervirens* на трансмиссионном электронном микроскопе, также отмечает, что большая часть наружного слоя эктэксины легко спадает.

Вероятно, плохая сохранность пыльцевых зерен таксодиевых, в результате которой утрачиваются важные диагностические признаки, является причиной противоречий, существующих в работах по морфологии их пыльцы, и поэтому исследование данной группы голосемяных на уровне электронной микроскопии становится необходимым. Считаю целесообразным эти исследования начинать с изучения рецентной пыльцы без ацетолизной обработки, на которой сохранены все детали скульптуры поверхности.

Нами на сканирующем электронном микроскопе изучены следующие виды таксодиевых: *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchh. *Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl., *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng. *Taxodium distichum* (L.) Rich., *T. mucronatum* Tenore, *Cryptomeria japonica* (L.) D. DON., *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook, *Athrotaxis cupressoides* D. Don, *A. laxifolia* Hook.

Пыльца *Metasequoia*, *Taxodium*, *Cunninghamia* собрана в Сухумском ботаническом саду. Пыльцевой материал остальных таксонов любезно предоставлен коллегами из Америки, Японии и Австралии. Благодаря их помощи с естественного ареала произрастания исследована пыльца *Sequoiadendron*, *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Athrotaxis*.

Характерной особенностью для пыльцы всех изученных видов является наличие орбикулярной перины и гранулярной сэкзины. Скульптура орбикул перины и гранул сэкзины ультрашиповатая. Роды и виды таксодиевых различаются как макро-, так и ультраструктурными признаками. Из макропризнаков следует отметить размер самих пыльцевых зерен и размер папиллы (таблица).

Перина отличается размерами орбикул, создаваемым орнаментом и плотностью покрытия. Наиболее плотная перина с крупными орбикулами размером до 1 мкм, которая образует сплошной слой по всему телу зерна, обнаружена нами у *Athrotaxis cupressoides*. Целостный покров периноподобной оболочки, где орбикулы рядами, плотно прилегая друг к другу, образуют несколько слоев (2—3), — важный признак ультраструктуры, по которому пыльца *A. cupressoides* отличается от других видов таксодиевых. Максимальных размеров (до 0,8—1 мкм) орбикулы перины достигают и

у *A. laxifolia*, однако перина здесь не образует сплошного слоя. Покрыв-
 тие перины достигает примерно 75—80% площади зерна.

Характеристика пыльцы таксодиевых по размерам

| Общая характеристика | В и д ы | Размер п. з., мкм | Размер па- пыллы, мкм |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Крупная пыльца | <i>Sequoia sempervirens</i> | 34,0—3,60 | 3,5—4,5 |
| | <i>Cryptomeria japonica</i> | 28—32 | 5,5—6,5 |
| | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | 28—39 | — |
| Пыльца средних размеров | <i>Sequoiadendron giganteum</i> | 28—30 | 8—9,5 |
| | <i>Taxodium distichum</i> | 22—24 | 1—1,5 |
| | <i>Taxodium mucronatum</i> | 24—28 | 1,5—2,0 |
| Мелкая пыльца | <i>Metasequoia glyptostroboides</i> | 18—22 | 2,0—2,5 |
| | <i>Athrotaxis cupressoides</i> | 14—17 | 1,4—1,7 |
| | <i>Athrotaxis laxifolia</i> | 18 | 1,2 |

Хорошо развитая перина отмечается и у *Sequoia sempervirens*, однако орнамент, создаваемый орбикулами перины, в корне отличается от других видов. Орбикулы *Sequoia* местами образуют скопления, которые имеют вид значительно воздымающихся холмиков. Периноподобная оболочка секвойи покрывает примерно до 70—75% площади тела зерна. Размеры орбикул перины достигают 0,4—0,6 мкм.

Довольно сильно развитую перину имеет *Cryptomeria japonica*, которой также присущи весьма своеобразные черты. Орбикулы расположены либо единично, либо небольшими скоплениями. Эти скопления могут образовывать холмики, по высоте значительно уступающие таковым *Sequoia*. Перина покрывает примерно 40% площади зерна. Размеры орбикул перины — 0,4—0,6 мкм.

Менее развитой периной характеризуется пыльца *Sequoiadendron giganteum* и *Metasequoia glyptostroboides*. Эти два вида отличаются меньшими размерами орбикул (0,3—0,4 мкм). У *Metasequoia* одиночные орбикулы расположены по всему телу зерна и покрывают не более 30% площади. Орбикулы почти не образуют значительных скоплений и расположены в одной плоскости. Исключение составляет лептома, где плотность перины возрастает. В отличие от перины *Metasequoia*, периноподобная оболочка *Sequoiadendron* почти целиком сосредоточена в лептомной части. Здесь орбикулы образуют значительные, слегка воздымающиеся скопления. На теле зерна перина представлена редкими одиночными орбикулами. Периноподобная оболочка покрывает не более 20% площади зерна. Размеры орбикул перины 0,4—0,5 мкм.

Слабо развитая перина отмечается у *Cunninghamia lanceolata*, *Taxodium distichum*, *T. mucronatum*. У *Cunninghamia* размеры орбикул достигают минимальных величин—0,1—0,2 мкм. Орбикулы почти не образуют значительных скоплений и изредка расположены по всему телу зерна. Плотность перины несколько возрастает в лептомной части. Периноподобная оболочка покрывает не более 5—8% поверхности тела.

При сравнении перины *Taxodium distichum* с периноподобной оболочкой *T. mucronatum* оказалось, что размеры орбикул на *T. mucronatum* больше и достигают 0,3—0,4 мкм. Перина *T. mucronatum* равномерно расположена по телу зерна одиночными орбикулами. На лептоме, которая, в отличие от лептомы *T. distichum*, не вогнута вовнутрь, плотность перины возрастает и покрывает 50% дистальной части зерна. В общем

площадь покрытия на теле не превышает 10—15%. Орбикулы перины *T. distichum* меньше и едва достигают 0,2 мкм. Расположены они без воздымающихся скоплений. В сильно вогнутой лептомной части перина увеличивает плотность и занимает около 40% дистальной стороны зерна. Исходя из общей площади зерна, периноподобная оболочка покрывает примерно 10—15%.

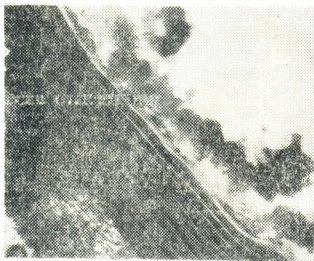


Рис. 1. Структура оболочки пыльцы *Metasequoia glyptostroboides* ($\times 55000$) ГЭК—гранулярная экзина (=сэкзина); О—орбикулы перины; ЭН—эндэкзина

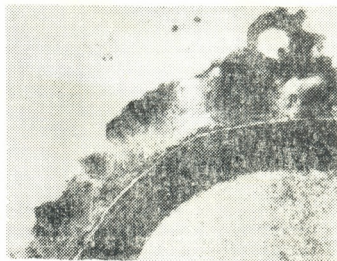


Рис. 2. Структура оболочки пыльцы *Cunninghamia lanceolata* ($\times 22000$). Обозначения те же, что и на рис. 1

Сэкзина таксодиевых, как отмечалось, имеет гранулярную структуру. Из анализа микрофотографий, сделанных на СЭМ, видно, что у разных видов меняются размеры гранул сэкзины. Однако по результатам, полученным нами при использовании трансмиссионного электронного микроскопа, становится очевидным, что у отдельных видов меняются не только размеры, но и форма гранул. В зависимости от этого неодинакова структура и толщина гранулярного слоя.

Эндэкзина *Taxodiaceae*, исходя частично из наших данных и данных [1—4], имеет ламеллярную структуру. Каждый вид характеризуется определенным количеством ламелл. У *Sequoia sempervirens* их 12—13 слоев [1]. Эндэкзина *Metasequoia glyptostroboides* состоит из 10—11 слоев ламелл, а у *Cunninghamia lanceolata* ламелл насчитывается 6—7 [5]. Отдельные виды характеризуются определенной толщиной как самих ламелл, так и эндэкзины в целом. Неодинаково и соотношение толщины эндэкзины и сэкзины. У *Taxodium distichum* эндэкзина вдвое больше сэкзины. Толщина эндэкзины *Sequoia* почти втрое превышает толщину сэкзины.

Таким образом, перечисленные макро- и ультраструктурные признаки имеют важное диагностическое значение. Вместе с тем, ультраструктура оболочек пыльцы *Taxodiaceae* характеризуется относительно тонкой сэкзиной, хорошо развитой орбикулярной периной и толстой ламеллярной эндэкзиной. Общим признаком является также ультрашиповатость перины и сэкзины.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили



ბ. ყვავაძე

ტაქსოდიაციების მტვრის უწვრილესი სტრუქტურების
თავისებურებანი

რეზიუმე

სკანურ ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით შესწავლილ იქნა ოჯახ Taxodiaceae ცხრა სახეობის მტვრის მარცვლების გარსის უწვრილესი სტრუქტურა. ყველა სახეობისათვის დამახასიათებელია ორბიკულარული პერინის, გრანულარული სექსინის და ლამელატური ენდექსინის არსებობა.

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE

SOME PECULIARITIES OF FINE STRUCTURE OF THE
TAXODIACEAE POLLEN

S u m m a r y

Fine structure of 9 species of *Taxodiaceae* has been studied using SEM, while that of 2 species was analysed using TEM as well. The pollen of all the species studied is characterized by orbicular perine, granular sexine, and lamellar endexine. Diagnostic characters include the size of perine orbicules and perine density, the size and the shape of sexine granules, the number and thickness of endexine lamellas.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Kedves. Acta Biol. Szeged, 31, 1985.
2. Н. Р. Мейер. Автореферат докт. дисс. Л., 1977.
3. M. N. Kurmann. J. Palynology, vol. 9, 1985.
4. J. Ueno. Study of Palynology. Tokyo, 1987.
5. Т. Д. Сурова, Ә. В. Қвавадзе. Бот. ж., т. 73, № 1, 1988.

Г. С. АВАКОВ

ЭОЦЕНОВАЯ ФЛОРА АХАЛЦИХЕ И ЕЕ МЕСТО СРЕДИ ДРУГИХ
 ПАЛЕОГЕНОВЫХ ФЛОР

(Представлено академиком Л. К. Габуния 11.12.1986)

Список эоценовой флоры из местонахождений возле с. Грели [1]
 в окрестностях г. Ахалцихе к настоящему времени таков:

| В и д ы | Флороносные слои | | |
|---|------------------|---------|----------|
| | Грели-1 | Грели-2 | Грели-2а |
| <i>Ruffordia subcretacea</i> (Sap.) Barth. | — | | |
| <i>Podocarpus</i> sp. | | — | |
| <i>Cedrus</i> sp. | — | | |
| <i>Picea</i> sp. | — | | |
| <i>Smilax sagittifera</i> Heer | | — | |
| <i>Phragmites provincialis</i> Sap. | — | | |
| <i>Engelhardia macroptera</i> (Brng.) Ung. | | | — |
| <i>Juglans acuminata</i> A. Br. | | | — |
| <i>Salix haidingeri</i> Ett. | — | | |
| <i>S. hvarians</i> Goepf. | — | | |
| <i>Populus mutabilis</i> Heer var. <i>lancifolia</i> A. Br. | | — | |
| <i>Myrica ungeri</i> Heer | — | — | |
| <i>M. banksiaefolia</i> Ung. | — | | |
| <i>M. hakeaefolia</i> (Ung.) Sap. | — | | |
| <i>M. lignitum</i> (Ung.) Sap. | — | | |
| <i>M. longifolia</i> Ung. | — | | |
| <i>Betula subpubescens</i> Goepf. | | — | |
| <i>Ulmus</i> sp. | — | | |
| <i>Celtis</i> sp. | | — | |
| <i>Dryophyllum dewalquei</i> Sap. | | — | |
| <i>D. curticeclense</i> (Wat.) Sap. | — | — | |
| <i>Castanopsis decheni</i> (Web.) Kr. et Weyl. | — | | — |
| <i>Daphnogene sezannensis</i> Wat. | | — | |
| <i>Phoebe</i> cf. <i>pallida</i> Nees | | — | |
| <i>Laurophyllum</i> sp. | — | | |
| <i>Cinnamomum</i> sp. | | — | |
| Leguminosites cf. <i>Brachystegia euryco-</i> <i>ma</i> Harms. | | | — |
| <i>Ailanthus gigas</i> Ung. | — | | |
| <i>Ailanthus</i> sp. | — | | — |
| <i>Cedrela caucasica</i> Kutuzk. | — | | |
| <i>Ceanothus</i> cf. <i>americanus</i> L. | | — | |
| <i>Ziziphus ziziphoides</i> (Ung.) Heer | — | | |
| <i>Z. paradisiacus</i> (Ung.) Heer | — | | |
| <i>Astronia</i> cf. <i>cumingiana</i> Vidal. | — | | |
| <i>Cornus</i> cf. <i>platyphylla</i> Sap. | — | | |
| <i>Apocynophyllum</i> sp. | | — | |
| <i>Echitonium sophiae</i> Web. | — | | |
| Cf. <i>Xantoceras sorbifolia</i> Bge. | — | | |

Первый флороносный слой относится к среднему эоцену, два дру-
 гих — к среднему либо низам верхнего.

При сравнении с древнетретичными флорами других регионов, а
 именно Западной Европы, Казахстана и Средней Азии, выявляются



следующие примечательные отличия. Здесь нет столь характерного для палеоцена Поволжья и эоцена и палеоцена Северного Казахстана камышинского дуба — *Ushia kamyschinensis* (Goepf.) Kol., нет известной в верхнем эоцене Бадхыза (Средняя Азия) *Palibinia*, а также известной в эоцене Европы *Dewalquea*. Для того чтобы значение этих отличий стало более ясным, следует рассмотреть особенности распространения этих видов в упомянутых регионах, как они представляются по нижеприводимым работам. Эти особенности связаны, по-видимому, не столько с климатическими причинами, сколько с географическими. В палеоцене Поволжья — гора Уши [2], в палеоэоцене Северного Казахстана — на Романкуле [3], в Тыкбутаке и Караколе [2] из всех особенностей состава флор более всего бросается в глаза наличие древнего камышинского дуба. Общий облик этих флор субтропический с примесью листопадных умеренного климата. Характерно, что здесь нет *Engelhardia* и *Podocarpus*. Затем, во флорах среднего и верхнего эоцена — Жарлыкапа, Карашандаха и Баки [2] — камышинский дуб сменяется каштанодубом (*Dryophyllum*). В Баки появляется и *Podocarpus*. Становится больше листопадных умеренного климата. Во флоре Шандинского грабена [4] преобладают листопадные умеренного климата с примесью субтропических, главным образом лавровых, и вместо *Ushia* — опять-таки *Dryophyllum*. Налицо замена палеоценовых дубов другими, тоже вымершими.

В Зайсанской впадине (Восточный Казахстан) *Ushia* не найдены, здесь, на горе Кини-Кериш, и в нижнем, палеоценовом, флороносном горизонте, и в верхнем, нижнеолигоценном, найдены только *Dryophyllum* [5].

В верхнем эоцене Бадхыза вообще нет *Fagaceae* [6], но есть своеобразный род *Palibinia*, отсутствующий в других местах. *Dewalquea* встречается в палеоцене Поволжья и в нижнем эоцене Северного Казахстана, но ее нет в верхнем эоцене этих мест, равно как в Зайсане и в Бадхызе.

Таким образом, по этим весьма характерным растениям (*Ushia*, *Dryophyllum*, *Engelhardia*, *Podocarpus*, *Palibinia*, *Dewalquea*) в пределах Гелинденско-Полтавской, по А. Н. Криштофовичу, области вырисовываются следующие фитогеографические подразделения:

В палеогене и нижнем эоцене: 1) территория от Европы до Восточного Казахстана — для нее характерно наличие *Dryophyllum*; 2) Северный Казахстан и Поволжье — присутствует камышинский дуб.

В среднем в верхнем эоцене: 1) Европа, Кавказ, Северный и Восточный Казахстан — здесь распространены *Dryophyllum*, *Engelhardia*, *Podocarpus*; камышинский дуб в Казахстане исчезает, имеются в значительном числе листопадные; 2) юг Средней Азии (Бадхыз) — своеобразная флора из лавровых и *Palibinia*, по своему положению самая южная, Е. П. Коровин [7] выделял ее как особую, туркменскую провинцию субтропических ксерофитных лесов.

Флора Ахалцихе оказывается близкой к верхнеэоценовым флорам Казахстана, к палеоценовым и эоценовым Европы, но не к верхнему эоцену Бадхыза и не к палеоцену и нижнему эоцену Северного Казахстана.



В олигоцене в палеофлоре Казахстана произошли резкие изменения. Пыльца *Engelhardia* в Зайсанской впадине встречается в последний раз, по данным Л. В. Пановой, в верхнем эоцене — в кызылкаинской, по схеме Б. А. Борисова, свите и в нижнем олигоцене — в аксырской [5]. В среднем же или верхнем олигоцене горы Ашутас представлены одни листопадные и лишь по пыльце устанавливается, что *Podocarpus* доживает до этого времени, скорее всего, в качестве реликта.

На Кавказе олигоцен отнюдь не представляет картины таких резких изменений флоры, сохраняя ее общий субтропический характер. Во флоре Дарры-дага (нижний олигоцен [8]) нет совсем листопадных умеренного климата, а среди субтропических лавровых присутствует древнетретичный *Cinnamomum sezannense* Wat. В среднеолигоценовой флоре Тори [9] найдены каштанодубы, но в других флорах, в том числе и в Дарры-даге, их нет. Очевидно, они в это время были уже на положении реликтов, поскольку в олигоценовых флорах Дилижана [10] и предгорий Малого Кавказа [11] имеется много других *Fagaceae*, кроме *Dryophyllum*. Другой нижнепалеогеновый реликт—*Mugica longifolia*—сохраняется в течение олигодена и встречается еще в майкопской свите Грузии, т. е. в раннем миоцене [12], исчезая лишь в среднем миоцене.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 25.12.1986)

პალეობიოლოგია

გ. ავაკოვი

ახალციხის ეოცენური ფლორა და მისი ადგილი სხვა პალეოგენურ ფლორებს შორის

რეზიუმე

ახალციხის მიდამოების შუა-ზედაეოცენური ფლორა სახეობრივი შემადგენლობით ახლოა ევროპის პალეოცენურ, ეოცენურ და ყაზახეთის ზედაეოცენურ ფლორებთან. იგი არსებითად განსხვავდება ბადხიზის (შუა აზია) ზედაეოცენური ფლორისა და ჩრდილოეთ ყაზახეთის პალეოცენური და ქვედაეოცენური ფლორებისაგან.

PALAEOBIOLOGY

H. S. AVAKOV

THE EOCENE FLORA OF AKHALTSIKHE AND ITS PLACE IN THE PALEOGENE FLORA

Summary

The Middle-Upper Eocene flora in the vicinity of Akhaltsikhe resembles the Paleocene and Eocene flora of Europe as well as the Upper Eocene



flora of Kazakhstan, but differs from the Upper Eocene of Badkhis (Soviet Central Asia), and the Paleocene and Lower-Eocene of north-western Kazakhstan.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Аваков, Д. Г. Джигаури, Л. Т. Челидзс. Сообщения АН ГССР, 102, № 3, 1981, 733—735.
2. Н. М. Макулбеков. Палеогеновые флоры Западного Казахстана и южного Поволжья. Алма-Ата, 1977.
3. Т. Н. Байковская. Палеоценовая флора Романкуль-сая. Л., 1984.
4. А. Е. Шлезингер, П. А. Мchedlishvili. Бюлл. МОИП, т. 34(3), 1959, 133—136.
5. Б. А. Борисов. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 94, 1963, 11—75.
6. А. Д. Василевская. Сб. памяти А. Н. Криштофовича. М.—Л., 1957, 103—175.
7. Геология СССР, XXII, ч. 1. М., 1957, 231.
8. И. В. Палибин. Труды БИН АН СССР, сер. 1, вып. 6, 1947, 7—23.
9. П. А. Мchedlishvili. Сообщения АН ГССР, 10, № 9, 1949, 527—532.
10. М. Е. Арутюнян. Автореферат канд. дисс. Ереван, 1975.
11. Г. М. Касумова. Флора олигоценых отложений северо-восточных предгорий Малого Кавказа. Баку, 1966.
12. И. Н. Джапаридзе. Раннемиоценовая флора Восточной Грузии. Тбилиси, 1981.

129-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბლაშვილი დ. 419
 აბრამჩენკო ვ. 643
 აბურჯანია ა. 131
 ავალიშვილი ნ. 51
 ავაქოვი გ. 659
 აირაპეტოვა ს. 183
 ალექსიძე ნ. 163
 ალფაიძე ვ. 575
 ამირიძე ზ. 331
 ანელი ჯ. 564
 არველაძე ი. 591
 ასათიანი ი. 437
 ახალედაშვილი ლ. 348
 ახალკაცი ე. 92
 ახალკაცი რ. 163
- ბაგრატიშვილი გ. 296
 ბაირამაშვილი ი. 383
 ბალაეძე მ. 163
 ბალაძე ვ. 272
 ბატირმურზაევი ა. 370
 ბალათურია გ. 136
 ბეგლარიშვილი გ. 584
 ბერძენი გ. 635
 ბერიკაშვილი ნ. 467
 ბოკუჩავა მ. 408
 ბრეგვაძე დ. 247
 ბრეგვაძე მ. 171
 ბუაძე ე. 568
 ბულგაკოვი ვ. 387
 ბურჯაძე გ. 635
 ბუჩუკური ე. 424
 ბუხნიკაშვილი შ. 117
- გაბელაია ც. 188
 გაბისიანი ა. 123
 გაბისონია ე. 51
 გაბუნია გ. 209
 გალუსტაშვილი მ. 536
 გაჩეჩილაძე თ. 527
 გაჭიევი მ. 331
 გელეიშვილი თ. 591
 გიგაური რ. 328
 გვერდწითელი მ. 322, 558
- გიგინეიშვილი მ. 425
 გოგატიშვილი ა. 274, 495
 გოგიაშვილი თ. 328
 გოგობია ვ. 303
 გრიგოლია გ. 356
 გრიგორიევი ი. 527
 გუგუშვილი ა. 599
- დადაშვიანი ა. 39
 დავითულიანი დ. 607
 დალაქიშვილი ც. 571
 დგებუაძე თ. 339
 დევდარიანი რ. 322
 დიდებულძე გ. 320
 დოქსოპულო ე. 547
 დრიაევი დ. 536
- ეგნატაშვილი თ. 183
 ელიაშვილი მ. 532
 ეპიტაშვილი ვ. 359
 ერისთავი ა. 383
 ერმაკი ი. 183
- ვარძელაშვილი ნ. 370
 ვასნოვი ვ. 328
 ვაშაკიძე ა. 584
 ვაშაკიძე თ. 584
 ვაშაკიძე ი. 300, 516
 ვაშაკიძე ნ. 156
 ვახანია ნ. 429
 ვეკუა ა. 188
 ვეკუა ზ. 188
 ვეტროგონი დ. 647
- ვაღაშვილი თ. 476
 თავხელიძე დ. 128
 თევდორაძე ი. 651
 თფეზაძე თ. 199
 თვალაძე ი. 268
 თვალჭრელიძე ა. 363
- იოსელიანი ა. 47
- კალანდაძე გ. 383
 კანდელიანი ე. 147
 კახანაძე ვ. 147
 კახანაძე ჯ. 315
 კარბუშვილი ნ. 292
 კარტოზია ც. 183
 კაჭარავა გ. 68
 კეკელიშვილი ლ. 424
 კეთილაძე დ. 352
 კეკელიძე ნ. 68
 კეკელიძე ლ. 163
 კვერნაძე ვ. 527
 კიკვაძე ტ. 280
 კილაშვილი ნ. 47
 კილაშვილი მ. 638
 კლიშინაშვილი მ. 39
 კობახიძე ნ. 411
 კოჭიჩიძე თ. 555
 კოჭიშვილი ე. 140
 კოლაკოვსკი ა. 143
 კომპარჩენკო ს. 635
 კორინი ი. 92
 კოსტავა ლ. 88
 კოსტენკო ე. 92
 კოსტრიცინი რ. 72
- ლავეციკი ი. 92
 ლალიძე რ. 555
 ლევაშვილი ნ. 296
 ლინიკი ლ. 527
 ლოლუა დ. 591
- ზარიძე რ. 512
 ზახაროვა ნ. 408
 ზერავია ჯ. 35
 ზორიკოვი ვ. 524

ლომიძე გ. 512
 ლოსაძე ბ. 411, 616, 619,
 624

მაგომედოვი შ. 370
 მაკარიძე მ. 647
 მამნიაშვილი გ. 540
 მამნიაშვილი თ. 500
 მარდალავიშვილი მ. 616
 მალაღაშვილი ა. 103, 363
 მალრაძე ბ. 303
 მახვილაძე ქ. 616
 მედლოძე თ. 68
 მელიქაძე ლ. 88
 მიგინეიშვილი ნ. 411
 მირიანაშვილი მ. 140
 მირცხულავა ა. 527
 მიქელაშვილი ზ. 335
 მიხალავიჩი ე. 44
 მიხელაშვილი ბ. 524
 მიხელსონი რ. 119
 მოისევეი ვ. 643
 მონინი ნ. 643
 მოსიძე ლ. 296
 მსხილაძე ა. 348
 მუზაშვილი ზ. 599
 მუსელიანი თ. 131
 მუსუქელიანი ზ. 123
 მუქელიშვილი მ. 183

ნადარაია ნ. 95
 ნაკაშიძე გ. 68
 ნარმანია მ. 490
 ნასყიდაშვილი ბ. 307
 ნატროშვილი თ. 619
 ნიკოლაიშვილი ნ. 131
 ნიკულიანი ნ. 167
 ნიკულინი ა. 387
 ნიჟარაძე გ. 419
 ნიჟარაძე მ. 395

ოდენოვი ს. 72
 ომაროვა მ. 370
 ონიანი ნ. 160, 404
 ონიანი შ. 579
 ორმოცაძე რ. 484
 ოქროსცვარიძე ა. 108
 ოხანაშვილი თ. 151, 603

პაპუკაშვილი ნ. 24
 პატარაია ა. 320
 პაჭკორია ს. 296
 პერელმანი მ. 84

ჟორდანიას ი. 387

რაფაეა ე. 163

საგდევა ბ. 167
 საგინური მ. 524
 სალუქვაძე ნ. 359
 სამთელაძე ნ. 391
 სანებლიძე ს. 19, 242
 სანიკიძე ჯ. 72
 სარალიძე ზ. 536
 სარჩიმელია რ. 191
 საღინაძე ჯ. 123
 სეთაშვილი მ. 312
 სეფიაშვილი მ. 380
 სეხნიაშვილი ე. 376
 სიგუა ლ. 75
 სიღამონიძე შ. 348
 სიორიძე მ. 443
 სლადაკოვი ე. 95
 სლეპიანი ა. 479
 სტეპანოვი ა. 100
 სუვოროვი ნ. 95

ტაბატაძე ლ. 619
 ტოვარევი მ. 88
 ტურიაშვილი ლ. 551
 ტყეშელაშვილი გ. 251

უგულავა ლ. 547
 ულიანოვა მ. 408
 ურუშაძე რ. 544
 უშარაული ე. 88
 უშვერიძე ა. 63, 287

ფადეევი ვ. 100
 ფალავანდიშვილი ლ. 555
 ფარცვანია მ. 627
 ფალავა ლ. 564
 ფირაშვილი თ. 263, 485
 ფირცხალავა ა. 179
 ფირცხალავა თ. 579
 ფირცხალავა ნ. 547, 551

ჭავჭავაძე ე. 203
 ქართველიშვილი კ. 544

ქემერტელიძე ე. 95, 156, 157
 ქობალავა ბ. 128
 ქორელი ა. 607
 ქოქრაშვილი თ. 92
 ქუთელია ე. 56
 ქურციკიძე დ. 296

ღავთაძე თ. 359
 ლოლელიანი ლ. 587
 ლოდინბერიძე მ. 395

ყაჭიაშვილი ქ. 176
 ყენია ვ. 611
 ყვავაძე ე. 656

შავგულიძე ე. 352
 შათაშვილი ლ. 307
 შანიძე ზ. 400, 596
 შენგელია ი. 123
 შენგელია ფ. 575
 შიოლაშვილი ზ. 296
 შუკაკიძე თ. 116

ჩავუნავა მ. 352
 ჩაღუნელი ნ. 555
 ჩავლიშვილი მ. 60, 520
 ჩაფიძე გ. 344
 ჩეკარაიოვი ვ. 540
 ჩივაძე გ. 331
 ჩიქოვანი რ. 524
 ჩიჩუა ბ. 100
 ჩიხრაძე გ. 367
 ჩუბინიძე მ. 359
 ჩხაიძე თ. 627
 ჩხეიძე ა. 643

ცაგარელი გ. 383
 ცაგარელი მ. 359
 ცარციაძე მ. 411, 616, 619
 ცერცვაძე გ. 284, 508
 ცინცაძე გ. 68, 72
 ცინცაძე გ. 335
 ცისკარიძე მ. 424
 ციციშვილი გ. 335, 346
 ციციშვილი ზ. 395
 ცხისთავი შ. 167

ცეტიშვილი თ. 205
 ცხადაძე ნ. 193

ძაგნიძე თ. 260
 ძიგრაშვილი თ. 56
 ძიმისტარაშვილი თ. 92
 ძიძიგური ა. 380

წეროძე მ. 344
 წვერიკმაზაშვილი ზ. 512

ჭანკვეტაძე ბ. 348
 ჭაქვიანი დ. 555

ჭელიძე თ. 344
 ჭიპარიშვილ ა. 175
 ჭილაშვილი გ. 300, 516
 ჭილაძე გ. 292
 ჭუბაბრია მ. 68, 72
 ჭუმბურიძე გ. 280, 504
 ჭყოიძე მ. 630

ხანანაშვილი ქ. 584
 ხარაზიშვილი ა. 32
 ხარატიშვილი გ. 476
 ხატიაშვილი ნ. 84
 ხისტოვანი ვ. 415

ხმალაძე გ. 356
 ხუნდაძე კ. 584

ჯალალანია გ. 395
 ჯალიაბოვა მ. 624
 ჯანელიძე პ. 79
 ჯაოშვილი მ. 435
 ჯაფარიძე ჯ. 383
 ჯაფიაშვილი ვ. 75
 ჯვარშიშვილი ა. 471
 ჯინჭარაძე ტ. 256
 ჯიოშვილი ბ. 551
 ჯობაჯა გ. 383

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 129 ТОМА

Абелашвили Д. И. 417
 Абрамченко В. В. 641
 Абурджания А. Н. 129
 Аваков Г. С. 657
 Айрапетова С. Г. 181
 Алавидзе Т. З. 325
 Алексидзе Н. Г. 161
 Алпаидзе В. С. 573
 Амиридзе З. С. 329
 Анели Д. Н. 561
 Арвеладзе И. С. 589
 Асатиани И. В. 439
 Ахалбедашвили Л. Г. 345
 Ахалкаци Р. Г. 161
 Ахалкаци Э. Г. 89

Бухникашвили Ш. А. 109
 Бучукури Э. Н. 421
 Вардзелашвили Н. С. 369
 Васиев В. А. 325
 Вахания Н. В. 432
 Вашакидзе А. С. 581
 Вашакидзе И. Ш. 297, 513
 Вашакидзе Н. В. 153
 Вашакидзе Т. К. 581
 Векуа А. К. 185
 Векуа З. А. 185
 Ветрогон Ф. Г. 645

Гогелиани Л. Д. 585
 Гогиашвили Т. М. 325
 Гогоберидзе М. И. 393
 Гогохия В. Ш. 301
 Григолия Г. Л. 353
 Григорьев Ю. А. 525
 Гугушвили А. Ш. 597

Багатурия Г. Ш. 133
 Багратишвили Г. Д. 293
 Байрамашвили И. А. 381
 Балавадзе Б. К. 541
 Балавадзе М. В. 161
 Балაძე В. X. 269
 Батырмурзаев А. С. 369
 Бегларишвили Г. С. 581
 Бережной Г. А. 633
 Берикашвили Н. А. 465
 Бокучава М. А. 405
 Брегадзе М. А. 169
 Брегвадзе Д. В. 245
 Буадзе Е. П. 565
 Булгаков В. П. 385
 Буркадзе Г. М. 633

Габелая Ц. Д. 185
 Габисиანი А. Г. 121
 Габисония В. Е. 49
 Габуния Г. Ш. 211
 Гавтадзе Т. Т. 357
 Гаджиев М. К. 329
 Галусташвили М. В. 533
 Гачечиладзе О. О. 525
 Гвердцители М. И. 321, 557
 Гелеишвили Т. П. 589
 Гигаური Р. Д. 325
 Гигინейшвили М. А. 428
 Гогатишвили А. С. 273, 493

Давитулиани Д. Ш. 605
 Дадашян А. С. 37
 Далакишвили Ц. М. 569
 Дгебуაძე Т. П. 337
 Девдариани Р. О. 321
 Джалагания Г. М. 393
 Джалябова М. И. 621
 Джanelidze П. Д. 77
 Джаошвили М. В. 433
 Джапаридзе Д. И. 341
 Джапаридзе Дж. И. 349
 Джапиаშვილი В. П. 73
 Джваршеншვილი А. Г. 469
 Джинчараძე Т. Р. 253
 Джиошვილი Б. Д. 549
 Джобава Д. Ш. 381
 Дзаგნიძე О. П. 257
 Дзиграшვილი Т. А. 53
 Дзидзигური А. А. 377
 Дзимистаришვილი
 О. Д. 89
 Дидебулиძე Г. Г. 317

- Доксиуло Э. П. 545
 Дрияев Д. Г. 533
- Ермак И. С. 181
- Жордания И. С. 385
- Заридзе Р. С. 509
 Захарова Н. С. 405
 Зерагия Д. П. 33
 Зориков В. В. 521
- Иоселиани А. Н. 45
- Кавтария Г. Е. 201
 Каландадзе Г. И. 381
 Каиделаки А. А. 145
 Капанадзе Д. В. 313
 Капанадзе Е. Е. 145
 Карбушев Н. И. 289
 Картвелишвили К. З. 541
- Картозия Ц. И. 181
 Качарава Г. Г. 65
 Качишвили К. И. 133
 Квавадзе Э. В. 653
 Квернадзе М. С. 525
 Кевлишвили Л. Г. 421
 Кекелидзе Н. П. 65
 Кекенадзе Л. В. 161
 Кемертелидзе Э. П. 93, 569
- Кения В. М. 609
 Кетиладзе Д. Д. 349
 Кигурадзе О. Д. 589
 Киквадзе Т. Ф. 277
 Кипасония Н. А. 45
 Клдншвили М. М. 637
 Климишвили М. А. 37
 Кобахидзе Н. Б. 409
 Ковалева Б. Г. 125
 Ковзиридзе Т. А. 553
 Козленко В. Я. 137
 Кокрашвили Т. А. 89
 Колаковский А. А. 141
 Комиссаренко С. В. 633
 Корели А. Г. 605
 Коринь И. Л. 89
 Кортава Л. М. 85
 Костенко В. Г. 89
 Кохреидзе Р. Г. 69
- Курцикидзе Д. Э. 293
 Кутелия Э. Ф. 53
- Лагидзе Р. М. 553
 Лаевский И. С. 89
 Лежава Н. Г. 293
 Линник Л. Ф. 525
 Лолуа Д. Г. 589
 Ломидзе Г. В. 509
 Ломсадзе Б. А. 409, 613, 617, 621
- Магалашвили А. Г. 101, 361
 Магомедов Ш. А. 369
 Маградзе Б. А. 301
 Макаридзе М. Г. 645
 Мамнишвили Г. И. 537
 Мамнишвили Т. И. 497
 Мардалеишвили М. П. 613
 Махвиладзе К. Л. 613
 Медоидзе Т. Д. 65
 Меликадзе Л. Д. 85
 Месхия Р. С. 25
 Мигинеишвили Н. Р. 409
- Микелашвили З. В. 333
 Минин Н. Б. 641
 Мирманишвили М. Г. 137
 Мирцхулава А. А. 525
 Михалевич Е. И. 41
 Михелашвили В. М. 521
 Михельсон Р. В. 117
 Монсеев В. Н. 641
 Мосидзе Л. Н. 293
 Мсхиладзе А. Г. 345
 Музашвили З. А. 597
 Муселлиани Т. Г. 129
 Мушкуднани З. А. 121
 Мчедлишвили М. А. 181
- Надарая Н. Ш. 93
 Накашидзе Г. А. 65
 Нармания В. Г. 489
 Наскидашвили Б. Д. 305
 Натрошвили Т. Г. 617
 Нижарадзе Г. И. 417
 Нижарадзе Э. И. 393
 Николаишвили Н. С. 129
- Никулин А. Н. 285
 Никулина Н. А. 165
- Оденов С. В. 69
 Скросцваридзе А. В. 105-
- Омарова М. Р. 369
 Ониани Н. Т. 157, 401
 Ониани Ш. И. 577
 Ормоцадзе Р. Н. 481
 Оханашвили Т. С. 149, 601
- Пагава Д. Г. 561
 Палавандишвили Д. А. 553-
- Папукашвили Н. Р. 21
 Парцвания М. Ш. 625
 Патарая А. Д. 317
 Пачкория С. В. 293
 Перельман М. Е. 81
 Пирашвили Т. И. 261, 487
- Пирцхалава А. В. 177
 Пирцхалава Н. И. 545, 549-
- Пирцхалава Т. Г. 577
- Рапава Э. А. 161
- Сагдиева П. Д. 165
 Сагинадзе Д. И. 121
 Сагури М. И. 521
 Салуквадзе Н. Ш. 357
 Самтеладзе Н. Н. 389
 Санеблидзе С. А. 17, 241
- Саникидзе Д. Г. 69
 Саралидзе З. К. 533
 Сарцимелия Р. А. 189
 Сепишвили А. Д. 377
 Сеташвили М. И. 309
 Сехнишвили Э. А. 373
 Сигуа Л. А. 73
 Сидамонидзе Ш. И. 345
 Сиоридзе М. М. 441
 Сладков В. И. 93
 Слепян А. Л. 477
 Степанов А. Н. 93
 Суворов Н. Н. 93
- Табатадзе Л. Г. 617
 Тавхелидзе Д. Д. 125

- Тадумадзе Т. А. 473
 Твалодзе Ю. Г. 265
 Твалчрелидзе А. Г. 361
 Тевдоразде И. Д. 649
 Тевзадзе Т. А. 197
 Ткебучава Г. Е. 249
 Токарев М. И. 85
 Туриашвили А. Г. 549
- Угулава Л. А. 545
 Ульянова М. С. 405
 Урушадзе Р. М. 541
 Ушараули Э. А. 85
 Ушверидзе А. Г. 61, 285
- Фадеев В. С. 97
- Хананашвили Л. М. 561
 Харазишвили А. Б. 29
 Харатишвили Г. Л. 473
 Хатиашвили Н. Г. 81
 Хиштовани Э. И. 413
 Хмаладзе Г. О. 353
 Хундадзе К. Г. 581
- Цагарейшвили Г. В. 381
 Цагарели Е. А. 357
 Царцидзе М. А. 409, 613, 617
 Цверикмазашвили З. С. 509
 Церодзе М. П. 341
 Церцвадзе Г. Н. 281, 505
 Цинцадзе Г. А. 65, 69
 Цинцадзе Г. В. 333
 Цискаридзе М. А. 421
 Цихистави Ш. Г. 165
 Цицишвили Г. В. 333, 345
 Цицкишвили З. А. 393
 Цкитишвили О. В. 207
 Цхададзе Б. А. 194
- Чавленшвили М. П. 57, 517
 Чавчанидзе Д. Г. 553
 Чагунава М. Р. 349
 Чадунели Н. И. 553
 Чанкветадзе Б. Г. 345
 Чапикдзе Г. Э. 341
 Чекмарев В. П. 537
- Челидзе Т. Р. 341
 Чиабришвили А. Г. 173
 Чивадзе Г. О. 329
 Чигладзе Г. Г. 289
 Чиковани Р. И. 521
 Чилашвили Г. А. 297, 513
 Чихрадзе Г. А. 365
 Чичуа Б. К. 97
 Чкоидзе М. С. 629
 Чубабрия М. Я. 65, 69
 Чубинидзе М. Ш. 357
 Чумбуридзе Г. Г. 277, 501
 Чхандзе Т. А. 625
 Чхеидзе А. Р. 641
- Шавгулидзе В. В. 349
 Шанидзе З. Г. 397, 593
 Шаташвили Л. Х. 305
 Шенгелаия И. Б. 121
 Шенгелия Ф. К. 573
 Шиолашвили З. Н. 293
 Шукакидзе Т. Д. 113
- Эгнаташвили Т. Ш. 181
 Элиашвили М. А. 529
 Эпиташвили В. Д. 357
 Эристави А. М. 381

AUTHOR INDEX TO VOLUME 129

- Abelashvili D. I. 419
 Abramchenko V. V. 643
 Aburjania A. N. 132
 Airapetova S. G. 184
 Akhalbedashvili L. G. 348
 Akhalkatsi E. G. 92
 Akhalkatsi R. G. 163
 Alavidze T. Z. 328
 Aleksidze N. G. 163
 Alpaidze V. S. 575
 Amiridze Z. S. 331
 Aneli J. N. 564
 Arveladze I. S. 592
 Asatiani I. V. 439
 Avakov N. S. 659
 Avalishvili N. M. 51
- Bairamashvili I. A. 383
 Baladze V. N. 272
 Balavadze B. K. 544
 Balavadze M. V. 163
 Batyrmurzaev A. S. 371
 Beglarishvili G. S. 584
 Berezhnoy G. A. 635
 Berikashvili N. A. 467
 Bokuchava M. A. 408
 Bregadze M. A. 172
 Bregvadze D. V. 247
 Buadze E. P. 567
 Buchukuri E. N. 424
 Bulgakov V. P. 388
 Burkadze G. M. 635
- Chaduneli N. I. 556
 Chagunava M. R. 352
 Chankvetadze B. G. 348
- Chapidze G. E. 344
 Chavchanidze D. G. 556
 Chavleishvili M. P. 60, 520
 Chekmarev V. P. 540
 Chelidze T. R. 344
 Chiabrishvili A. G. 176
 Chichua B. K. 100
 Chigladze G. G. 292
 Chikhradze G. A. 368
 Chikovani R. J. 524
 Chilashvili G. A. 300, 516
 Chivadze G. O. 331
 Chkhaidze T. A. 628
 Chkheidze A. R. 643
 Chkoidze M. S. 631
 Chubabria M. A. 72
 Chubabria M. Ya. 68
 Chubinidze M. Sh. 360
 Chumburidze G. G. 280, 504
- Bagaturia G. Sh. 136
 Bagratishvili G. D. 296

- Dadashyan A. S. 40
 Dalakishvili Ts. M. 572
 Davituliani D. Sh. 607
 Devdariani R. O. 323
 Dgebuadze T. P. 339
 Didebulidze G. G. 320
 Doksopulo E. P. 548
 Driyaev D. G. 536
 Dzagnidze O. P. 260
 Dzidziguri A. A. 380
 Dzigrashvili T. A. 56
 Dzimistarishvili O. D. 92
- Egnatashvili T. Sh. 184
 Eliashvili M. A. 532
 Epitashvili V. D. 360
 Eristavi A. M. 383
 Ermak I. S. 184
- Fadeev V. S. 100
- Gabelaya Ts. D. 188
 Gabisiani A. G. 123
 Gabisonia V. E. 51
 Gabunia G. Sh. 212
 Gachechiladze O. O. 527
 Gajiev M. K. 331
 Galustashvili M. V. 536
 Gavitadze T. T. 360
 Geleishvili T. P. 592
 Gigauri R. D. 328
 Gigineishvili M. A. 428
 Gogatchvili A. S. 275,
 495
 Gogeliani L. D. 588
 Gogiashvili T. M. 328
 Gogoberidze M. I. 395
 Gogokhia V. Sh. 304
 Grigolia G. L. 356
 Grigoryev Yu. A. 527
 Gverdsiteli M. I. 323,
 559
 Gugushvili A. Sh. 599
- Ieseliani A. N. 47
- Jalagania G. M. 395
 Jalyabova M. I. 624
- Janelidze P. D. 79
 Jaoshvili M. V. 435
 Japaridze J. I. 344, 352
 Japiashvili V. P. 75
 Jincharadze T. R. 256
 Jiashvili B. D. 552
 Jobava J. Sh. 383
 Jvarsheishvili A. G. 471
- Kacharava G. G. 72
 Kachiashvili K. I. 136
 Kalandadze G. I. 383
 Kandelaki A. A. 147
 Kapanadze D. V. 315
 Kapanadze E. E. 147
 Karbushev N. I. 292
 Kartozia Ts. I. 184
 Kartvelishvili K. Z. 544
 Kavtaria G. E. 204
 Kekelidze N. P. 72
 Kekenadze L. V. 163
 Kemertelidze E. P. 95,
 572
- Kenia V. M. 612
 Ketiladze D. D. 352
 Kevlishvili L. G. 424
 Kbananashvili L. M. 564
 Kharatishvili G. L. 476
 Kharazishvili A. B. 32
 Khatishvili N. G. 84
 Khishtovani E. I. 415
 Khamladze G. O. 356
 Khundadze K. G. 584
 Kighuradze O. D. 592
 Kikvadze T. P. 280
 Kilasonia N. A. 47
 Kldiashvili M. M. 638
 Klimiashvili M. A. 40
 Kobakhidze N. B. 412
 Kobalava B. G. 128
 Kokhreidze R. G. 68
 Kokrashvili T. A. 92
 Kolakovsky A. A. 144
 Komissarenko S. V. 635
 Koreli A. G. 607
 Korin I. L. 92
 Kortava L. M. 88
 Kostenko V. G. 92
 Kovziridze T. A. 556
 Kozlenko V. Ya. 140
 Kurtsikidze D. E. 296
 Kutelia E. R. 56
- Kvavadze E. V. 656
 Kvernadze M. S. 527
- Laevsky I. S. 92
 Lagidze R. M. 556
 Lezhava N. G. 296
 Linnik L. F. 527
 Lolua D. G. 592
 Lomidze G. V. 512
 Lomsadze B. A. 412, 616,
 619, 624
- Magalashvili A. G. 103,
 364
- Magomedov Sh. A. 371
 Magradze B. A. 304
 Makaridze M. G. 647
 Makhviladze K. L. 616
 Mamniashvili G. I. 540
 Mamniashvili T. I. 500
 Mardaleishvili M. P. 616
 Mchedlishvili M. A. 184
 Medoidze T. D. 72
 Melikadze L. D. 88
 Meskhia R. S. 26
 Migineishvili N. R. 412
 Mikelashvili Z. V. 336
 Mikhalevich E. I. 44
 Mikhelashvili V. M. 524
 Mikhelson R. V. 120
 Minin N. B. 643
 Mirimanishvili M. G. 140
 Mirtskhulava A. A. 527
 Moiseyev V. N. 643
 Mosidze L. N. 296
 Mskhiladze A. G. 348
 Museliani T. G. 132
 Mushkudiani Z. A. 123
 Muzashvili Z. A. 599
- Nadaraia N. Sh. 95
 Nakashidze G. A. 72
 Narmania V. G. 491
 Naskidashvili B. D. 307
 Natroshvili T. G. 619
 Nikolashvili N. S. 132
 Nikulin A. N. 388
 Nikulina N. A. 168
 Nizharadze E. I. 395
 Nizharadze G. I. 419
- Odenov S. V. 68
 Okhanashvili T. S. 151,
 603

- Okrostsvardize A. V. 108
 Omarova M. R. 371
 Oniani N. T. 160, 407
 Oniani Sh. I. 579
 Ormotsadze R. N. 484
- Pachkoria S. V. 296
 Pagava D. G. 564
 Palavandishvili D. A. 556
 Papava E. A. 163
 Papukashvili N. R. 24
 Partsvania M. Sh. 628
 Pataraya A. D. 320
 Perelman M. E. 84
 Pirashvili T. I. 263, 488
 Pirtskhalava A. V. 179
 Pirtskhalava N. I. 548,
 552
 Pirtskhalava T. G. 579
- Sagdieva P. D. 168
 Saginadze D. I. 123
 Saginuri M. I. 524
 Salukvadze N. Sh. 360
 Samteladze N. N. 391
 Saneblidze S. A. 19, 243
 Sanikidze J. G. 68
 Saralidze Z. K. 536
 Sarchimelia R. A. 191
 Sekhniashvili E. A. 376
 Sepiashvili A. D. 380
 Setashvili M. I. 312
- Shanidze Z. G. 400, 596
 Shatashvili L. Kh. 307
 Shavgulidze V. V. 352
 Shengelaya I. B. 123
 Shengelia F. K. 575
 Shiolashvili Z. N. 296
 Shukakidze T. D. 116
 Sidamonidze Sh. I. 348
 Sigua L. A. 75
 Sioridze M. M. 443
 Sladkov V. I. 95
 Slepyan A. L. 479
 Stepanov A. N. 100
 Suvorov N. N. 95
- Tabatadze L. G. 619
 Tavkhelidze D. D. 128
 Tevdoradze I. D. 651
 Tevzadze T. D. 199
 Tkebuchava G. E. 251
 Tokarev M. I. 88
 Tsagareishvili G. V. 383
 Tsagareli E. A. 360
 Tsartsidze M. A. 412, 616,
 619
 Tserodze M. P. 344
 Tsertsvadze G. N. 284,
 508
- Tsikhistavi Sh. G. 168
 Tsintsadze G. A. 68, 72
 Tsintsadze G. V. 336
 Tsiskaridze M. A. 424
 Tsitsishvili G. V. 336,
 348
- Tsitskishvili Z. A. 385
 Tskhadadze B. A. 195
 Tskitishvili O. V. 208
 Tsverikmazashvili Z. S.
 512
- Turiashvili L. G. 552
 Tvalchrelidze A. G. 364
 Tvalodze Yu. G. 268
- Ugulava L. A. 548
 Ulyanova M. S. 408
 Urushadze R. M. 544
 Usharauli E. A. 88
 Ushveridze A. G. 63, 288
- Vakhania N. V. 432
 Vardzelashvili N. S. 371
 Vashakidze A. S. 585
 Vashakidze I. Sh. 300, 516
 Vashakidze N. V. 156
 Vashakidze T. K. 584
 Vasnev V. A. 328
 Vekua A. K. 188
 Vekua Z. A. 188
 Vetrogon F. G. 647
- Zakharova N. S. 406
 Zaridze R. S. 512
 Zeragia J. P. 35
 Zhordania Z. S. 388
 Zorikov V. V. 524

ა მ ტ ო რ ტ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. უფროსი „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჩერ გამოშუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ (მათგან დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოსადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საეთხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს უფროსი „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მიმართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სახსებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს უფროსის 4 გვერდს (8000 ასსტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს, წელიწადში კი მხოლოდ სამ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღნიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუბილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავივით მიხედვით ვადმოცემულია დასკვნა, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყვებოდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილი უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქარით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მთავადეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ისეთი

ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ გან უნდა ვაგვას 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 ნიშნაკები (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 ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვლავ უნდა დარჩილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью, в год — всего три статьи.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или

инная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.