

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 88 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1977 ДЕКАБРЬ

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

შრომები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

13522

ტომი 88 TOM

№ 3

დეკემბერი 1977 ДЕКАБРЬ

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
სახელმწიფო ბიბლიოთეკა

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე
Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.1.1978; შეკვ. № 4387; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-სავაგომოცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 09651; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 25.1.1978; зак. № 4387; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 09651; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

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

* * *

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუშოვის ქ., 19
Типография АН ГССР, Тбилиси, 380060, Кутузова, 19

მ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- *ა. ხარაზიშვილი. ბორელისეული II-იზომორფიზმების არსებობის შესახებ 532
- *ბ. შაშიაშვილი. სტოქასტური დიფერენციალური წარმოდგენების შესახებ ფასი-სათვის უწყვეტდროიანი შემთხვევითი პროცესების ოპტიმალური გაჩერების ამოცანებში 536
- *გ. კობახიძე. კრებადობის სისტემებისა და ზღვრითი თეორიების შესახებ შემთხვევითი ელემენტების ქვემიმდევრობებისათვის 540
- *დ. ლაიტერერი. მატრიც- და ოპერატორ-ფუნქციების ფაქტორიზაციის შესახებ 543
- *ე. გულიაშვილი. საინტერპოლაციო თეორემა ქვესიმრავლეებზე 547

მიქანიკა

- *ა. ქუთათელაძე, ნ. დურმიშიძე. ტურბომაქარებრავ დანადგარში პომპა-ქური რხევის ფაზის დაძვრის განსაზღვრის საკითხისათვის 551

დრეპალოვის თეორია

- *თ. კახიანი. ტრანსვერსალურად იზოტროპიული დრეკადი ფენის სტატიკის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ერთი ხერხის შესახებ 556

კიბერნეტიკა

- *ა. პოპოვი. მაინქრონიზებული თანხვედრები როგორც საგნისა და მოთხოვნილების შეხვედრის მექანიზმი 560
- *ბ. ავალიშვილი, რ. მითაიშვილი. ტვირთის საავტომობილო გადაზიდვის მარშრუტიზაციის ამოცანის ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ 562

ფიზიკა

- *გ. გეგიაძე, ო. დავარაშვილი, ლ. დოღვიანი, პ. ელისეივი, ვ. ზლომანოვი, ზ. ქაჩლიშვილი, ი. კორჩაგინი, ი. კრიალაშვილი, მ. მილდვისკი, თ. მხეიძე, რ. ჩიქოვანი, ა. შოტოვი. ვიწროზონიანი ნახევარგამტარები *AIIIIV* და *AIVBVI* შენაერთების ობსკომპონენტური მყარი ხსნარების საფუძველზე 568
- *ვ. ეგოროვი. ორკომპონენტური დისპერსულ სისტემებში კოაგულაციის კინეტიკური განტოლებების ამოხსნისათვის 572
- *ნ. კეკელიძე, ლ. ახვლედიანი. *In P — In As* სისტემის მყარი ხსნარების მიღება და ზოგიერთი თვისება 576
- *ო. მუსხელიშვილი, ა. ხელაშვილი. სკალარული ნაწილაკი სმასა *SU₂* სიგმა-მოდელში 578

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *გ. ჯაფარიძე, ა. ნერსესიანი. რენორმალიზაციური ჯგუფის მეთოდი მაკნიტურ ველში მოთავსებული ერთგანზომილებიანი ელექტრონული სისტემის ამოცანისათვის

583

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ე. ნანობაშვილი, ე. ჯანიაშვილი, ი. ბახტაძე. d-გარდამავალი ლითონების მეტასილიკატების სინთეზი და გამოკვლევა
- *ვ. ქაჩიბაია, ი. სიამაშვილი, ტ. გავრილენკო, დ. ჩხაიძე. მინერალში ოთხვალენტური ცერიუმის რადონობით განსაზღვრის ზოგიერთი თავისებურება

587

592

ორგანული ქიმია

- *ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. ჭანტური. 3-(α -ნაფტილ)-ბუთინ-1-ოლ-3-ის სინთეზი და ზოგიერთი გარდაქმნა
- *გ. პაპავა, ნ. გელაშვილი, ლ. ბერიძე, პ. ცისკარიშვილი. აღმანტანის კარდის შემცველი პოლიკარბონატები
- *რ. გიგაური, ბ. ჩერნოკალსკი, ლ. გოდერძიშვილი, თ. შატაკიშვილი. დი-მ-ტოლილალილარსინების ქანგების სინთეზი და ურთიერთქმედება პალოგენწყალბადმეათეობან

596

600

604

ფიზიკური ქიმია

- *შ. სიღამონიძე, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), თ. ხელაძე, ლ. შარაბიძე. კათიონოდიფიცირებული სინთეზური ცეოლითის — ერიონიტის — კატალიზური აქტივობა აზოტის ქვეყანგის დაშლის რეაქციაში

608

ელექტროქიმია

- *ვ. შაბოვალი, თ. წიკლაური, ნ. გასვიანი. გამლღავალი ელექტროლიტების ფუძე-მეათეური თვისებების მნიშვნელობა ანიონთა ელექტროაღდგენის კინეტიკაში

611

ქიმიური ტექნოლოგია

- *კ. ქუთათელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. კოვზირიძე, მ. კომსკაია, გ. გაფრინდაშვილი, ნ. ბორში. ამიერკავკასიის მთის ქანების საფუძველზე შექმნილი დაბალტემპერატურული კერამიკული მასალები
- *ე. ბენაშვილი, თ. ჩარკვიანი. მორდენიტუმცველი ტუფის გამაუგოირდებელი თვისებების გამოკვლევა

616

620

ბიოლოგია

- *ნ. ასლანიკაშვილი. სამგორი-პატარქელის ნავთობის საბადოს ქანი-კოლექტორების შედგენილობის თვისებებზე

624

*ა. უ ა ვ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. მთიანი აფხაზეთის ქვედაიურული და აალენური ქვიშიან-თიხიანი ნალექების კლივაჟი 627

მინერალოგია

*დ. ფ ა ვ ლ ე ნ ი შ ვ ი ლ ი. ახალი მინერალები ადანგეს სპილენძ-პიროტინიან მადან-გამოვლინებაში (აფხაზეთი) 632

სამშენებლო მექანიკა

*ნ. ბ უ ლ ი ა. მცირე ზომის ხერგებით შესუსტებული ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის ღუნვის ამოცანის ამოხსნა დაზუსტებული ხერხით 636

*ლ. დ ა რ ს ა ლ ი ა. ძალიან მცირე წრიული ხერგებით შესუსტებული ფილებისა და დამრეცი გარსების შეუღლების ამოცანის ამოხსნა სამშენებლო მექანიკის მეთოდით 640

მანქანათმშენებლობა

*ი. ყ ო რ ი ა უ ლ ი. სიჩქარის ნორმალური მდგენელის აღდგენის შესახებ სხეულების ირიბი დარტყმის დროს 643

*კ. ყ ი ფ შ ი ძ ე, უ. ლ ი თ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. განზოგადოებული სახის ხუთრგოლა სივრცითი მექანიზმის გრაფიკული გამოკვლევა 648

*ზ. ქ ა რ ქ ა შ ა ძ ე, ნ. კ ო რ ე ნ ჯ უ კ ი. დისკურ-ხუნდებიანი მუხრუჭების გახურება-გაცივების პროცესის ძირითადი კრიტერიუმები 651

ელემტროტექნიკა

*გ. მ ი ნ დ ე ლ ი, ი. თ ა ვ ა რ თ ქ ი ლ ა ძ ე, გ. გ ო ც ა ძ ე. ელექტრული მანქანების სითბური პროცესის მათემატიკური მოდელირება 655

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

*ვ. მ ძ ი ნ ა რ ი შ ვ ი ლ ი. დინამიური პროგრამირების ფუნქციონალურ განტოლებათა ამოხსნა ფუნქციონალურ სივრცეში 659

ბოტანიკა

გ. ზ ა მ თ ა რ ა ძ ე. ზემო სვანეთის მდელოსა და ბუჩქნარის მცენარეულობის ზოგიერთ თანასაზოგადოებათა ცენოლოგიური თავისებურებისა და ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლისათვის 661

ბიოქიმია

*ვ. მ თ ა ვ ა ნ ა ძ ე, ი. თ ა რ გ ა მ ა ძ ე, ლ. დ რ ა ნ ი კ ი. სიმინდის ნაზარდების ფენოლური ნაერთები 667

ინტომოლოგია

- *ს. მედვედევი, ი. ჯამბაზიშვილი. ახალი სახეობა *Aphodius osetinus* Medv. et Dzam. (Coleoptera, Scarabaeidae) საქართველოდან 670
- შ. სიჭინავა, გ. შენგელია. წყალსატევების გაბინძურების გავლენა *Gambusia affinis holbrookii*-ს ეფექტრობაზე *Culex pipiens*-ის L და *Caliseta annulata*-ს Schr. წყლის ფაუნათან ბრძოლისას 675

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- *გ. მაცაბერიძე, ე. ყვავაძე. ზოგიერთი ჭიაყელა (Lumbricidae) — ცესტოდების ახალი შუალედური მასპინძელი 680

მძსპირიმიენტული მედიცინა

- *თ. ყორდანი, შ. ჯაფარიძე. რადიკალური ოპერაციის შემდეგ სილიკონაუ-ჩუქისაგან დამზადებული სმენის პროთეზის გამოყენების შესახებ 684
- *გ. შაგინიანი, თ. ყორყოლიანი, ბ. ხუდაიდატოვი. ზავშვთა ცერებრალური დამბლით ავადმყოფთა ორთოსტატიული კოლაფსის კლინიკურ-ელექტროფიზიოლოგიური თავისებურებანი 688
- *ვ. შუმაკოვი, ე. შტენგოლდი, ო. ბერდიშევა, რ. მაღალაშვილი, გ. იტკინი. ენერგეტიკული ცვლის დინამიკა ხელოვნური გულის იმპლანტაციის და ფუნქციონირების პირობებში 692
- ო. ჩხაიძე. ღვიძლის და გულის კუნთის ჰისტოლოგიური და ჰისტოქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული მწვავე ქოლერისტიტის დროს 693
- *თ. დლონტი, ი. მაღაშხია, ნ. დუგლაძე, მ. გელაძე, გ. ნაღარეიშვილი. ჭალღუზისებრი ჭირკვლის ფუნქციის იმუნოლოგიურ ასპექტში შესწავლის პერსპექტიულობის შესახებ 698

ენათმეცნიერება

- მ. მიქელაძე. ქართულიდან ნასესხებ სიტყვათა ბგერითი გარსის მორფოლოგიური ადაპტაციისათვის ბაცებურ ენაში 701

ისტორია

- ა. ჭკადუა. კლასობრივი სტრუქტურა და სოციალური ურთიერთობა ქვემო ანუ სადადიანო სვანეთში XIX საუკუნის პირველ ნახევარში 705

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

А. Б. Харазишвили. К существованию борелевских Π -изоморфизмов	529
М. А. Шашиншвили. О стохастических дифференциальных представлениях для цен в задачах оптимальной остановки случайных процессов с непрерывным временем	533
В. Н. Кобзев. О системах сходимости и предельных теоремах для подпоследовательности случайных элементов	537
Ю. Лайтерер. О факторизации матриц- и оператор-функций	541
А. Б. Гулисашвили. Интерполяционная теорема на подмножествах	545

МЕХАНИКА

А. А. Кутателадзе, Н. Ш. Дурмишидзе. К вопросу об определении сдвига фазы помпажного колебания в турбовоздуходувной установке	549
---	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

О. Н. Кахиани. Об одном способе решения некоторых граничных задач статики трансверсально-изотропного упругого слоя	553
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

А. К. Попов. Синхронизирующие совпадения как механизм встречи предмета с потребностью	557
К. В. Авалишвили, Р. Л. Митаншвили. Об одном подходе к решению задачи маршрутизации автомобильных перевозок грузов	561

ФИЗИКА

Г. Г. Гегиадзе, О. И. Даварашвили, Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев, В. П. Зломанов, З. С. Качлишвили, Ю. Н. Корчагин, И. В. Криалашвили, М. Г. Мильвидский, Т. Д. Мхеидзе, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Узкозонные полупроводники на основе четверных твердых растворов соединений A^IVB^VI и $A^{III}B^V$	565
В. И. Егоров. К решению кинетических уравнений коагуляции для двухкомпонентных дисперсных систем	569

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Н. П. Кекелидзе, Л. А. Ахвледиани. Получение и некоторые свойства твердых растворов системы $JnP - JnAs$ 573
- О. Г. Мухелишвили, А. А. Хелашвили. Масса скалярной частицы в SU_2 сигма-модели 577
- Г. И. Джапаридзе, А. А. Нерсисян. Метод ренормализационной группы в задаче об одномерной системе электронов в магнитном поле 581

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Нанобашвили, В. В. Джаниашвили, И. Г. Бахтадзе. Синтез и исследование метасиликатов d-переходных металлов 585
- В. Н. Качибая, И. Л. Сиамашвили, Т. Б. Гавриленко, Д. Н. Чхаидзе. Некоторые особенности количественного определения четырехвалентного церия в стеклах 589

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), М. Д. Чантурия. Синтез и некоторые превращения 3-(α -нафтил)бутин-1-ола-3 593
- Г. Ш. Папава, Н. С. Гелашвили, Л. А. Беридзе, П. Д. Цискаришвили. Поликарбонаты с алмазными кардами 597
- Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, Л. И. Годердзишвили, Т. Н. Шатакишвили. Синтез и взаимодействие с галогенводородными кислотами окисей ди-*m*-толилалкиларсинов 601

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР) Т. А. Хеладзе, Л. М. Шарабидзе. Каталитическая активность катион-модифицированного синтетического цеолита—эрионита в реакции разложения закиси азота 605

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- В. И. Шаповал, О. Г. Циклаури, Н. А. Гасвиани. Значение кислотно-основных свойств расплавленного электролита в кинетике электровосстановления анионов 609

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН ГССР), З. Д. Ковзиридзе, М. С. Комская, Г. Г. Гаприндашвили, Н. С. Борщ. Низкотемпературные керамические материалы на основе горных пород Закавказья 613
- Е. М. Бенашвили, Т. Н. Чарквиани. Исследование обессеривающих свойств морденитсодержащих туфов 617

ГЕОЛОГИЯ

- Н. А. Асланикашвили. Особенности состава пород-коллекторов Самгори-Патардзеульского месторождения нефти 621
- А. И. Кавелашвили. Кливаж в песчано-глинистых отложениях нижней юры и аалена в Горной Абхазии 625

МИНЕРАЛОГИЯ

- Д. Д. Павленишвили. О новых минералах Адангейского медно-пирротинового проявления (Абхазия) 629

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Н. П. Булия. Решение задач изгиба пологих оболочек двойкой кривизны, ослабленных очень малым отверстием, с уточненным способом 333
- Л. Д. Дарсалия. Решение задачи сопряжения пологих оболочек и плит, ослабленных очень малым круговым отверстием, методом строительной механики 637

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- И. П. Кориаули. О восстановлении нормальной составляющей скорости при косом ударе тел 641
- Қ. С. Қипшидзе, У. А. Литанишвили. Графическое исследование пространственного пятизвенного механизма обобщенного вида 645
- З. И. Қарқашадзе, Н. Ф. Қоренчук. Основные критерии процесса нагрева и охлаждения дисково-колодочного тормоза 649

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Г. В. Миндели, Я. Н. Таварткиладзе, Г. А. Гоцадзе. Математическое моделирование теплового процесса электрических машин 653

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. В. Мдзинаришвили. Решение функциональных уравнений динамического программирования в функциональном пространстве 657

БОТАНИКА

- * Г. К. Замтарадзе. К изучению ценоотических особенностей и взаимоотношений некоторых группировок луговой и кустарниковой растительности Верхней Сванетии 664

БИОХИМИЯ

- В. В. Мжаванадзе, И. Л. Таргамадзе, Л. И. Драник. Фенольные соединения проростков кукурузы 365

ЭНТОМОЛОГИЯ

- С. И. Медведев, Я. С. Джамбазишвили. Новый вид *Aphodius osetinus* Medv. et Dzm. (Coleoptera, Scarabaeidae) из Грузии 669
- Ш. Г. Сичинава, Г. Ю. Шенгелия. Влияние загрязненности водоемов на эффективность *Gambusia affinis Holbrockii* в борьбе с водными фазами *Culex pipiens* L. и *Culiseta annulata* Sehr. 673

ПАРАЗИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Г. В. Мацаберидзе, Э. Ш. Квавадзе. Некоторые дождевые черви (Lumbricidae) — новые промежуточные хозяева цестод 677

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Т. С. Жордания, Ш. В. Джапаридзе. Об использовании слухового протеза из силиконового каучука у больных после общеполостной операции уха 681
- В. С. Шагинян, Т. К. Жоржоладзе, Б. Р. Худайдатов. Клинико-электрофизиологические особенности ортостатического коллапса у больных детским церебральным параличом 685
- В. И. Шумаков, Е. Ш. Штенгольд, О. П. Бердышева, Р. Д. Магалашвили, Г. П. Иткин. Динамика энергетического обмена в условиях имплантации и функционирования искусственного сердца 689
- * О. В. Чхаидзе. Гистологические и гистохимические изменения печени и сердечной мышцы при экспериментальном остром холецистите 696
- Т. И. Глonti, Ю. А. Малашхия, Н. А. Дугладзе, М. Г. Геладзе, Г. А. Надарейшвили. О перспективности изучения функции шишковидной железы в иммунологическом аспекте 697

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * М. Г. Микеладзе. К морфологической адаптации звуковой оболочки грузинских заимствованных слов в бацбийском языке 704

ИСТОРИЯ

- А. А. Чкадуа. Классовая структура и социальные отношения в Нижней или Дадриановской Савнетии в первой половине XIX века 707

C O N T E N T S *

MATHEMATICS

A. B. Kharazishvili. On the existence of Borel Π -isomorphism	532
M. A. Shashvili. On the stochastic differential representation for the value functions in problems of optimal stopping for continuous parameter stochastic processes	536
V. N. Kobzev. On the systems of convergence and limit theorems for subsequences of random elements	540
Y u. Leiterer. On the factorization of the matrix- and operator-functions	543
A. B. Gulisashvili. Interpolation theorem on subsets	547

MECHANICS

A. A. Kutateladze, N. Sh. Durmishidze. Toward the determination of surge variation phase shift in a turbo-blower installation	551
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

O. N. Kakhiani. On one method of solving some boundary value problems of statics for a transversal-isotropic elastic body	556
---	-----

CYBERNETICS

A. K. Popov. Synchronizing coincidences as the mechanism of object-need encounter	560
K. V. Avalishvili, R. L. Mitaishvili. On an approach to the solution of the problem of routing road haulage	563

PHYSICS

G. G. Gegiadze, O. I. Davarashvili, L. M. Dolginov, P. G. Eliseev, V. P. Zlomanov, Z. S. Kachlishvili, Y. N. Korchagin, I. N. Krialashvili, M. T. Milovidski, T. D. Mkheidze, R. I. Chikovani, A. P. Shotov. Narrow band semiconductors on $A^{IV}B^{VI}$ and $A^{III}B^{IV}$ quaternary solid solutions	568
V. I. Egorov. Toward the solution of kinetic equations of coagulation in two-component disperse systems	572
N. P. Kekelidze, L. A. Akhvlediani. The production and some properties of solid solutions of the system $InP-InAs$	576

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



- O. G. Muskhelishvili, A. A. Khelashvili. The mass of scalar particle in the SU_2 sigma-model 579
- G. I. Japaridze, A. A. Nersesian. Renormalization group method in the problem of one-dimensional electron system in magnetic field 584

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- E. M. Nanobashvili, V. V. Janiashvili, I. G. Bakhtadze. The synthesis and investigation of metasilicates of d-transient metals 588
- V. N. Kachibaia, I. L. Siamashvili, T. B. Gavrilenko, D. N. Chkhaidze. Some features of quantitative determination of Ce^{4+} in glasses 592

ORGANIC CHEMISTRY

- I. M. Gverdtsiteli, M. D. Chanturia. Synthesis and some conversions of 3-(α -naphthyl)-butyne-1-ol-3 596
- G. Sh. Papava, N. S. Gelashvili, L. A. Beridze, P. D. Tsiskarishvili. Polycarbonates with cards of adamantane 600
- R. D. Gigauro, B. D. Chernokalski, L. I. Goderdzishvili, T. N. Shatakishvili. On the synthesis of di-m-tolylalkylarsine oxides and their interaction with halogen hydride acids 604

PHYSICAL CHEMISTRY

- Sh. I. Sidamonidze, G. V. Tsitsishvili, T. A. Kheladze, L. M. Sharabidze. The catalytic activity of cationmodified synthetic zeolite-erionite in the decomposition of nitrous oxide 608

ELECTROCHEMISTRY

- V. I. Shapoval, O. G. Tsiklauri, N. A. Gasviani. The effect of the acid-base properties of fused electrolytes on the kinetics of electroreduction of anions 612

CHEMICAL TECHNOLOGY

- K. S. Kutateladze, Z. D. Kovziridze, M. S. Komskaya, G. G. Gaprindashvili, N. S. Borshch. Quarts and mullite content in low temperature ceramic materials 616
- E. M. Benashvili, T. N. Charkviani. Study of the desulphurization properties of mordenite-containing tufts 620

GEOLOGY

- N. A. Aslanikashvili. The peculiarities of the reservoir rocks of the Samgori-Patardzeuli oil deposit 624

- A. I. Kavelashvili. Cleavage in the Lower-Jurassic aalenian sandy-argillaceous deposits of mountainous Abkhazia 627

MINERALOGY

- D. D. Pavlenishvili. New minerals in the Adange copper-pyrotine ore manifestations (Abkhazia) 632

STRUCTURAL MECHANICS

- N. P. Bulia. On one problem of calculation by the precision method of the bending of double-curve sloping shells weakened by a very small orifice having no angular points 636
- L. J. Darsalia. Use of a method of structural mechanics in solving the problem of conjugation of slabs and sloping shells weakened by a very small circular orifice 640

MACHINE BUILDING SCIENCE

- I. P. Koriauli. On the recovery of the normal velocity component under oblique impact of bodies 643
- K. S. Kipshidze, U. A. Litanishvili. A graphic study of a five-link general type mechanism in space 648
- Z. I. Karkashadze, N. F. Korenchuk. Basic criteria of the process of heating and cooling of a disc-shoe brake 652

ELECTROTECHNICS

- G. V. Mindeli, I. N. Tavartkiladze, G. A. Gotsadze. Mathematical modelling of the heat processes of electrical machines 656

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. V. Mdzinarishvili. Solution of functional equations of dynamic programming in functional space 660

BOTANY

- G. K. Zamtaradze. Toward the study of the cenotic characteristics and inter-relationship of some vegetation groups in Upper Svaneti 664

BIOCHEMISTRY

- V. V. Mzhavanadze, I. L. Targamadze, L. I. Dranik. Phenolic compounds of *Zea mays* seedlings 667

ENTOMOLOGY

- S. I. Medvedev, Ya. S. Jambazishvili. New species of *Aphodius osetinus* Medv. et. Dzam., (Coleoptera, Scarabaeidae) from Georgia 671
- Sh. G. Sichinava, G. Yu. Shengelia. The influence of basin pollution on the effectiveness of *Gambusia affinis* Holbrookii against preimaginal phases of *Culex pipiens* L. and *Culiseta annulata* Schr. 675

PARASITOLOGY AND HELMINTOLOGY

- G. V. Matsaberidze, E. Sh. Kvavadze. Some earthworms (*Lumbricidae*): new intermediate hosts of cestodes 680

EXPERIMENTAL MEDICINE

- T. S. Zhordania, Sh. V. Japaridze. On the use of hearing prosthesis made of silicone rubber in patients after radical mastoidectomy 684
- V. S. Shaginyan, T. K. Zhorzholadze, B. P. Khudaidatov. Clinical-lectrophysiological peculiarities of orthostatic collapse of patients affected with cerebral paralysis 688
- V. I. Shumakov, E. Sh. Shtengold, O. P. Berdysheva, R. D. Magalashvili, G. P. Itkin. The dynamics of energy metabolism in conditions of pace-maker implantation and functioning 692
- O. V. Chkhaidze. Histological and histochemical changes of the liver and cardiac muscles in experimental acute cholecystitis 696
- T. I. Glonti, Yu. A. Malashkhia, N. A. Dugladze, M. G. Geladze, G. A. Nadareishvili. On studying the function of epiphysis in the immunological aspect 699

LINGUISTICS

- M. G. Mikeladze. Concerning the morphological adaptation of the sound envelope of Georgian loan-words in the Batsbian language 704

HISTORY

A. A. Tchkadua. The class structure and social relations in Lower or Dadiani Svaneti in the first half of the nineteenth century

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

К СУЩЕСТВОВАНИЮ БОРЕЛЕВСКИХ П-ИЗОМОРФИЗМОВ

(Представлено членом-корреспондентом В. Г. Челидзе 28.8.1977)

С. Уламом [1] был поставлен следующий вопрос: пусть E — основное базисное множество, S — какая-нибудь σ -алгебра частей E со счетной системой образующих. Следует ли из П-изоморфизма двух элементов σ -алгебры $S \times S$ в E^2 П-изоморфизм этих элементов при преобразовании, измеримом по отношению к S ?

Ниже будет показано, что ответ на сформулированный вопрос является отрицательным даже в том частном случае, когда в качестве S берется борелевский класс некоторой структуры сепарабельного метрического пространства, задаваемой на базисном множестве E .

Согласно общим определениям теории множеств [2], два метрических пространства (F, ρ) и (G, d) называются борелевски изоморфными, если найдется биекция $f: F \rightarrow G$, осуществляющая изоморфизм между борелевскими структурами (F, ρ) и (G, d) . Исходя из этого, борелевским типом пространства (F, ρ) можно назвать значение оператора τ в классе всех метрических пространств, борелевски изоморфных с (F, ρ) . Пусть λ и μ — борелевские типы пространств (F, ρ) и (G, d) . Соотношение $R(\lambda, \mu)$: «существует борелевский изоморфизм пространства F на некоторое подпространство G , являющееся борелевским подмножеством G » есть соотношение порядка в силу теоремы, аналогичной известной теореме Кантора — Бернштейна. Обозначим через W упорядоченное таким образом множество всех борелевских типов сепарабельных метрических пространств. Поскольку всякое сепарабельное метрическое пространство гомеоморфно вкладывается в $[0, 1]^N$, то без умаления общности в дальнейшем можно ограничиться рассмотрением только частей компакта $[0, 1]^N$.

Лемма 1. Если X — произвольное подмножество $[0, 1]^N$ и f — борелевское отображение X в $[0, 1]^N$, то существует борелевское множество $X^* \subset [0, 1]^N$ и борелевское отображение $f^*: X^* \rightarrow [0, 1]^N$, служащее продолжением f . Причем, если функция f из класса Φ_ξ , $\xi < \omega_1$, то и f^* можно взять из класса Φ_ξ .

Эта лемма легко доказывается методом трансфинитной индукции. Поскольку $f = (f_n)_n \in N$, где каждое f_n есть борелевское отображение X в $[0, 1]$, то достаточно продолжить нужным образом все f_n . Пусть сначала f_n — непрерывная функция. Тогда в качестве X^* возьмем множество тех точек $x \in \bar{X}$, для которых $\omega_{f_n}(x) = 0$, где $\omega_{f_n}(x)$ — колебание отображения f_n в точке x . Ясно, что в данном случае X^* представляет собой G_δ -мно-



жество в компакте $[0,1]^N$, на которое f_n однозначно продолжается с сохранением свойства непрерывности. Если теперь f_n —функция класса Φ_ξ , $\xi < \omega_1$, то $f_n = \lim_{r \rightarrow \infty} g_r$, где $g_r: X \rightarrow [0,1]$ —функции более низких классов.

По индуктивному допущению, для всех g_r найдутся соответствующие им X_r^* и g_r^* . Так как каждое отображение g_r^* определено на $\bigcap_{k \in N} X_k^*$, то в качестве искомого X^* для функции f_n мы можем взять множество точек сходимости последовательности $(g_r^* | \bigcap_{k \in N} X_k^*)_{r \in N}$, которое, очевидно, содержит

X и на которое f_n продолжается естественным образом.

З а м е ч а н и е. Имеет место несколько более общая теорема о продолжениях борелевских функций (см., например, [3]), но для дальнейшего будет достаточна лемма 1.

Следующее вспомогательное утверждение носит чисто теоретико-множественный характер (см. [3]).

Лемма 2. Пусть E —бесконечное множество мощности \aleph_ξ , Φ —некоторое семейство отображений частей E на части E , также имеющие мощность \aleph_ξ , причем $\text{Card } \Phi \leq \aleph_\xi$. Тогда существует семейство T мощности 2^{\aleph_ξ} , состоящее из подмножеств E и такое, что конъюнкция соотношений $X \in T$, $Y \in T$ и $X \neq Y$ влечет соотношение $(\forall f) (f \in \Phi \Rightarrow \text{Card}(f(X) \setminus Y) = \aleph_\xi)$.

Доказательство этой леммы не представляет особых трудностей (см. [3]).

Из вышеприведенных лемм легко выводится следующее

Предложение. Множество W содержит $2^{2^{\aleph_0}}$ попарно несравнимых элементов (в частности, $\text{Card } W = 2^{2^{\aleph_0}}$). Более того, найдется множество $W' \subset W$ с $\text{Card } W' = 2^{2^{\aleph_0}}$, такое, что при $\lambda \in W'$, $\mu \in W'$ и $\lambda \neq \mu$ справедливо следующее соотношение: не существует борелевского отображения метрического пространства типа λ на метрическое пространство типа μ .

В самом деле, положим $E = [0,1]^N$, $\aleph_\xi = 2^{\aleph_0}$ и в качестве семейства Φ возьмем семейство всевозможных борелевских отображений континуальных борелевских подмножеств компакта $[0,1]^N$ на континуальные аналитические подмножества этого же компакта. Пусть T —семейство частей $[0,1]^N$, о существовании которого говорится в предыдущей лемме. Достаточно убедиться, что если $X \in T$, $Y \in T$ и $X \neq Y$, то не может существовать борелевской сюръекции $f: X \rightarrow Y$. Предположим противное и пусть f —такая сюръекция. В силу леммы 1, f продолжимо до борелевского отображения $f^*: X^* \rightarrow [0,1]^N$, где X^* —некоторое борелевское подмножество компакта $[0,1]^N$, содержащее X . Поскольку $\text{Card } X^* = \text{Card } f^*(X^*) = 2^{\aleph_0}$, то f^* принадлежит семейству Φ . Следовательно, должно выполняться соотношение $\text{Card}(f^*(X) \setminus Y) = 2^{\aleph_0}$. Но, с другой стороны, $f^*(X) \setminus Y = f(X) \setminus Y = \emptyset$. Получаемое противоречие дает нужный результат.

Вернемся теперь к сформулированной выше задаче Улама. Пусть X и Y — два континуальных подмножества компакта $[0,1]^N$, между которыми не существует борелевской сюръекции. Рассмотрим сепарабельное метрическое пространство E , являющееся суммой пространств X и Y , причем множества X и Y отождествим с соответствующими взаимнодополнительными открытыми подмножествами E . Пусть f — такая биекция пространства E на самого себя, для которой $f(X) = Y$. Если через \widehat{f} обозначим каноническое распространение биекции f на множество E^2 , то будем иметь $\widehat{f}(X \times E) = Y \times E$. Это показывает, что открытые множества $X \times E$ и $Y \times E$ Π -изоморфны в E^2 . Допустим теперь, что $\widehat{g}(X \times E) = Y \times E$ при некотором борелевском отображении $g: E \rightarrow E$. Тогда должно выполняться равенство $g(X) = Y$. Но последнее соотношение противоречит определению множеств X и Y . Таким образом, мы видим, что ответ на вопрос Улама будет отрицательным даже для случая борелевской σ -алгебры сепарабельного метрического пространства E , коль скоро в этом пространстве можно будет подыскивать два борелевских множества X и Y , таких, что существует биективное отображение $f: E \rightarrow E$, преобразующее X в Y , но не существует борелевской биекции $g: E \rightarrow E$, преобразующей одно из этих множеств в другое. В связи со сказанным отметим, что если исходное пространство E — польское (другими словами, E метризуемо полной сепарабельной метрикой), то в таком пространстве нельзя найти двух борелевских подмножеств X и Y , обладающих указанным выше свойством. Говоря иначе, группа всех борелевских автоморфизмов польского пространства E действует транзитивно на классе тех борелевских подмножеств E , которые имеют данную мощность α и дополнения к которым тоже имеют данную мощность β (в силу известной теоремы, множество значений, принимаемых кардинальными числами α и β , совпадает с $\{0, 1, \dots, \aleph_0, 2^{\aleph_0}\}$). В частности, любые два польских пространства одной и той же мощности являются борелевски изоморфными, причем борелевский изоморфизм между ними можно взять из класса $\Phi_{(1,1)}$ (см. [3]). Все эти результаты нетрудно вывести из теоремы Лузина — Серпинского, согласно которой всякое борелевское подмножество польского пространства есть взаимно однозначный непрерывный образ некоторого замкнутого подмножества борелевского пространства N^N .

Рассмотрим теперь подпространство действительной прямой R , определяемое равенством $E = \left[-\frac{2}{3}, -\frac{1}{3}\right] \cup \left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right] \cup N$. Множества $G_1 = \left[-\frac{2}{3}, -\frac{1}{2}\right]$ и $G_2 = \left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right] \cup N$ открыты в E и служат дополнениями друг друга. Легко видеть, что не существует непрерывной биекции любого из этих множеств на другое. Стсюда следует, что в пространстве E^2 открытые множества $G_1 \times E$ и $G_2 \times E$ Π -изоморфны при борелевском преобразовании пространства E , принадлежащем кассу $\Phi_{(1,1)}$, и в то же время они не являются Π -изоморфными при непрерывном преобразовании

Е. Этот простой пример указывает на то обстоятельство, что задачи, аналогичные задаче Улама, могут быть сформулированы для структуры топологического пространства, когда в роли основных морфизмов берутся непрерывные отображения, а также для структур других родов с заданными классами морфизмов.

Замечание. Задачу Улама можно решить, взяв в качестве X и Y два континуальных множества в интервале $(0,1)$, одно из которых борелевское, а другое — аналитическое, но не борелевское. Однако вышеприведенные рассуждения позволяют получить более сильный результат, касающийся не только Π -изоморфизмов, но и Π -гомоморфизмов.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 1.9.1977)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

გორელისეული Π -იზომორფიზმების არსებობის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ს. ულამის [1] ერთი ამოცანა ბორელისეული Π -იზომორფიზმების არსებობის შესახებ თვლადი ბაზისის მქონე ნებისმიერი σ -ალგებრისათვის.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON THE EXISTENCE OF BOREL Π -ISOMORPHISMS

Summary

One problem of S. Ulam [1] concerning the existence of Borel Π -isomorphism for any σ -algebra with denumerable base is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Улам. Нерешенные математические задачи. М., 1964.
2. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
3. К. Куратовский. Топология, т. I, М., 1966.

М. А. ШАШИАШВИЛИ

О СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
 ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ДЛЯ ЦЕН В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОЙ
 ОСТАНОВКИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С НЕПРЕРЫВНЫМ
 ВРЕМЕНЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 12.9.1977)

Будем предполагать заданными: 1) полное вероятностное пространство (Ω, F, P) ; 2) неубывающее непрерывное справа семейство σ -подалгебр $(F_t, 0 \leq t \leq T)$ σ -алгебры F , (предполагается, что $T < \infty$), причем будем считать, что все $F_t, 0 \leq t \leq T$ пополнены множествами P -меры 0; 3) вполне измеримый случайный процесс $(x_t, F_t, 0 \leq t \leq T)$.

Ниже $\tau, \rho, \sigma, \tau_t$ будут обозначать моменты останковки (относительно семейства σ -алгебр F_t), причем $P(\tau_t \geq t) = 1$.

Теорема 1. (Принцип оптимальности). Пусть $(x_t, F_t, 0 \leq t \leq T)$ — вполне измеримый случайный процесс, такой, что $Mx_T^- < \infty$, а f_t — наименьший супермартинагал (см. [1]), мажорирующий процесс x_t . Тогда

1) для любых м. о. ρ, τ, σ , где $\tau \geq \rho, \sigma \geq \rho$ и Mx_τ определено, имеет место неравенство

$$f_\rho \geq M(I_{\{\tau < \sigma\}} \cdot x_\tau | F_\rho) + M(I_{\{\tau > \sigma\}} \cdot f_\sigma | F_\rho); \quad (1)$$

2) если τ является оптимальным м. о., т. е. если

$$Mx_\tau = \sup_{\sigma \geq \rho} Mx_\sigma, \quad (2)$$

где $Mx_\tau^+ < \infty$, то тогда в (1) имеет место равенство для ρ, τ и для каждого $\sigma \geq \rho$;

3) если в (1) имеет место равенство для некоторого $\rho, \tau \geq \rho$ и $\sigma = T$, где $Mx_\tau^- < \infty$, тогда τ является оптимальным м. о., т. е. выполняется (2).

Пусть на рассматриваемом вероятностном пространстве (Ω, F, P) задан винеровский процесс $(\omega_t, F_t, 0 \leq t \leq T)$. Положим

$$\bar{v}_t = \sup_{\tau > t} Mx_\tau, \quad \bar{f}_t = \text{ess sup}_{\tau > t} M(x_\tau | F_t^\omega), \quad (3)$$

где супремум и существенный супремум берутся по всем м.о.т, таким, что $P\{t \leq \tau \leq T\} = 1$ и $\{\tau \leq s\} \in F_s^\omega, t \leq s \leq T$. Обозначим проекции процессов x_t, A_t, m_t на σ -алгебру T_1 вполне измеримых множеств, связанной с возрастающим семейством σ -подалгебр F_t^ω (см. [2]) соответственно $\bar{x}_t, \bar{A}_t, \bar{m}_t$.

Теорема 2. Предположим, что случайный процесс $(x_t, F_t, 0 \leq t \leq T)$ имеет следующий вид:

$$x_t = A_t + m_t,$$



где $A_t = \int_0^t n_s ds$, n_t является измеримым согласованным с F_t случайным процессом, причем $|n_t| \leq M(\eta|F_t)$ P н. н., $M\eta < \infty$, а $(m_t, F_t, 0 \leq t \leq T)$ — непрерывный справа мартингал. Тогда справедливо представление

$$\bar{f}_t = \bar{f}_0 + \int_0^t a_s ds + \int_0^t b_s d\omega_s, \quad (4)$$

где \bar{f}_0 — константа, $|\bar{f}_0| < \infty$, a_t является предсказуемым случайным процессом (относительно F_t^ω), $a_t \leq 0$ P н. н., $M \int_0^T |a_s| ds < \infty$, а процесс b_t

является предсказуемым и удовлетворяет условию $P\left(\int_0^T b_s^2 ds < \infty\right) = 1$.

Если дополнительно выполняется условие $M\eta^{1+\alpha} < \infty$ для некоторого $\alpha > 0$, то можно утверждать, что $|a_t| \leq M(\eta|F_t^\omega)$ для почти всех (t, ω) по мере $dt \times dP$, $I_{\{\tau_t > t\}} \cdot a_t = I_{\{\bar{f}_t > \bar{x}_t\}} \cdot a_t = 0$ для почти всех (t, ω) по мере $dt \times dP$, (5) где м. о. $\tau_t = \inf\{s \geq t : \bar{x}_s = \bar{f}_s\}$.

Замечание 1. Если выполнены условия теоремы 2, то тогда случайный процесс \bar{x}_t является процессом Ито.

Предположим, что выполнены все условия теоремы 2, кроме требования $M\eta^{1+\alpha} < \infty$. Тогда имеет место следующий результат.

Теорема 3. Для того чтобы м. о. τ_t был оптимальным, необходимо и достаточно выполнение следующих условий: 1) существует $(F_s^\omega, t \leq s \leq T)$

согласованный случайный процесс y_s , такой, что $y_s = y_t + \int_t^s a_u du + \int_t^s b_u d\omega_u$,

где $M|y_t| < \infty$, a_s и b_s являются $(F_s^\omega, t \leq s \leq T)$ согласованными измеримыми процессами, причем $M \int_t^T |a_s| ds < \infty$, а $(m_s, F_s^\omega, t \leq s \leq T)$ является

мартингалом, где $m_s = \int_t^s b_u d\omega_u$, $t \leq s \leq T$; 2) $y_s > \bar{x}_s$ для всех $s \in [t, T]$,

$y_{\tau_t} = \bar{x}_{\tau_t}$; 3) $a_s \leq 0$, $I_{\{\tau_t \geq s\}} \cdot a_s = 0$ для почти всех (s, ω) , $s \in [t, T]$, по мере $dt \times dP$.

Если выполнены условия 1—3, то имеют место равенства

$$y_t = \bar{f}_t, \quad \bar{v}_t = My_t.$$

Следующую задачу будем называть «вариационным неравенством» по аналогии с задачей, рассмотренной в [3].

В классе всех неотрицательных процессов Ито

$$v_t = v_0 + \int_0^t Lv_s ds + \int_0^t g_s dw_s, \quad 0 \leq t \leq T,$$

таких, что $v_T = 0$, $M \int_0^T |Lv_s| ds < \infty$, $(m_t, F_t^\omega, 0 \leq t \leq T)$ — мартингал, где

$m_t = \int_0^t g_s dw_s$, найти такой процесс Ито u_t , что для u_t и любого v_t из данного класса имело место неравенство

$$(Lu_t + c_t) \cdot u_t \geq (Lu_t + c_t) \cdot v_t \quad (6)$$

для почти всех (t, ω) по мере $dt \times dP$. Здесь c_t — измеримый F_t^ω согласованный случайный процесс, для которого $M \int_0^T |c_s| ds < \infty$.

Легко проверяется, что задача (6) эквивалентна следующей:

найти такой процесс Ито u_t , для которого $u_T = 0$, $M \int_0^T |Lu_s| ds < \infty$,

$(m_t, F_t^\omega, 0 \leq t \leq T)$ — мартингал, где $m_t = \int_0^t g_s dw_s$ и удовлетворяются

условия

$$\begin{cases} u_t \geq 0, & P \text{ п. н.} \\ Lu_t + c_t \leq 0, & \text{для почти всех} \\ (Lu_t + c_t) \cdot u_t = 0 & (t, \omega) \text{ по мере } dt \times dP. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь $c_t - F_t^\omega$ — согласованный измеримый процесс, такой, что

$$M \int_0^T |c_s| ds < \infty.$$

Теорема 4. Допустим, что выполняются все условия теоремы 2. Пусть $c_t = x_t$ является сносом процесса \bar{x}_t , тогда случайный процесс $u_t = \bar{f}_t - \bar{x}_t$ является единственным (в смысле неотличимости) решением задачи (6) — (7), а $\tau_t = \inf \{s \geq t : u_s = 0\}$ — оптимальным м. о.

Теорема 5. Пусть $(u_t, F_t^\omega, 0 \leq t \leq T)$ — процесс Ито

$$u_t = u_0 + \int_0^t a_s ds + \int_0^t b_s dw_s,$$



где $u_t \geq 0$, P п. н., $u_T = 0$, причем $|a_s| \leq M(\eta|F_s^\omega)$ для почти всех (s, ω) по мере $dt \times dP$, $M\eta^{1+\alpha} < \infty$ для некоторого $\alpha > 0$, $b_s^* \leq \bar{\eta}$. Здесь $M\bar{\eta} < \infty$, $|u_0| < \infty$, a_s является F_s^ω согласованным измеримым процессом, $b_s - F_s^\omega$ — согласованным процессом, имеющим п. н. непрерывные траектории на сегменте $[0, T]$. Положим $\tau = \inf \{t \geq 0 : u_t = 0\}$. Тогда имеет место условие гладкого склеивания

$$b_\tau = 0. \quad (8)$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 15.9.1977)

მათემატიკა

8. შავიაშვილი

სტოქასტური დიფერენციალური წარმოდგენების უმსახებ ფასისათვის უწყვეტდროიანი შემთხვევითი პროცესების მართვის პრობლემის ამოცანის ამოცანა

რეზიუმე

განხილულია ოპტიმალური გაჩერების ამოცანა უწყვეტდროიანი შემთხვევითი პროცესებისათვის დადგენილია, რომ მინიმალური სუპერმარტინგალი, რომელიც მაჟორირებს იტოს პროცესს, აგრეთვე იტოს პროცესია (გარკვეულ შეზღუდვებში). გაჩერების ამოცანის დახასიათება მოცემულია მინიმალური სუპერმარტინგალის გადატანის კოეფიციენტის ტერმინებში. განხილულია გაჩერების ამოცანის კავშირი ე. წ. ვარიაციულ უტოლობებთან, მოყვანილია გლუვი გადაბმის პირობა.

MATHEMATICS

M. A. SHASHIASHVILI

ON THE STOCHASTIC DIFFERENTIAL REPRESENTATIONS FOR THE VALUE FUNCTIONS IN PROBLEMS OF OPTIMAL STOPPING FOR CONTINUOUS PARAMETER STOCHASTIC PROCESSES

Summary

The problem of optimal stoping for continuous parameter stochastic processes is considered. We establish, (a) that the minimal supermartingale, which majorizes the given Ito process, is also an Ito process, (with some restrictions), and (b) that the characterization of the problem can be given in terms of the drift coefficient of the minimal supermartingale. The smooth fit condition and the relationship between optimal stopping and variational inequalities are also considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. F. Mertens. Z. Wahrscheinlich. und verw. Gebiete, 22, 1972, 45—68.
2. К. Деллашери. Емкости и случайные процессы. М., 1975.
3. A. Bensoussan, J. L. Lions. Applicable Analysis, 3, № 3, 1973, 267—294.

В. Н. КОБЗЕВ

О СИСТЕМАХ СХОДИМОСТИ И ПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕОРЕМАХ
 ДЛЯ ПОДПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СЛУЧАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 11.9.1977)

Пусть X —действительное банахово пространство, $B(X)$ —борелевская σ -алгебра в X , (Ω, B, P) —некоторое вероятностное пространство. Символом $L(X^*, X^{**})$ обозначим пространство линейных ограниченных операторов, отображающих X^* в X^{**} , $L_p(X)$, $1 \leq p \leq \infty$, банаховы пространства сильно измеримых X -значных функций с нормами

$$\|\xi\|_p = \left[\int_{\Omega} \|\xi(\omega)\|^p P(d\omega) \right]^{1/p}, \quad 1 \leq p < \infty,$$

$$\|\xi\|_{\infty} = \text{vrai sup}_{\omega \in \Omega} \|\xi(\omega)\|.$$

В настоящей заметке приводятся необходимые и достаточные условия выполнимости центральной предельной теоремы для подпоследовательностей случайных элементов (теоремы 1—4). Кроме того, дается положительный ответ на вопрос о существовании систем сходимости относительно $L_p(X)$ в классе произвольно зависимых X -значных функций (теоремы 5, 6).

В конечномерных пространствах соответствующие результаты были получены В. Ф. Гапошкиным [1, 2].

Как и для последовательностей случайных величин предельные законы последовательностей нормированных сумм случайных элементов определяются взвешенными гауссовскими законами. Взвешенные гауссовские меры в банаховом пространстве порождаются некоторыми операторозначными функциями со значениями в $L(X^*, X^{**})$.

Определение. Вероятностную меру ν на измеримом пространстве $(X, B(X))$ назовем взвешенной гауссовской мерой или R -гауссовской мерой, если существует функция $R: \Omega \rightarrow L(X^*, X^{**})$, такая, что $\langle R(\cdot)f, f \rangle$ измерима для всех $f \in X^*$, и характеристический функционал меры ν имеет вид

$$\widehat{\nu}(f) = \int_{\Omega} \exp \left(- \frac{\langle R(\omega)f, f \rangle}{2} \right) P(d\omega).$$

Как и в одномерном случае (см. [1]) мы скажем, что последовательность $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ случайных элементов со значениями в X подчиняется наследственному взвешенному гауссовскому закону, если



существует операторозначная функция $R: \Omega \rightarrow L(X^*, X^{**})$, такая, что для любого события $E \subset \Omega$, $P E > 0$ и любой подпоследовательности $\{\xi_{n_k}\}_{k \in N}$ семейство мер μ_m^E на $(X, B(X))$ определяемых соотношением

$$\mu_m^E(C) = \frac{1}{PE} P \left(\omega \in E: \frac{\sum_{k=1}^m \xi_{n_k}(\omega)}{\sqrt{m}} \in C \right), \quad C \in B(X),$$

слабо сходится к R -гауссовской мере ν^E с характеристическим функционалом

$$\widehat{\nu}^E(f) = \frac{1}{PE} \int_E \exp \left(- \frac{\langle R(\omega) f, f \rangle}{2} \right) P(d\omega).$$

Теорема 1. Пусть X — g -пространство с безусловным базисом $\{e_k\}_{k \in N}$ и $\{\xi_n\}_{n \in N}$ — последовательность X -значных случайных элементов, удовлетворяющая условиям

- 1) $\sup_n E \|\xi_n\|^2 < \infty$,
- 2) $\lim_r \sup_n E \|V_r \xi_n\|^2 = 0$,

где $V_r x = \sum_{k=r+1}^{\infty} \langle e_k^*, x \rangle e_k$, $\{e_k^*\}_{k \in N}$ — сопряженная к $\{e_k\}_{k \in N}$ система.

Тогда найдутся $\eta \in L_2(X)$ и последовательность $\{\xi_{n_k}\}_{k \in N}$, такие, что $\{\xi_{n_k} - \eta\}_{k \in N}$ подчиняется наследственному R -гауссовскому закону, причем к этому закону сходятся и распределения любых сумм

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_{Nk} (\xi_{n_k} - \eta),$$

где

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_{Nk}^2 \rightarrow 1, \quad \max_k |\lambda_{Nk}| \rightarrow 0 \quad (\text{при } N \rightarrow \infty).$$

Говорят, что случайный элемент ξ имеет слабый второй момент, если для любого $f \in X^*$, $f(\xi(\cdot)) \in L_2(R^1)$. Каждому такому случайному элементу ξ соответствует единственный линейный ограниченный оператор $T_\xi: X^* \rightarrow X^{**}$ (его называют корреляционным оператором ξ), удовлетворяющий условию

$$\langle T_\xi f, g \rangle = \int_{\Omega} f(\xi(\omega)) g(\xi(\omega)) P(d\omega)$$

(см. [3], стр. 137). Если T_ξ может служить корреляционным оператором некоторого гауссовского случайного элемента, то его называют гауссовским корреляционным оператором.

Теорема 2. Пусть X — пространство котипа два. $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ — последовательность измеримых по Бохнеру случайных элементов со значениями в X и с одним и тем же гауссовским корреляционным оператором. Тогда найдутся $\eta \in L_2(X)$ и подпоследовательность $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$, такие, что $\{\xi_{n_k} - \eta\}_{k \in \mathbb{N}}$ подчиняется наследственному R -гауссовскому закону, причем к этому закону сходятся и распределения любых сумм

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_{Nk} (\xi_{n_k} - \eta),$$

где

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_{Nk}^2 \rightarrow 1, \quad \max_k |\lambda_{Nk}| \rightarrow 0 \quad (\text{при } N \rightarrow \infty).$$

Теорема 3. Для того чтобы из последовательности измеримых по Бохнеру случайных элементов $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ со значениями в пространстве X котипа два и с одним и тем же гауссовским корреляционным оператором T можно было извлечь подпоследовательность $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$, подчиняющуюся наследственному R -гауссовскому закону, с тем же корреляционным оператором T необходимо и достаточно, чтобы для некоторых индексов $m_1 < m_2 < \dots$, выполнялись условия

а) $\xi_{m_k} \rightarrow 0$ слабо в $L_2(X)$,

б) существует функция $V: \Omega \rightarrow L(X^*, X^{**})$, такая, что для каждого $f \in X^*$, $f^2(\xi_{m_k}(\cdot)) \rightarrow \langle V(\cdot)f, f \rangle$ слабо в L , (R^1) и $\langle V(\cdot)f, f \rangle$ одинаково распределена с $\langle R(\cdot)f, f \rangle$.

Известно, что класс g -пространств не входит в класс пространств котипа два.

Теорема 4. Пусть $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ — последовательность случайных элементов со значениями в g -пространстве X с безусловным базисом $\{e_k\}_{k \in \mathbb{N}}$, такая, что

$$1) \sup_n E \|\xi_n\|^2 < \infty,$$

2) все ξ_n имеют один и тот же корреляционный оператор T . Если $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ подчиняется наследственному R -гауссовскому закону с корреляционным оператором T , то для некоторой подпоследовательности $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$ будут выполнены условия а) и б) теоремы 3. Обратно, условия а) и б) теоремы 3 достаточны для того, чтобы $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ содержала подпоследовательность $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$, подчиняющуюся наследственному R -гауссовскому закону, если выполнены условия 1) и 2),

$$3) \lim_r \sup_n E \|V_r \xi_n\|^2 = 0.$$

Теорема 5. Из любой последовательности сильно измеримых X -значных функций $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$, $\xi_n \in L_p(X)$, $1 < p \leq \infty$ можно выбрать подпоследо-

вательность $\{\xi_{n_k}\}_{k \in N}$, такую, что всякий ряд $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \xi_{n_k}$, $\alpha_k \in R^1$, сходящийся в $L_p(X)$, сходится и почти наверное.

Теорема 6. Из любой последовательности случайных величин $\{\xi_n\}_{n \in N}$, $\xi_n \in L_p(R^1)$, $1 \leq p \leq \infty$ можно выбрать подпоследовательность

$\{\xi_{n_k}\}_{k \in N}$, такую, что всякий раз из сходимости ряда $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \xi_{n_k}$, $\alpha_k \in X$ в

$L_p(X)$ вытекает сходимость этого же ряда и почти наверное.

Отметим, что теорема 5 останется верной и для $p=1$, если дополнительно предположить рефлексивность X . Справедливость теорем 5, 6 при некоторых ограничениях на пространство X отмечалась в [4].

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 22.9.1977)

მათემატიკა

3. კობზევი

კრებადობის სისტემებისა და ზღვრითი თეორემების შესახებ
 შემთხვევითი ელემენტების ქვემიმდევრობებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია კრებადობის სისტემების არსებობა $L_p(X)$, $1 \leq p \leq \infty$ მიმართ. მიღებულია ცენტრალური ზღვრითი თეორემის აუცილებელი და საკმარისი პირობები შემთხვევით ელემენტთა ქვემიმდევრობებისათვის.

MATHEMATICS

V. N. KOBZEV

ON THE SYSTEMS OF CONVERGENCE AND LIMIT THEOREMS FOR SUBSEQUENCES OF RANDOM ELEMENTS

Summary

The existence of systems of convergence with respect to $L_p(X)$, $1 \leq p \leq \infty$ is studied. Necessary and sufficient conditions are established for the validity of the central limit theorem for subsequences of random elements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Гапошкин. Теор. вероят. и ее примен., XVII, 3, 1972, 401—423.
2. В. Ф. Гапошкин. УМН, XXI, 6, 1966, 3—82.
3. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
4. В. Н. Кобзев. Сообщения АН ГССР, 84, № 3, 1976, 565—567.

Ю. ЛАПТЕРЕР

О ФАКТОРИЗАЦИИ МАТРИЦ- И ОПЕРАТОР-ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 6.10.1977)

Предлагается новое простое доказательство для теоремы о факторизации оператор-функций вида $1+V$, где все значения функции V аппроксимируются конечномерными операторами. Полученное доказательство является новым и простым также для матриц-функций.

Пусть L — алгебра линейных ограниченных операторов в банаховом пространстве B , K — идеал конечномерных операторов из L и S — замыкание идеала K по норме операторов. Обозначим через W_L

Винеровскую алгебру функций вида $A(z) = \sum_{-\infty}^{\infty} z^n A_n$ ($A_n \in L$) с нормой

$$\|A\|_W = \sum \|A_n\| < \infty. \text{ Подалгебры функций вида } \sum_0^{\infty} z^n A_n, \sum_{-\infty}^0 z^n A_n \text{ и}$$

$\sum_{-\infty}^{-1} z^n A_n$ обозначим соответственно через W_L^+ , W_L^- и $\overset{\circ}{W}_L^-$. Аналогично

определяются алгебры W_s , W_L и т. д. Группы обратимых элементов из L , W_L и т. д. обозначаются через GL , GW_L и т. д.

Теорема 1. ([1], см. также [2, 3], для конечномерных матриц см., например, [3–8]). Пусть $A \in GW_L$ имеет вид $A = 1 - V$, где $V(z) \in S$ для всех $|z| = 1$. Тогда A допускает факторизацию вида $A = A_- D A_+^{-1}$, где $A_{\pm} \in GW_L^{\pm}$, $A_{\pm}^{\pm 1}(z) - 1 \in S(|z| \leq 1)$, $A_{\pm}^{\pm 1}(z) - 1 \in S(1 \leq |z| \leq \infty)$, а $D(z) =$

$$= P_0 + \sum_1^n z^{\alpha_j} P_j, \text{ где } \alpha_1 \leq \dots \leq \alpha_n - \text{целые числа, } P_1, \dots, P_n - \text{попарно}$$

дизъюнктные одномерные проекторы и $P_0 = 1 - P_1 - \dots - P_n$.

Легко видеть, что эта теорема вытекает из лемм 1 и 2.

Лемма 1. В предположениях теоремы 1 функция A представляется

$$\text{в виде } A = A_-(1-F)A_+^{-1}, \text{ где } F(z) = \sum_{-m}^n z^j F_j (F_j \in K), \text{ а } A_{\pm} - \text{такие же как в}$$

теореме 1.

Доказательство. Найдем функцию E вида $E(z) = \sum_{-m}^n z^j E_j (E_j \in K)$,



такую, что $\|1 - (1 - E)^{-1}(1 - V)\|_W < (4\|1 - E\|_W\|(1 - E)^{-1}\|_W)^{-1}$. Тогда существуют $X_+ \in W_s^+$ и $X_- \in \overset{\circ}{W}_s^-$, такие, что

$$(1 - E)^{-1}(1 - V) = (1 - X_-)(1 - X_+)^{-1} \quad (1)$$

и $\|X_{\pm}\|_W < (2\|1 - E\|_W\|(1 - E)^{-1}\|_W)^{-1}$. В самом деле, положим $H = 1 - (1 - E)^{-1}(1 - V)$, $X_+ = -P_+H - P_+(HP_+H) - \dots$ и $X_- = P_-(H - HX_+)$, где P_{\pm} — проекторы разложения $W_s = W_s^+ + \overset{\circ}{W}_s^-$ (ср., например, [6], (1.5)). Тогда $\|(1 - (1 - E)(1 - X_-)(1 - E)^{-1})\|_W < \frac{1}{2}$ и, повторяя рассуждение, получим

$$(1 - E)(1 - X_-)(1 - E)^{-1} = (1 - Y_-)(1 - Y_+)^{-1}, \quad (2)$$

где $Y_+ \in W_s^+$, $Y_- \in \overset{\circ}{W}_s^-$ и $\|Y_{\pm}\|_W < 1$. Из (1) и (2) следует, что $1 - V = (1 - Y_-)(1 - F)(1 - X_+)^{-1}$, где

$$(1 - F) = (1 - Y_+)^{-1}(1 - E) = (1 - Y_-)^{-1}(1 - E)(1 - X_-).$$

Учитывая, что K — идеал в L , из последнего равенства следует в силу теоремы Лиувилла, что F имеет вид $F(z) = \sum_{-m}^n z^j F_j$, где $F_j \in K$. Наконец, положим $A_- = 1 - Y_-$, $A_+ = 1 - X_+$ и отметим, что в силу теоремы Винера — Бохнера — Филлипса [9] $A_{\pm}^{-1} \in W_L$.

Лемма 2. Пусть A — рациональная $n \times n$ -матрица вида $A(z) = \sum_{-r}^s z^j A_j$, где $\det A(z) \neq 0$ для всех $|z| = 1$. Тогда A допускает факторизацию вида $A = A_- D A_+$, где $A_+(A_-)$ — рациональная $n \times n$ -матрица, голоморфная и обратимая для $|z| \leq 1$ ($1 \leq |z| \leq \infty$), а D — диагональная матрица с элементами вида $z^{\kappa_1}, \dots, z^{\kappa_n}$ на главном диагонале, где $\kappa_1 \leq \dots \leq \kappa_n$ — целые числа.

Доказательство. Если κ — целое число и $x \in \mathbf{C}^n$, то пару рациональных вектор-функций (φ_-, φ_+) назовем κ -сечением вектора x , если φ_- — голоморфно для $1 \leq |z| \leq \infty$, φ_+ — голоморфно для $|z| \leq 1$, $\varphi_+(0) = x$ и

$$z^{\kappa} \varphi_-(z) = A(z) \varphi_+(z). \quad (3)$$

Ясно, что для $\kappa \geq s$ все векторы имеют κ -сечения, а для $\kappa \leq -r - 1$ не существуют векторы $x \neq 0$ с κ -сечениями. Обозначим для каждого $x \neq 0$ через $\varkappa(x)$ наименьшее из чисел κ , для которых x имеет κ -сечение. Далее, выберем базис e_1, \dots, e_n пространства \mathbf{C}^n такой, что

$$\varkappa(e_j) = \min \{ \varkappa(x) : x \in \mathbf{C}^n \setminus E_{j-1} \}, \quad (4)$$

где $E_0 = \{0\}$ и E_j ($j \geq 1$) — линейная оболочка векторов e_1, \dots, e_j . Наконец, для каждого j выберем $\varkappa(e_j)$ -сечение $(\varphi_j^-, \varphi_j^+)$ вектора e_j , обозначим через $A_+(A_-)$ -матрицу со столбцами φ_j^+ (φ_j^-), а через D обозначим диагональную матрицу с элементами $z^{\varkappa(e_j)}$ на главном диагонале. Тогда в силу (3) имеет место равенство $A_- D = A A_+$. Таким образом, осталось показать, что векторы $\varphi_1^+(z), \dots, \varphi_n^+(z)$ ($|z| \leq 1$) и $\varphi_1^-(z), \dots, \varphi_n^-(z)$ ($1 \leq |z| \leq \infty$) являются линейно независимыми.

Допустим сначала, что $\sum_1^k \lambda_j \varphi_j^+(z_0) = 0$, где $|z_0| \leq 1$ и $\lambda_k \neq 0$. Тогда $z_0 \neq 0$, так как $\varphi_j^+(0) = e_j$. Положим $\psi_+(z) = (z - z_0)^{-1} \sum_1^k \lambda_j \varphi_j^+(z)$ и $\psi_-(z) = z(z - z_0)^{-1} \sum_1^k \lambda_j z^{\alpha(e_j) - \alpha(e_k)} \varphi_j^-(z)$. Тогда в силу (3)

$$z^{\alpha(e_k) - 1} \psi_-(z) = A(z) \psi_+(z). \tag{5}$$

Ясно, что ψ_+ голоморфно для $|z| \leq 1$. Учитывая неравенства $\alpha(e_1) \leq \dots \leq \alpha(e_n)$ (см. (4)), и, если $|z_0| = 1$, равенство (5), увидим, что ψ_- голоморфно для $1 \leq |z| \leq \infty$. Таким образом, пара (ψ_-, ψ_+) является $(\alpha(e_k) - 1)$ -сечением вектора $z_0^{-1} \sum_1^k \lambda_j e_j \in E_{k-1}$, что в силу (4) невозможно.

Допустим теперь, что $\sum_1^k \lambda_j \varphi_j^-(z_0) = 0$, где $1 \leq |z_0| \leq \infty$ и $\lambda_k \neq 0$, и положим $\psi_-(z) = z \sum_1^k \lambda_j \varphi_j^-(z)$, $\psi_+(z) = \sum_1^k z^{\alpha(e_k) - \alpha(e_j)} \lambda_j \varphi_j^+(z)$. Тогда для $z_0 = \infty$ пара (ψ_-, ψ_+) , а для $z_0 \neq \infty$ пара $((z - z_0)^{-1} \psi_-, (z - z_0)^{-1} \psi_+)$ является $(\alpha(e_k) - 1)$ -сечением некоторого вектора из $\mathbf{C}^n \setminus E_{k-1}$, что невозможно.

Замечание. Все результаты и доказательства прямо обобщаются на случай более общего контура и более общей ситуации так называемых « R -алгебр» (см., например, [6]). Кроме того, все результаты можно получить для гильбертовских функций, если применить в доказательстве леммы 1 известный метод Г. Ф. Манджавидзе аппроксимации по гильбертовской норме меньшего показателя (см., например, [8] и [2], §§ 5, 6).

Академия наук ГДР
Центральный институт
математики и механики

(Поступило 13.10.1977)

მათემატიკა

О. ლაიტერერი

მატრიც- და ოპერატორ-ფუნქციების ფაქტორიზაციის შესახებ
რეზიუმე

მოყვანილია $I+V$ სახის ოპერატორ-ფუნქციის ფაქტორიზაციის ახალი დამტკიცება, როდესაც შესაძლებელია V ფუნქციის მნიშვნელობათა აპროქსიმაცია სასრულგანზომილებიანი ოპერატორებით. დამტკიცება უფრო მარტივია და ახალია მატრიც-ფუნქციათა შემთხვევაშიც.

MATHEMATICS

Yu. LEITERER

ON THE FACTORIZATION OF THE MATRIX- AND OPERATOR-FUNCTIONS

Summary

A new simple proof is given for the theorem on the factorization of operator functions of the form $I+V$, where the values of V can be approximated by the finite dimensional operators. The proof is new and simple for matrix functions, too.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ц. Гохберг. Изв. АН СССР, 28, № 5, 1964, 1055—1082.
2. И. Ц. Гохберг, Ю. Лайтерер. Math. Nachr., 55, 1973, 33—61.
3. И. Ц. Гохберг, Ю. Лайтерер. Math. Nachr., 52, 1972, 259—282.
4. G. D. Birkhoff. Math. Ann., 74, 1913, 122-133.
5. A. Grothendieck. Amer. J. Math. 79, 1957, 121-138.
6. И. Ц. Гохберг, Н. А. Фельдман. Уравнения в свертках и проекционные методы их решения. М., 1971.
7. H. Grauert, R. Remmert. Math. Z. 144, 1975, 35-43.
8. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
9. S. Bochner, R. S. Phillips. Ann. Math. 43, 3, 1942, 409-418.

А. Б. ГУЛИСАШВИЛИ

ИНТЕРПОЛЯЦИОННАЯ ТЕОРЕМА НА ПОДМНОЖЕСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 27.9.1977)

Пусть (A_i, B_i) , $i=1, 2$, — пары банаховых пространств, непрерывно вложенных в хаусдорфовы линейные топологические пространства X_i .

Через S всюду будет обозначаться подмножество $A_1 \cap B_1$, удовлетворяющее следующим условиям: 1) $0 \in S$; 2) $x \in S \rightarrow -x \in S$. Для $x \in A_1 + B_1$ обозначим через $\tau(x)$ семейство всевозможных интегрируемых по Бохнеру отображений $\lambda: R \rightarrow A_1 + B_1$, где R — действительная прямая с мерой Лебега, для которых: 1) $\lambda(R) \subset S$; 2) λ сильно измеримо со значениями в A_1 и B_1 ; 3) $x = (A_1 + B_1) \int_R \lambda(t) dt$. Мы будем говорить, что измеримая на R функция φ принадлежит классу Φ , если $0 \leq \varphi(t) \leq 1$, $t \in R$.

Определение 1. Пусть $x \in A_1 + B_1$, а $t > 0$. По определению, если $\tau(x) = \emptyset$, то полагаем $\Lambda(t, x; A_1, B_1, S) = +\infty$; если $\tau(x) \neq \emptyset$, то

$$\Lambda(t, x; A_1, B_1, S) = \inf_{\varphi \in \Phi, \lambda \in \tau(x)} \int_R [\varphi(y) \|\lambda(y)\|_{A_1} + t(1 - \varphi(y)) \|\lambda(y)\|_{B_1}] dy.$$

Определение 2. Пусть $0 < \theta < 1$, $1 \leq q \leq \infty$. Определим отображение $\|\cdot\|_{\theta, q, \Lambda}: A_1 + B_1 \rightarrow \overline{R}$ при помощи равенства

$$\|x\|_{\theta, q, \Lambda} = \left\{ \int_0^\infty [t^{-\theta} \Lambda(t, x; A_1, B_1, S)]^q \frac{dt}{t} \right\}^{1/q},$$

если $q < \infty$, и положим $\|x\|_{\theta, q, \Lambda} = \sup_{t > 0} t^{-\theta} \Lambda(t, x; A_1, B_1, S)$ при $q = \infty$.

Пусть $(A_1, B_1)_{\theta, q, \Lambda} = \{x \in A_1 + B_1 : \|x\|_{\theta, q, \Lambda} < \infty\}$. Можно доказать, что $((A_1, B_1)_{\theta, q, \Lambda}; \|\cdot\|_{\theta, q, \Lambda})$ — банахово пространство.

Справедлива следующая интерполяционная

Теорема 1. Пусть $T: X_1 \rightarrow X_2$ — линейный секвенциально непрерывный оператор, причем выполнены следующие условия: 1) X_2 локально выпукло; 2) A_2 и B_2 рефлексивны; 3) $\|Tx\|_{A_2} \leq c\|x\|_{A_1}$, $\|Tx\|_{B_2} \leq c\|x\|_{B_1}$ при $x \in S$. Тогда T непрерывен из $(A_1, B_1)_{\theta, q, \Lambda}$ в $(A_2, B_2)_{\theta, q, \Lambda}$, $0 < \theta < 1$, $1 \leq q \leq \infty$ ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Определение этих пространств см. в гл. III работы [5].



Доказательство. Ясно, что достаточно доказать неравенство $K(t, Tx; A_2, B_2) \leq \alpha \Lambda(t, x; A_1, B_1, S)$ для всех x , у которых $\Lambda(t, x; A_1, B_1, S)$ конечно п. в. Здесь K —функционал Питре.

Из условия конечности Λ следует, что

$$x = (A_1) \int_R \rho_1(y) dy + (B_1) \int_R \rho_2(y) dy, \quad (1)$$

где

$$\rho_1(y) = \varphi_0(y) \lambda_0(y), \quad \rho_2(y) = (1 - \varphi_0(y)) \lambda_0(y), \quad \varphi_0 \in \Phi, \quad \lambda_0 \in \tau(x).$$

Определим отделимую двойственность $\langle A_2', V \rangle$, где V —подмножество сопряженного пространства A_2' , состоящее из сужений на A_2 элементов X_2' . Так как T секвенциально непрерывен из X_1 в X_2 , измеримы функции $y \rightarrow \langle T\rho_1(y), \gamma \rangle_{X_2}$, $y \in R$, $\gamma \in X_2'$. Значит, измеримы функции $y \rightarrow \langle T\rho_1(y), \gamma \rangle_{A_2}$, $y \in R$, $\gamma \in V$.

Так как A_2 рефлексивно, то единичный шар пространства A_2 компактен в топологии $\sigma(A_2, A_2')$ (см. [3], стр. 110), а значит, и в топологии $\sigma(A_2, V)$, так как она слабее. Следовательно, все сильно ограниченные множества в A_2 относительно компактны в $\sigma(A_2, V)$. По теореме на стр. 109 в [3], сопряженное к V в топологии, индуцированной из A_2' , пространство совпадает с A_2 .

Определим на V функционал β равенством

$$\beta(\gamma) = \int_R \langle T\rho_1(y), \gamma \rangle_{A_2} dy, \quad \gamma \in V.$$

Из рассуждений выше и из условия 3) теоремы 1 следует, что β порождается элементом $a \in A_2$. Из секвенциальной непрерывности T несложно заключить, что $a = Tx_1$, где $x_1 = (A_1) \int_R \rho_1(y) dy$.

Далее, имеем $\|Tx_1\|_{A_2} = \|a\|_{A_2} = \sup_{\gamma \in V, \|\gamma\| \leq 1} \langle a, \gamma \rangle_{A_2}$, так как V плотно в A_2' в топологии $\sigma(A_2', A_2)$ (см. [2], стр. 159). Итак, справедливо неравенство

$$\|Tx_1\|_{A_2} \leq \alpha \int_R \varphi_0(y) \|\lambda_0(y)\|_{A_1} dy. \quad (2)$$

Проделав аналогичное рассуждение со вторым слагаемым в (1), получим неравенство, подобное (2). Умножив затем это неравенство на t , сложив с (2) и взяв нижнюю грань по φ и λ , мы доведем доказательство теоремы 1 до конца.

Пример. Пусть R^n — n -мерное евклидово пространство, $n \geq 2$. Обозначим через F преобразование Фурье на пространстве медленно растущих обобщенных функций $S'(R^n)$ (см. [1], гл. VI). Пусть $L(p, y)$, $1 < p < \infty$,

$1 \leq q \leq \infty$, — пространства Лоренца (см. напр., [6]), а $B_{p,q}^\alpha$, $1 < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$, $0 < \alpha < \infty$, — пространства Бесова (см., напр., [7], где приводятся многочисленные интерполяционные свойства таких пространств). Тогда справедлива следующая

Теорема 2. 1) При $1 < p < 2$, $1 \leq q \leq \infty$, $0 < \alpha < \infty$, оператор F непрерывен из $B_{p,q}^\alpha$ в $L(p', p) \cap L\left(\frac{np'}{n+p'\alpha}, q\right)$, где $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$. 2) При $\frac{2n}{n+1} < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$, $0 < \alpha < \infty$ оператор F действует из $L(p', p) \cap L\left(\frac{np'}{n+p'\alpha}, q\right) \cap M$ в $B_{p,q}^\alpha$, где M — семейство неотрицательных измеримых на R^n функций f , таких, что все множества $\{x \in R^n : f(x) > y\}$, $y > 0$ — шары в R^n , содержащие начало координат.

Мы не будем здесь доказывать этой теоремы. Отметим только, что 1) доказывается общими интерполяционными методами, а 2) — при помощи нашей теоремы 1.

Теорема 1 в частном случае при дополнительном ограничении на T доказана в [4].

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

(Поступило 13.10.1977)

მათემატიკა

ა. გულიშავილი

საინტერპოლაციო თეორემა ქვესიმრავლეებზე

რეზიუმე

დამტკიცებულია თეორემა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მოვხდინოთ ინტერპოლირება, როდესაც ოპერატორის შემოსაზღვრულობა ცნობილია ბანახის სივრცის ქვესიმრავლეზე.

MATHEMATICS

A. B. GULISASHVILI

INTERPOLATION THEOREM ON SUBSETS

Summary

A theorem which allows to interpolate when the boundedness of an operator is known only on subsets of Banach spaces is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Иосида. Функциональный анализ. М., 1967.
2. Х. Шефер. Топологические векторные пространства. М., 1971.
3. А. Робертсон, В. Робертсон. Топологические векторные пространства. М., 1967.
4. А. Б. Гулисашвили. ДАН СССР, 218, № 6 (1974), 1268—1271.
5. P. L. Butzer, H. Berens. Semi-groups of Operators and Approximation. Berlin, 1967.
6. R. A. Nant. L'Enseign. Math., 12, № 4, 1966, 249-276.
7. H. Triebel. Theory of Nonlinear Operators (collection), Prague, 1973.

А. А. КУТАТЕЛАДЗЕ, Н. Ш. ДУРМИШИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СДВИГА ФАЗЫ ПОМПАЖНОГО КОЛЕБАНИЯ В ТУРБОВОЗДУХОДУВНОЙ УСТАНОВКЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 28.10.1977)

В теории помпажного колебания в рудничной турбовоздуходувной установке определенный интерес представляет изучение вопроса сдвига фазы колебания.

Для исследования этого вопроса эксперименты проведены на турбовоздуходувной установке типа ТВ-50-1,6, схема которой показана на рис. 1. Были сняты осциллограммы колебания давления непосредственно за машиной (точка 6) и в шести местах нагнетательного воздухопровода (точки 2, 3, 4, 5, 7 и 8).

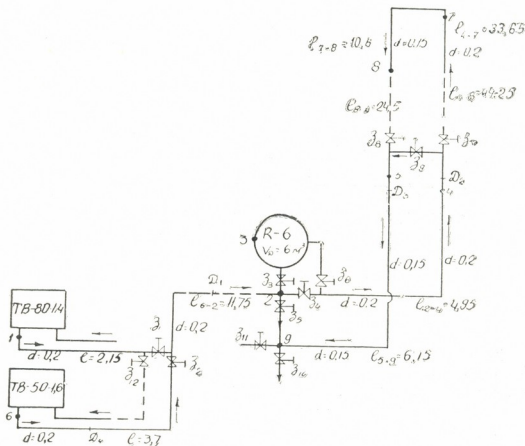


Рис. 1

Записи помпажного колебания давления были осуществлены как при закрытой, так и при частично открытой выходной задвижке наличием ресивера в пневмосети и без включения ресивера. Всего записаны 27 режимов. С целью проверки совпадения фаз помпажного колебания в общей точке 6, произведена одна запись с помощью присоединения в этой точке одновременно двух одинаковых датчиков. На рис. 2 приведена осциллограмма сдвига фазы помпажного колебания



давления для одного из режимов, где сдвиг фазы $\Delta t \approx 0,18$ с. На осциллограмме линия 1 изображает колебание давления в точке 6, линия 2 — в напорном воздухопроводе на расстоянии 61 м от машины (точка 8), а линия 3 отмечает время.

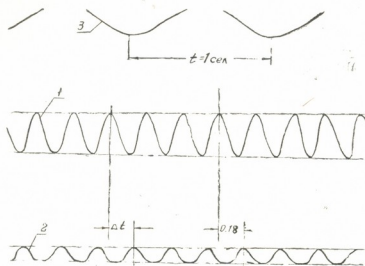


Рис. 2

На рис. 3 показаны зависимости сдвига фазы помпажного колебания от длины l_2 нагнетательного воздухопровода. Линия 1 показывает зависимость сдвига фазы от длины l_2 при отсутствии рессивера и закрытой выходной задвижке, линия 2 — зависимость при отсутствии рессивера и частично открытой задвижке, кривая 3 — зависимость при наличии рессивера и закрытой задвижке, а кривая 4 — при наличии рессивера и частично открытой задвижке. Из этих зависимостей видно,

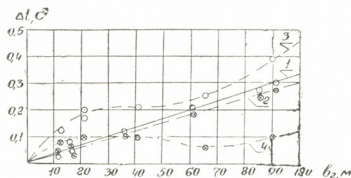


Рис. 3

что при отсутствии рессивера с увеличением длины напорного воздухопровода l_2 сдвиг фазы помпажного колебания увеличивается прямолинейным законом как при закрытой, так и при частично открытой выходной задвижке. Сдвиг фазы помпажного колебания при этом можно выразить в виде

$$\Delta t = a l_2 c, \quad (1)$$

где коэффициент пропорциональности a при закрытой задвижке равен 0,00335 с/м, а при частично открытой задвижке $a=0,003$ с/м. Таким образом, по мере открытия выходной задвижки сдвиг фазы помпажного колебания уменьшается. Это объясняется тем, что при открытии выходной задвижки период помпажного колебания также уменьшается, а частота колебания увеличивается.

Отметим, что сдвиг фазы помпажного колебания соответствует скорости распространения звука в колеблющейся среде. Так, напри-

мер, при длине напорной трубы $l_2=100$ м сдвиг фазы по формуле (1) равен $\Delta t=0,335$ с, а при $\Delta t=1$ с $l_2=298$ м, что примерно соответствует скорости звука при изотермическом законе изменения состояния воздуха в трубопроводе ($c_{зв}=295$ м/с, $t_{воз}=30^\circ\text{C}$).

При включении в напорную сеть рессивера большой емкости зависимость сдвига фазы помпажного колебания от длины l_2 напорного трубопровода становится криволинейной, причем с увеличением l_2 при закрытой выходной задвижке сдвиг фазы непрерывно увеличивается. При частично открытой задвижке с увеличением l_2 сдвиг фазы в начале увеличивается, затем уменьшается, а дальше опять увеличивается. Нелинейная и немонотонная зависимость между l_2 и Δt объясняется сложностью данной пневмоустановки в акустическом смысле и большим влиянием объема рессивера на колебательный процесс всей системы.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.10.1977)

მეცნიერება

ა. კუტათელაძე, ნ. დურმიშიძე

ტურბოკომპრესორებში დანადგარში პომპაჟური რხევის ფაზის დამკვირვებლის განსაზღვრის საკითხისათვის

რეზიუმე

მოყვანილია ტურბოკომპრესორებში დანადგარში წნევის პომპაჟური რხევის ფაზის დამკვირვებლის ექსპერიმენტული კვლევის ზოგიერთი შედეგი, ფაზის დამკვირვებლის სიდიდისა და საჭიროებები ჰაერსადენის სიგრძის დამოკიდებულების გრაფიკები და ამ დამოკიდებულების ანალიზური გამოსახულება ჰაერსადენში როგორც დახურული, ისე ნაწილობრივ ღია საკვალთის შემთხვევაში.

MECHANICS

A. A. KUTATELADZE, N. Sh. DURMISHIDZE

TOWARD THE DETERMINATION OF SURGE VARIATION PHASE SHIFT IN A TURBO-BLOWER INSTALLATION

Summary

Some results of an experimental study of the phase shift surge variation, diagrams of phase shift dependence value on the length of the delivery air pipe, and an analytical expression of this dependence under both closed and slightly open valve in the air pipe, are given.

О. Н. КАХИАНИ

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ СТАТИКИ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОГО УПРУГОГО СЛОЯ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 27.9.1977)

1. Пусть $D = \{x \in E_3 : -\infty < x_2, x_3 < +\infty, 0 < x_1 < h\}$, $h > 0$,
 $S_k = \{x \in E_3 : -\infty < x_2, x_3 < +\infty, x_1 = \delta_{2k} \cdot h\}$, $k=1,2$.

Основные уравнения статики трансверсально-изотропного упругого тела [1, 2] запишем в следующем виде:

$$\Delta_2 u_1 = \frac{a_2 - a_1}{a_1} \frac{\partial}{\partial x_2} V - \frac{c_{11} a_2 - c_{44}}{c_{44}} \frac{\partial}{\partial x_1} W, \quad (1,1)$$

$$\Delta_2 u_2 = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \frac{\partial}{\partial x_1} V - \frac{c_{11} a_2 - c_{44}}{c_{44}} \frac{\partial}{\partial x_2} W, \quad (1,2)$$

$$\Delta_2 u_3 = - \frac{c_{13} + c_{44}}{c_{44}} \frac{\partial}{\partial x_3} W, \quad (1,3)$$

где u_1, u_2, u_3 — компоненты вектора смещения, $c_{11}, c_{44}, c_{33}, c_{66}, c_{13}$ — упругие постоянные, участвующие в законе Гука [1],

$$V = \frac{\partial u_2}{\partial x_1} - \frac{\partial u_1}{\partial x_2}, \quad W = \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{(c_{13} + c_{44}) a_2}{c_{11} a_2 - c_{44}} \frac{\partial u_3}{\partial x_3}, \quad (1,4)$$

$$\Delta_k = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + a_k \frac{\partial^2}{\partial x_3^2}, \quad k=1, 2, 3. \quad (1,5)$$

$a_1 = c_{44} \cdot c_{66}^{-1}$, a_2 и a_3 являются действительными корнями уравнения
 $c_{11} c_{44} a^2 + [(c_{13} + c_{44})^2 - c_{11} c_{33} - c_{44}^2] a + c_{33} c_{44} = 0. \quad (1,6)$

Легко показать, что V и W удовлетворяют соответственно следующим уравнениям:

$$\Delta_1 V = 0, \quad (1,7)$$

$$\Delta_3 W = 0. \quad (1,8)$$

Рассмотрим следующие граничные задачи.

Найти в области D решение $u = (u_1, u_2, u_3)$ системы (1,1) — (1,3), когда на граничных плоскостях S_1 и S_2 задано одно из следующих условий:

$$1,1. \quad u_i|_{S_k} = \delta_{1k} f_i(z) + \delta_{2k} \varphi_i(z),$$

$$\left(\frac{\partial u_1}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_1} \right) \Big|_{S_k} = \delta_{1k} f_i(z) + \delta_{2k} \varphi_i(z), \quad k=1, 2; \quad i=2, 3. \quad (1,9)$$

$$1,2. \quad u_i|_{S_k} = \delta_{1k} f_{i-1}(z) + \delta_{2k} \varphi_{i-1}(z), \quad (1,10)$$

$$\left[c_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + (c_{11} - 2c_{66}) \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + c_{13} \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right] \Big|_{S_k} = \delta_{1k} f_3(z) + \delta_{2k} \varphi_3(z), \quad i=2, 3; \quad k=1, 2,$$



$$1,3. \quad u_1|_{S_1} = f_1(z), \quad \left(\frac{\partial u_1}{\partial u_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_1} \right) \Big|_{S_1} = f_i(z), \quad u_i|_{S_2} = \varphi_{i-1}(z),$$

$$\left[c_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + (c_{11} - 2c_{66}) \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + c_{13} \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right] \Big|_{S_2} = \varphi_3(z), \quad i=2,3. \quad (1,11)$$

где $f = (f_1, f_2, f_3)$, $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ — заданные, соответственно на S_1 и S_2 , функции, z — точка с координатами (z_2, z_3) , δ_{kj} — символ Кронекера: $\delta_{kj} = 1$, $k=j$, $\delta_{kj} = 0$, $k \neq j$.

2. Решение задачи 1,3. Принимая во внимание (1,4), (1,7), (1,8) (1,11), для функций V и W имеем следующие граничные задачи.

2.1. Найти в D решение $V(x)$ уравнения (1,7) по граничным условиям

$$V|_{S_1} = f_2(z) - 2 \frac{\partial}{\partial x_2} f_1(z) = F_1(z), \quad (2,1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial x_1} \Big|_{S_2} = -2 \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} \varphi_1(z) - a_1 \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \varphi_1(z) - a_1 \frac{\partial^2}{\partial x_2 \partial x_3} \varphi_2(z) - \frac{1}{c_{66}} \frac{\partial}{\partial x_3} \varphi_3(z) = \Phi_1(z),$$

и исчезающее на бесконечности.

2.2. Найти в D решение $W(x)$ уравнения (1,8) по граничным условиям

$$\frac{\partial W}{\partial x_1} \Big|_{S_1} = \frac{c_{66}}{c_{11}} \frac{\partial}{\partial x_2} f_2(z) + \frac{(c_{13} + c_{44})c_{44}}{c_{11}(c_{11}a_2 - c_{44})} \frac{\partial}{\partial x_3} f_3(z) - 2 \frac{c_{66}}{c_{11}} \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} f_1(z) -$$

$$- \frac{c_{44}(c_{11}a_2 + c_{13})}{c_{11}(c_{11}a_2 - c_{44})} \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} f_1(z) = F_2(x), \quad (2,2)$$

$$W|_{S_2} = \frac{1}{c_{11}} \varphi_3(z) + 2 \frac{c_{66}}{c_{11}} \frac{\partial}{\partial x_2} \varphi_1(z) + \frac{c_{44}(c_{11}a_2 + c_{13})}{c_{11}(c_{11}a_2 - c_{44})} \frac{\partial}{\partial x_3} \varphi_2(z) = \Phi_2(z),$$

и исчезающее на бесконечности.

А для определения функции u_1, u_2, u_3 имеем следующие граничные задачи.

2.3. Найти в D решение $u_1(x)$ уравнения (1,1), исчезающее на бесконечности и удовлетворяющее условиям

$$u_1|_{S_1} = f_1(z), \quad (2,3)$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial x_1} \Big|_{S_2} = \frac{1}{c_{11}} \varphi_3(z) - \frac{c_{11} - 2c_{66}}{c_{11}} \frac{\partial}{\partial x_2} \varphi_1(z) - \frac{c_{13}}{c_{11}} \frac{\partial}{\partial x_3} \varphi_2(z) = \Phi_3(z). \quad (2,3)$$

2.4. Найти в D решение $u_2(x)$ уравнения (1,2), удовлетворяющее условиям

$$\frac{\partial u_2}{\partial x_1} \Big|_{S_1} = f_2(z) - \frac{\partial}{\partial x_2} f_1(z) = F_3(z), \quad u_2|_{S_2} = \varphi_1(z), \quad (2,4)$$

и исчезающее на бесконечности.

2.5. Найти в D решение $u_3(x)$ уравнения (1,3), удовлетворяющее условиям

$$\frac{\partial u_3}{\partial x_1} \Big|_{S_1} = f_3(z) - \frac{\partial}{\partial x_3} f_1(z) = F_4(z), \quad u_3|_{S_2} = \varphi_2(z) \quad (2,5)$$

и исчезающее на бесконечности.

Доказывается, что решения этих задач определяются формулами:

$$V(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \frac{\text{ch} [\rho R_1 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_1 h)} \widehat{F}_1(p) + \frac{\text{sh} (\rho R_1 x_1)}{\rho R_1 \text{ch} (\rho R_1 h)} \widehat{\Phi}_1(p) \right\} \times \\ \times \exp \left(-i \sum_{j=2}^3 p_j x_j \right) dp_2 dp_3, \quad (2,6)$$

$$W(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \frac{\text{ch} (\rho R_3 x_1)}{\text{ch} (\rho R_3 h)} \widehat{\Phi}_2(p) - \frac{\text{sh} [\rho R_3 (h - x_1)]}{\rho R_3 \text{ch} (\rho R_3 h)} \widehat{F}_2(p) \right\} \times \\ \times \exp \left(-i \sum_{j=2}^3 p_j x_j \right) dp_2 dp_3, \quad (2,7)$$

$$u_1(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \frac{\text{ch} [\rho R_2 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \widehat{F}_1(p) + \frac{\text{sh} (\rho R_2 x_1)}{\rho R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \widehat{\Phi}_3(p) + \right. \\ \left. + \frac{i}{a_1} \left[\left(\frac{\text{ch} [\rho R_1 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_1 h)} - \frac{\text{ch} [\rho R_2 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \widehat{F}_1(p) + \left(\frac{\text{sh} (\rho R_1 x_1)}{\rho R_1 \text{ch} (\rho R_1 h)} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\text{sh} (\rho R_2 x_1)}{\rho R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \widehat{\Phi}_1(p) \right] \frac{p_2}{p_3^2} + \frac{c_{11} a_2 - c_{44}}{c_{44} (a_2 - a_3)} \left[\left(\frac{\text{ch} [\rho R_3 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_3 h)} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\text{ch} [\rho R_2 (h - x_1)]}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \frac{1}{p_3^2} \widehat{F}_2(p) + \left(\frac{\text{sh} (\rho R_3 x_1)}{R_3 \text{ch} (\rho R_3 h)} - \frac{\text{sh} (\rho R_2 x_1)}{R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \frac{\rho R_3^2}{p_3^2} \widehat{\Phi}_2(p) \right] \right\} \times \\ \times \exp \left(-i \sum_{j=2}^3 p_j x_j \right) dp_2 dp_3, \quad (2,8)$$

$$u_2(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \frac{\text{ch} (\rho R_3 x_1)}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \widehat{\Phi}_1(p) - \frac{\text{sh} [\rho R_2 (h - x_1)]}{\rho R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \widehat{F}_3(p) - \right. \\ \left. - \frac{1}{a_1} \left[\left(\frac{\text{sh} [\rho R_1 (h - x_1)]}{R_1 \text{ch} (\rho R_1 h)} - \frac{\text{sh} [\rho R_2 (h - x_1)]}{R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \frac{\rho R_1^2}{p_3^2} \widehat{F}_1(p) - \left(\frac{\text{ch} (\rho R_1 x_1)}{\text{ch} (\rho R_1 h)} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\text{ch} (\rho R_2 x_1)}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \frac{1}{p_3^2} \widehat{\Phi}_1(p) \right] + \frac{(c_{11} a_2 - c_{44}) i}{c_{44} (a_2 - a_3)} \left[\left(\frac{\text{sh} [\rho R_3 (h - x_1)]}{\rho R_3 \text{ch} (\rho R_3 h)} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\text{sh} [\rho R_2 (h - x_1)]}{\rho R_2 \text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \widehat{F}_2(p) - \left(\frac{\text{ch} (\rho R_3 x_1)}{\text{ch} (\rho R_3 h)} - \frac{\text{ch} (\rho R_2 x_1)}{\text{ch} (\rho R_2 h)} \right) \widehat{\Phi}_2(p) \right] \frac{p_2}{p_3^2} \right\} \times \\ \times \exp \left(-i \sum_{j=2}^3 p_j x_j \right) dp_2 dp_3, \quad (2,9)$$

$$\begin{aligned}
 u_3(x) = & \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \frac{\text{ch}(\rho R_2 x_1)}{\text{ch}(\rho R_2 h)} \widehat{\varphi}_2(\rho) - \frac{\text{sh}[\rho R_2(h-x_1)]}{\rho R_2 \text{ch}(\rho R_2 h)} \widehat{F}_4(\rho) + \right. \\
 & + \frac{(c_{13} + c_{44})i}{c_{44}(a_2 - a_3)} \left[\frac{\text{sh}[\rho R_3(h-x_1)]}{\rho R_3 \text{ch}(\rho R_3 h)} - \frac{\text{sh}[\rho R_2(h-x_1)]}{\rho R_2 \text{ch}(\rho R_2 h)} \right] \widehat{F}_2(\rho) - \\
 & \left. - \left(\frac{\text{ch}(\rho R_3 x_1)}{\text{ch}(\rho R_3 h)} - \frac{\text{ch}(\rho R_2 x_1)}{\text{ch}(\rho R_2 h)} \right) \widehat{\Phi}_2(\rho) \right] \frac{1}{\rho_3} \Big\} \exp\left(-i \sum_{j=2}^3 \rho_j x_j\right) d\rho_2 d\rho_3, \quad (2,10)
 \end{aligned}$$

где через \widehat{f}_k , $\widehat{\varphi}_k$, \widehat{F}_k , $\widehat{\Phi}_k$ ($k=1, 2, 3$) и \widehat{F}_4 обозначены соответственно преобразования Фурье функций f_k , φ_k , F_k , Φ_k ($k=1, 2, 3$) и F_4 ,

$$\rho = \sqrt{\rho_2^2 + \rho_3^2}, \quad (2,11)$$

$$R_k = \sqrt{\cos^2 \theta + a_k \sin^2 \theta}.$$

Все интегралы, встречающиеся в формулах (2,6) — (2,10) являются сходящимися, если от функции f_k и φ_k ($k=1, 2, 3$) потребовать определенные условия гладкости и убывания на бесконечности.

Совершенно аналогично решаются и вышесформулированные задачи 1,1 и 1,2.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 14.10.1977)

დრეკადობის თეორია

მ. კახიანი

ბრანსპერსალურად იზოტროპული დრეკადი ფენის სტატიკის ზომი-
ერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ერთი ხერხის შესახებ
რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია 1,1, 1,2 და 1,3 სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა
კვადრატურებში.

THEORY OF ELASTICITY

O. N. KAKHIANI

ON ONE METHOD OF SOLVING SOME BOUNDARY VALUE
PROBLEMS OF STATICS FOR A TRANSVERSAL-ISOTROPIC
ELASTIC BODY

Summary

The solution of the boundary value problems 1.1, 1.2 and 1.3 is given
in quadratures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчу-
ладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупруго-
сти. М., 1976.
2. Сб. «Некоторые задачи теории упругости». Тбилиси, 1975, 7—20.

А. К. ПОПОВ

СИНХРОНИЗИРУЮЩИЕ СОВПАДЕНИЯ КАК МЕХАНИЗМ ВСТРЕЧИ ПРЕДМЕТА С ПОТРЕБНОСТЬЮ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 1.9.1977)

Открытый Е. А. Александровым [1] закон встречных логических возможностей исходит из двух посылок:

1. Любая потребность организма в каком-либо полезном результате возникает и зреет, как правило, внутри организма, в интимных его метаболических, гормональных и других процессах.

2. Любая деятельность организма в любых условиях его существования связана: а) с восприятием (отражением) его текущих потребностей и распространением далее его возбуждений путем их перекодирования имеющимися у него средствами и б) с восприятием (адекватным отражением) параметров внешнего мира и текущих функциональных возможностей живого объекта и распространением далее соответствующих возбуждений путем их перекодирования имеющимися у него средствами.

На основе этих двух посылок выводится следующий закон: любая адаптивная деятельность организма, направленная на решение возникающих перед ним задач, образуется на основе совпадения (корреляции) промежуточных результатов возбуждения, полученных как при перекодировании текущих потребностей организма, так и при перекодировании параметров внешнего мира и сложных функциональных возможностей организма [1].

Правомерность использования для обоснования закона встречных логических возможностей явления перекодирования очевидна. Как отмечает А. Н. Леонтьев, «частотный код» нервных процессов составляет необходимое условие деятельности коры. «Иначе взаимодействие нервных процессов, отвечающих разнокачественным раздражителям, было бы невозможно» [2]. По данным М. Н. Ливанова, сочетание условных и безусловных раздражителей вызывает в их корковых представительствах фазовую синхронизацию медленных ритмов коры мозга. Объединение одновременно возникающими в результате фазовой синхронизации возбуждениями участков коры мозга собственно и обеспечивает замыкание временной нервной связи [3]. При этом в исследованиях М. Н. Ливанова механизм синхронизации не был выявлен. Добавим к этому, что все существующие теории ритмики коры мозга, как это показано в обстоятельном анализе А. Б. Когана [4], не объясняют способа синхронизации возникающих потенциалов.

Однако то обстоятельство, что в основе спонтанной ритмической активности лежат механизмы смены типов парных взаимодействий микроструктур мозга [6], которые реагируют на высокочастотную импульсацию амплитудно-фазовыми сдвигами в своих медленных процессах, позволяет объяснить способ синхронизации корковых ритмов [7]. С этой целью изобразим в условной схеме текущие значения, например,



потенциалов дендритов (Д) и вставочных нейронов (Вн) коры мозга (рис. 1,а), работающих по механизму смены типов их взаимодействий в виде годографа процесса (рис. 1,б).

Импульсные воздействия на каждую из микроструктур представим в виде векторов, ориентированных соответственно по осям Д и Вн. Легко видеть, что результирующий по ним вектор Р может максимально увеличивать исходный радиус годографа ($\Delta R = \text{макс}$), но при этом не сдвигать его по фазе ($\Delta \varphi = 0$) (рис. 1,б, квадрант \mp , t_9); может оставлять его без изменений ($\Delta R = 0$), но максимально отрицательно ($-\Delta \varphi = \text{макс}$) сдвигать его по фазе (рис. 1, б, квадрант $=$, t_{16}); может его максимально уменьшать ($-\Delta R = \text{макс}$), но также без сдвига по фазе ($\Delta \varphi = 0$) (рис. 1, квадрант \pm , t_{21}); наконец, снова не изменять его величины ($\Delta R = 0$), но максимально положительно сдвигать по фазе ($+\Delta \varphi = \text{макс}$) (рис. 1, квадрант $+$, t_2). Полная картина амплитудно-фазовых процессов представлена на рис. 1, в, г.

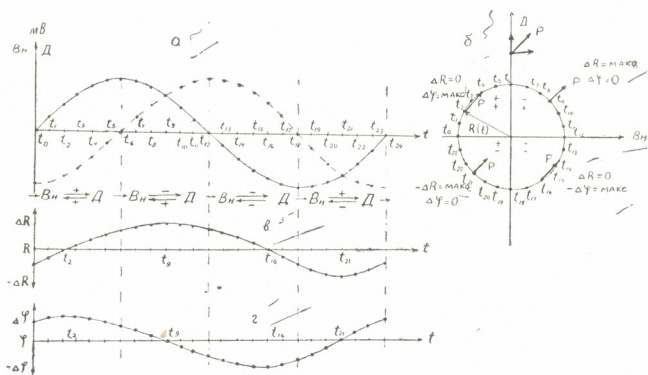


Рис. 1. Графо-аналитическая иллюстрация способности механизма смены типов парных взаимодействий фиксировать поступающие высокочастотные воздействия в амплитудно-фазовых сдвигах своих медленных процессов

Приведенная графо-аналитическая иллюстрация хорошо показывает свойство механизма смены типов парных взаимодействий фиксировать поступающие внешние воздействия в амплитудно-фазовых сдвигах своего процесса.

Рассмотрим закономерности фазовых сдвигов процесса, возникающих в ответ на поступление высокой частоты импульсаций. Обратимся вначале к фазам процесса, представленным на годографе взаимодействий микроструктур коры мозга квадрантом (\mp) и примыкающими к нему половинами квадрантов (\mp и \pm). Эта область заключена между нулевыми фазовыми сдвигами, и поступающая импульсация, представленная на рис. 1,б результирующим вектором, вызывает в ней только отрицательные по своей фазе сдвиги. Из рис. 1,б легко представить, что происходящие здесь отрицательные фазовые сдвиги в случае соответствующей высокой частоты импульсации могут уравновесить по-

ступательный ход годографа процесса. В результате возникает высокая частота колебаний, в которой каждая из восходящих и нисходящих ее полуволн будет соответственно образовываться, с одной стороны, отрицательными фазовыми сдвигами от импульсных воздействий, а с другой стороны, противоположным направлением отрицательного фазового сдвига естественным ходом годографа. Важно, что подобного рода явление может происходить только в указанной области годографа процесса. В остальных областях годографа поступающая импульсация вызывает положительные фазовые сдвиги, совпадающие по своему направлению с естественным ходом годографа процесса. Следовательно, медленные колебания процесса могут трансформироваться в высокочастотные колебания только в строго определенной области процесса, выражаемой на годографе квадрантом (\ominus) и прилегающими к нему полуобластями квадрантов (\mp и \pm).

При этом высокая частота импульсации, идущей со стороны неспецифических и подкорковых систем, конвергируется с импульсацией, поступающей со специфических систем экстро- и интероцепторов. Характер возникающих таким образом высокочастотных колебаний, вариабельность их амплитуды и частоты будут определяться соотношением вольтажа медленной активности и поступающей импульсации, а также регулярностью последней. По своему внешнему виду описываемые высокочастотные колебания полностью соответствуют тому электрофизиологическому явлению, которое хорошо известно под названием реакции пробуждения, происходящей при неперенном участии как активирующих импульсаций ретикулярной формации на кору мозга, так и поступающей по специфическим путям импульсации. С этой точки зрения, например, депрессии альфа-ритмов есть трансформации альфа-ритмов в высокочастотные колебания, возникающие только во вполне определенной области альфа-волны. Следовательно, как бы ни различались по своим фазам исходные медленные процессы в различных участках коры мозга, приход со стороны ретикулярной формации импульсации одинаково высокой частоты остановит развитие медленных волн в одинаковых для всех них фазовых углах. Поступающая же по специфическим путям импульсация несколько скорректирует фазовые углы и объединит тем самым только определенные участки коры строго одинаковыми фазами. Соответственно прекращение высокой частоты импульсации заустит все медленные процессы с этих одинаковых для отдельных участков коры фазовых моментов, т. е. синхронизирует медленные волны в различных участках коры мозга.

Благодаря такой фазовой синхронизации различные участки коры мозга будут объединяться возбуждениями, возникающими в одни и те же моменты времени. Повторение такого рода объединяющих возбуждений, как уже отмечалось [3], может явиться основой образования временных нервных связей между различными участками коры мозга, например ответственными за отражения как потребностей, так и предметов потребностей. Развиваемый подход к образованию временных нервных связей в коре мозга хорошо согласуется с известными положениями о роли высокочастотной импульсации со стороны ретикулярной формации, являющейся неперенным условием замыкания временных нервных связей.

Если, согласно Г. фон Ферстеру [5], принять, что возбуждение соответствует утверждению, а торможение — отрицанию, то логическая функция, получаемая за счет синхронизации ритмов и, благодаря этому, охвата возбуждением в один и тот же момент времени различ-



ных нейрональных групп коры, собственно и будет тем самым логическим действием, которое в законе встречных логических возможностей является «основой совпадения».

Академия наук СССР
Институт психологии

(Поступило 8.9.1977)

კიბერნეტიკა

ა. კოპოვი

მასინჰრონიზებელი თანხვდომები როგორც საგნისა და მოთხოვნ-
ლების შეხვედრის მექანიზმი

რეზიუმე

განხილულია ე. ალექსანდროვის მიერ აღმოჩენილი შემხვედრი ლოგიკური შესაძლებლობების კანონის ახალი დამტკიცება.

დამტკიცება ეყრდნობა თავის ტვინის მოთხოვნილებისა და საგნის მოთხოვნილების გამაპირობებელ არეთა რიტმების სინქრონიზაციის მეთოდს.

რიტმების სინქრონიზაცია ახსნილია როგორც თავის ტვინის მიკროსტრუქტურების წყვილად ურთიერთქმედების ტიპთა შენაცვლების მექანიზმების შედეგი. ამ მექანიზმებს აქვთ უნარი თავისი პროცესების ამპლიტუდურ-ფაზურ გადანაცვლებებში დააფიქსირონ როგორც რეტვიკულარული სტრუქტურების, ისე ექსტრო- და ინტერორეცეპტორების მხრიდან მიღებული იმპულსაცია. ამის შედეგად ხდება ფაზური გადანაცვლებები, რომლებიც საფუძვლად უდევს სინქრონიზაციის მოვლენას.

CYBERNETICS

A. K. POPOV

SYNCHRONIZING COINCIDENCES AS THE MECHANISM OF OBJECT-NEED ENCOUNTER

Summary

New arguments are adduced for Alexandrov's law of contrary logical possibilities.

The evidence is built on the basis of the demonstration of the way of synchronization of the rhythms of different parts of the cortex which are responsible for representation of needs and the object of needs.

Synchronization of rhythms is seen as the result of the properties of the mechanisms of the change of pair interactions of brain microstructures. These mechanisms are capable of fixating in the amplitude-phase changes of their processes the pulses arriving from the reticular structure as well as from extero- and interoceptors. The resulting phase changes proper are assumed to be the basis of the synchronization phenomenon.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Александров. Сообщения АН ГССР, 77, № 3, 1975.
2. А. Н. Леонтьев. Проблемы развития психики. М., 1972, 183.
3. М. Н. Ливанов. Юбилейный доклад на сессии АН СССР. М., 1976.
4. А. Б. Коган. Электрофизиология. М., 1969, 272.
5. Г. фон Ферстер. Сб. «Кибернетические проблемы бионики». М., 1971.
6. А. К. Попов, А. М. Волков, С. К. Арутюнов, С. Е. Лобусов. ДАН СССР, 193, № 1, 1970, 245.
7. А. К. Попов. Труды VIII Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1976, 455.

К. В. АВАЛИШВИЛИ, Р. Л. МИТАИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ
 МАРШРУТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 11.11.1977)

Важнейшее место в вопросах организации автомобильных перевозок грузов занимает выбор оптимальной схемы увязки грузопотоков подвижного состава.

Допустим задана транспортная сеть, которая состоит из m пунктов (пункты погрузки и пункты разгрузки) и ребер (дороги, по которым можно перемещать груз), соединяющих пункты между собой.

Задана матрица грузопотоков A , где $a_{i,j}$ — объем груза, который следует перевезти из i -го пункта погрузки в j -й пункт разгрузки, и матрица расстояний L , где $l_{i,j}$ — кратчайшее расстояние между пунктами i и j ($i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, m$), а m — количество пунктов транспортной сети.

В матрице расстояний L строки и столбцы расположены следующим образом: для каждой i -й строки должны удовлетворяться условия

$$\begin{aligned} l_{i,j} < l_{i,j+1}, \quad \text{где } j = i + 1, \dots, m, \quad i < m; \\ l_{i,j} > l_{i,j+1}, \quad \text{где } j = 1, 2, \dots, i-1, \quad i > 1; \end{aligned} \quad (1)$$

а для j -го столбца

$$\begin{aligned} l_{i,j} > l_{i+1,j}, \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, m-1, \quad j > 1; \\ l_{i,j} < l_{i+1,j}, \quad \text{где } i = j + 1, \dots, m, \quad j < m. \end{aligned} \quad (2)$$

Отсюда следует, что чем больше абсолютная величина разности $(H_{\text{стр.}} - H_{\text{стлб.}})$ в матрицах расстояний и грузопотоков, тем дальше расположены пункты погрузки от пунктов разгрузки ($H_{\text{стр.}}$ — номер строки матрицы, $H_{\text{стлб.}}$ — номер столбца матрицы). Если $(H_{\text{стр.}} - H_{\text{стлб.}}) < 0$, это значит, что подвижной состав следует по прямому направлению и если $(H_{\text{стр.}} - H_{\text{стлб.}}) > 0$, то по обратному направлению.

Требуется увязать грузопотоки $a_{i,j}$ с $a_{j,k}$, где $k=1, 2, \dots, m, k \geq i$ и $k < j$, так чтобы минимизировать порожние пробеги, т. е. максимизировать коэффициент использования пробега β .

$$[0,5 \leq \beta \leq 1]. \quad \beta = \frac{L_{\text{гр}}}{L_{\text{общ}}},$$

где $L_{\text{гр}}$ — пробег подвижного состава с грузом, $L_{\text{общ.}}$ — общий пробег подвижного состава.

Каждый подвижной состав следует от i -го пункта погрузки до j -го пункта разгрузки. Рассматривается возможность увязки груза на обратном пути с целью максимизировать β .

Алгоритм состоит в следующем: просматривается каждая i -я строка ($i=1, 2, \dots, m-1$) матрицы грузопотоков A в следующем порядке: $j=m, m-1, \dots, i+1$.

Если

$$a_{i^*, j^*} > 0, \quad (3)$$

значит из i^* -го пункта погрузки в j^* -й пункт разгрузки имеется a_{i^*, j^*} объем груза. Из свойства матрицы грузопотоков следует, что j^* является самым дальним пунктом разгрузки для данного i^* . Рассматривается возможность увязки груза на обратном пути.

Просматривается j^* -я строка в порядке $k=i^*, i^*+1, \dots, j^*-1$, так как подвижной состав должен следовать только до начального погрузочного пункта i^* . Если найдется такая k^* , что

$$a_{j^*, k^*} > 0, \quad (4)$$

то груз a_{j^*, k^*} можно увязать с грузом a_{i^*, j^*} .

Из свойства (1) — (2) следует также, что k^* будет находиться ближе остальных к начальному погрузочному пункту i^* . Если не найдется такая k^* , то $j^*=j^*-1$, и снова проверяется условие (4).

При выполнении условий $a_{j^*, k^*} > 0$, $j^*=k^*$ и т. д. пока не будут удовлетворяться условия $i^*=m-1$ и $j^*=m$, т. е. пока все строки и столбцы не будут просмотрены и по возможности все грузопотоки не будут увязаны.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.11.1977)

კომპიუტერული

ა. ავალიშვილი, რ. მითაიშვილი

ტვირთის საავტომობილო გადაზიდვის მარშრუტიზაციის ამოცანის
ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია გარბენის გამოყენების კოეფიციენტის მაქსიმიზაცია უემბ-ვედრი ტვირთების ურთიერთშეზღვევის გზით.

K. V. AVALISHVILI, R. L. MITAISHVILI

ON AN APPROACH TO THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF
ROUTING ROAD HAULAGE

Summary

The article deals with the problem of the possibility of maximizing the coefficient of the use of the run by means of routing the oncoming freight traffic volume.



Г. Г. ГЕГИАДЗЕ, О. И. ДАВАРАШВИЛИ, Л. М. ДОЛГИНОВ,
П. Г. ЕЛИСЕЕВ, В. П. ЗЛОМАНОВ, З. С. КАЧЛИШВИЛИ,
Ю. Н. КОРЧАГИН, И. В. КРИАЛАШВИЛИ, М. Г. МИЛЬВИДСКИЙ,
Т. Д. МХЕИДЗЕ, Р. И. ЧИКОВАНИ, А. П. ШОТОВ

УЗКОЗОННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СОЕДИНЕНИЙ $A^{IV}B^{VI}$ И $A^{III}B^V$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 26.9.1977)

Оптоэлектронные приборы в ИК-области спектра на основе узкозонных полупроводников ($E_g < 0,5$ эВ) находят широкое применение в оптической связи, контроле загрязнения окружающей среды, тепловидении, спектроскопии с высоким разрешением, интегральной оптике и т. д. [1]. К числу перспективных и интенсивно разрабатываемых для решения указанных задач полупроводниковых материалов относятся халькогениды свинца и олова и твердые растворы между ними (из группы соединений типа $A^{IV}B^{VI}$), арсенид и антимонид индия и их твердые растворы (из группы соединений типа $A^{III}B^V$).

Хотя на основе узкозонных полупроводников уже созданы оптоэлектронные приборы с $p-n$ -гомопереходами и барьерами Шоттки, реализация этих типов приборов на основе гетеропереходов позволяет существенно улучшить их параметры [2].

Однако получение гетеропереходов с наивысшими параметрами на основе указанных тройных твердых растворов сталкивается с возникновением структурных дефектов в области гетерограницы в основном из-за несоответствия параметров решеток сопрягающихся на гетерогранице материалов.

В связи с этим представляет большой интерес исследование гетеропереходов в четверных и более сложных твердых растворах. В таких гетеропереходах возможно изовалентное замещение элементов в катионной и анионной подрешетках с целью выполнения условия изопериодичности гетероструктуры в широком интервале значений ширины запрещенной зоны материалов. Перспективы такого подхода обсуждались в работах [3, 4].

В настоящем сообщении приводятся впервые полученные экспериментальные результаты по четверным изопериодическим гетероструктурам $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y - PbSe(PbTe_{1-x}Se_x)$ (из группы соединений $A^{IV}B^{VI}$) и обсуждается возможность создания таких структур на основе твердых растворов $Ga_xIn_{1-x}As_ySb_{1-y}$ и $InAs_xSb_yP_{1-x-y}$ (из группы соединений $A^{III}B^V$). Впервые приводятся также результаты по интерполяционному анализу указанных четверных твердых растворов.

Для установления зависимости ширины запрещенной зоны E_g и параметра кристаллической решетки a от состава в четверных твердых растворах использовалось линейное или квадратичное приближение в составляющих их тройных твердых растворах. Когда E_g и a в тройном твердом растворе являются линейными функциями состава, для четверного твердого раствора



$$Eg = Eg_1(1-x)(1-y) + Eg_2x(1-y) + Eg_3(1-x)y + Eg_4 \cdot x \cdot y, \quad (1)$$

$$a = a_1(1-x)(1-y) + a_2x(1-y) + a_3(1-x)y + a_4 \cdot x \cdot y, \quad (2)$$

где Eg_i и a_i — ширина запрещенной зоны и параметр решетки бинарных соединений, образующих четверной твердый раствор.

Если концентрационная зависимость параметра решетки тройного твердого раствора обычно незначительно отклоняется от линейной зависимости (правило Вегарда), то в зависимости ширины запрещенной зоны от состава часто наблюдается значительное отклонение от линейности. Возможные причины указанного отклонения обсуждаются авторами [5]. В этом случае для тройного твердого раствора

$$Eg = Eg_1 + (Eg_2 - Eg_1)x + 4\epsilon x(1-x), \quad (3)$$

где ϵ — стрела прогиба функции $Eg(x)$ в точке $x=0,5$, а аналогичное уравнение для четверного твердого раствора может быть записано так:

$$Eg = A + B_1x + B_2y + C_1x^2 + C_2y^2 + C_3x \cdot y + D_1x^2y + D_2xy^2, \quad (4)$$

где коэффициенты A, B, C, D определяются исходя из значений ширины запрещенной зоны образующих твердый раствор бинарных соединений и их тройных твердых растворов ($x, y=0,5$).

Характерные значения ϵ для твердых растворов соединений $A^{IV}B^{VI} < 0,01$ эв (для $Pb_{1-x}Sn_xTe$, например, $\sim 0,005$ эв), тогда как для $A^{III}B^V \sim 0,1-0,15$ эв (для $InAs_xSb_{1-x}$ $\sim 0,1$ эв).

В связи с этим расчет Eg от состава в системе $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$ проводится по формуле (1), а для $Ga_{1-x}In_xAs_ySb_{1-y}$ — по (4).

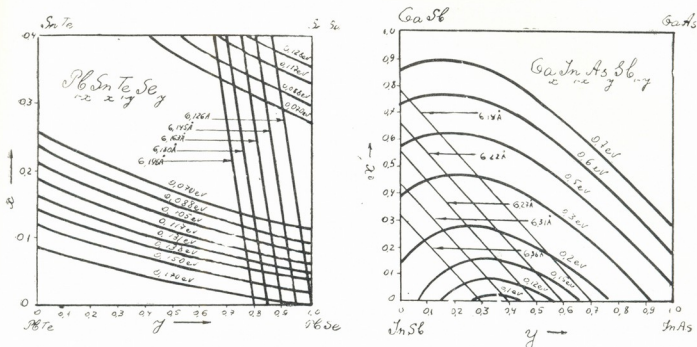
Соответствующие построения изоэнергетических и изопериодических линий в четверных твердых растворах $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$ и $Ga_xIn_{1-x}As_ySb_{1-y}$ представлены на рис. 1, а, б.

Рассчитанные значения Eg и a , результаты исследования фазовых диаграмм в системах $Pb-Sn-Te$ и $Pb-Sn-Se$ [6-9], а также полученные нами экспериментальные данные по растворимости в четверной системе $Pb-Sn-Te-Se$ были использованы при получении эпитаксиальных гетероструктур.

Гетероструктуры получались методом жидкофазной эпитаксии в режиме принудительного охлаждения растворов — расплавов со скоростями 0,3—0,8° мин. Процесс проводился в атмосфере проточного водорода в графитовых контейнерах пенального типа. В качестве материала подложки использовались либо пластины $PbSe$, ориентированные в (100), либо предварительно выращенные эпитаксиальные слои $PbTe_{0,055}Se_{0,945}$. Температура эпитаксии составляла 660—630°C. В аналогичных условиях получались эпитаксиальные структуры на основе $InAs_xSb_{1-x}$ на пластинах $InAs$, ориентированных в направлении (111) и (100). При этом с целью получения обогащенных по сурьме эпитаксиальных слоев на подложках $InAs$ выращивался слой $InAs_xSb_yP_{1-x-y}$ переменного состава, в котором содержание фосфора уменьшалось по толщине слоя.

Параметр решетки эпитаксиальных слоев определялся методом рентгеновской дифрактометрии. На рис. 2, а, б приведены составы жидкой фазы, необходимые для получения слоев $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$, изопериодических с $PbSe$ и $PbTe_{0,055}Se_{0,945}$ соответственно. Проведенные эксперименты позволили получить изопериодические с $PbTe_{1-x}Se_x$ ($\Delta a < 1 \cdot 10^{-3}$ А) эпитаксиальные слои $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$ с шириной запрещенной зоны

0,088 ÷ 0,135 эв. При этом полуширина рентгенодифракционных линий при приближении к изопериодическому составу существенно уменьшалась.



а Рис. 1. Интерполированные изоэнергетические и изопериодические линии для четверных твердых растворов: б
а—Eg при 77°K, б—Eg при 300°K

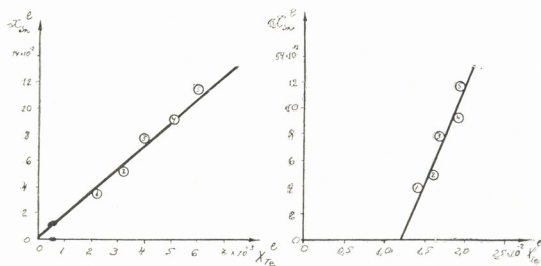


Рис. 2. Составы жидкой фазы для получения изопериодических с $PbTe_{0,055}Se_{0,945}$ (а) и $PbTe_{1-x}Se_x$ (б) четверных эпитаксиальных слоев. Отношения $\frac{X_{Sn}}{X_{Pb}} \times 10^2$ для: 1—4.1; 2—5.4; 3—8.8; 4—10.7; 5—13.8

Таким образом, впервые получены эпитаксиальные слои и структуры на основе $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$, изопериодические с $PbTe_{1-x}Se_x$ в интервале значений $Eg = 0,088 \div 135$ эв; получены также эпитаксиальные слои $InAs_xSb_{1-x}$ ($x=0, 1$) на подложках $InAs$ с использованием промежуточных слоев $InAs_xSb_yP_{1-x-y}$.

Впервые проведены интерполяционные расчеты зависимости Eg и a от состава в системах $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$ и $Ga_xIn_{1-x}As_ySb_{1-y}$.

(Поступило 29.9.1977)

ბ. გიგიაძე, ო. ღვარამიანი, ლ. დოლგინოვი, პ. ელისევი, ვ. ზლომანოვი,
 ზ. კახლიშვილი, ი. კორჩაგინი, ი. კრიალაშვილი, მ. მილვიდსკი, თ. შოთოვი,
 რ. ჩიკოვანი, ა. შოტოვი

პირველად ნახევარგამტარები $A^{III}B^V$ და $A^{IV}B^{VI}$
 უნაპროექტო ოთხკომპონენტური მყარი ხსნარების საფუძველზე

რეზიუმე

პირველად მიღებული ვიწროზონიანი ნახევარგამტარების ეპიტაქსიალურ-
 რი ფენები და იზოპერიოდული ჰეტეროსტრუქტურები სპექტრის 8—14 μm
 უბნისათვის ოთხკომპონენტური მყარი ხსნარების $A^{IV}B^{VI}$ და $A^{III}B^V$
 შენაერთების საფუძველზე.

PHYSICS

G. G. GEGIADZE, O. I. DAVARASHVILI, L. M. DOLGINOV, P. G. ELISEEV,
 V. P. ZLOMANOV, Z. S. KACHLISHVILI, Y. N. KORCHAGIN, I. N. KRIALASHVILI,
 M. T. MLOVIDSKI, T. D. MKHIDZE, R. I. CHIKOVANI, A. P. SHOTOV

NARROW BAND SEMICONDUCTORS ON $A^{IV}B^{VI}$ AND $A^{III}B^V$ QUATERNARY SOLID SOLUTIONS

Summary

Epitaxial layers and structures on $Pb_{1-x}Te_{1-y}Sn_xSe_y$ quaternary solid
 solutions, isoperiodic with $PbTe_{1-x}Se_x$ within $E_g = 0.088-0.135$ eV, have
 been obtained for the first time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Шотов. Материалы I Всесоюзной конференции по физическим процессам в гетеропереходах. Кишинев, 1974.
2. Ж. И. Алферов. Вестник АН СССР, 7, 1976, 28.
3. Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев, М. Г. Мильвидский. Квантовая электроника, 3, 1976 1381.
4. О. И. Даварашвили, Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев, И. И. Засавицкий, А. П. Шотов. Квантовая электроника, 4, 1977, 904.
5. I. A. Van Vechten, T. K. Bergstresser. Phys. Rev. B. 1. 1970, 3351.
6. А. П. Шотов, О. И. Даварашвили. Изв. АН СССР, сер. «Неорганические материалы», 13, 1977, 610.
7. А. С. Адонин, О. И. Даварашвили, Л. Н. Михайлов, Н. Г. Рябцев. Сб. «Электронная техника», сер. «Полупроводниковые приборы», 106, 1976, 77.
8. А. С. Адонин, О. И. Даварашвили, Н. Г. Рябцев, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Сб. «Электронная техника», сер. «Полупроводниковые приборы», 116, 1977, 282.
9. О. И. Даварашвили, З. С. Качлишвили, Ю. Г. Пухов, Н. Г. Рябцев, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Труды ТГУ, Физика, 189, 1977, 16.

В. И. ЕГОРОВ

К РЕШЕНИЮ КИНЕТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ КОАГУЛЯЦИИ ДЛЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 27.9.1977)

Математико-статистическое описание эволюции дисперсных систем проводится на основе кинетических уравнений коагуляции, родственных известному газокинетическому уравнению Л. Больцмана. Особое значение имеет случай двухкомпонентной дисперсной системы, описание эволюции которой дается уже не одним, а системой двух нелинейных интегро-дифференциальных кинетических уравнений коагуляции [1]. Математические трудности в решении этой системы уравнений таковы, что получение аналитических решений даже в простейших случаях представляет значительный интерес.

В предлагаемой статье формулируется и доказывается теорема, которая содержит для одного частного случая точное решение кинетических уравнений коагуляции, описывающих двухкомпонентные дисперсные системы.

Рассмотрим некоторую произвольную дисперсную систему, которая в целом описывается следующим кинетическим уравнением коагуляции (случай пространственно-одномерной задачи) [2]:

$$\frac{\partial f(x, t)}{\partial t} = -f(x, t) \int_0^{\infty} K(x, x_1) f(x_1, t) dx_1 + \frac{1}{2} \int_0^x K(x - x_1, x_1) \times \\ \times f(x - x_1, t) f(x_1, t) dx_1, \quad (1)$$

где $f(x, t)$ — неравновесная функция распределения частиц дисперсной системы по объемам x в момент времени t ; $K(x, x_1)$ — коэффициент коагуляции частиц объемом x с частицами объемом x_1 , играющий роль ядра уравнения.

Рассматривая исходную дисперсную систему как двухкомпонентную, можем написать для нее следующую систему кинетических уравнений:

$$\frac{\partial N(x, t)}{\partial t} = -N(x, t) \int_0^{\infty} K(x, x_1) N(x_1, t) dx_1 - N(x, t) \int_0^{\infty} K(x, x_1) n(x_1, t) dx_1 + \\ + \frac{1}{2} \int_0^x K(x - x_1, x_1) N(x - x_1, t) N(x_1, t) dx_1 + \frac{1}{2} \int_0^x K(x - x_1, x_1) \times \\ \times N(x - x_1, t) n(x_1, t) dx_1, \quad (2)$$



$$\begin{aligned} \frac{\partial n(x, t)}{\partial t} = & -n(x, t) \int_0^{\infty} K(x, x_1) n(x_1, t) dx_1 - n(x, t) \int_0^{\infty} K(x, x_1) N(x_1, t) dx_1 + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^x K(x-x_1, x_1) n(x-x_1, t) n(x_1, t) dx_1 + \frac{1}{2} \int_0^x K(x-x_1, x_1) \times \\ & \times n(x-x_1, t) N(x_1, t) dx_1, \end{aligned} \quad (3)$$

где $N(x, t)$ и $n(x, t)$ — функции распределения для крупночастичной и мелкочастичной фракций соответственно.

В дальнейшем для определенности, а также в целях компактности изложения, будем говорить только о крупночастичной фракции $N(x, t)$. В силу вида уравнений (2) и (3) и условия (4) (см. ниже) все сказанное о $N(x, t)$ будет в полной мере относиться и к мелкочастичной фракции $n(x, t)$. Теперь сформулируем следующую теорему.

Теорема. *Случай $K(x, x_1) = K_0 = \text{const}$.*

Если функция $f(x, t)$ является решением уравнения (1) и удовлетворяет условию

$$f(x, t) = N(x, t) + n(x, t), \quad (4)$$

то функция $N(x, t)$ удовлетворяет уравнению (2) и является его решением, причем решение $N(t)$ соответствующего уравнения для концентрации определяется по формуле

$$N(t) = N_0 \exp \left\{ -\frac{K_0}{2} \int_0^t f(t) dt \right\}, \quad (5)$$

а лаплас-изображение $N^(p, t)$ решения $N(x, t)$ находится по формуле*

$$N^*(p, t) = N^*(p) \exp \left\{ K_0 \int_0^t \left[\frac{1}{2} f^*(p, t) - f(t) \right] dt \right\}, \quad (6)$$

где $f^(p, t)$ — лаплас-изображение решения $f(x, t)$ уравнения (1), а $f(t) = \int_0^{\infty} f(x, t) dx$. Функция $N(x, t)$ удовлетворяет также всем соответствующим условиям, которым удовлетворяет решение $f(x, t)$ для уравнения (1) [2].*

Доказательство. Подстановка (4) в уравнение (1) приводит к уравнению, распадающемуся на два уравнения для $N(x, t)$ и $n(x, t)$, которые в точности равны уравнениям (2) и (3). Из этого ясна справедливость первой части теоремы. Вид условия (4) также свидетельствует о том, что справедливо и последнее в теореме утверждение. Остается доказать правильность формул (5) и (6).

Для доказательства (5) проинтегрируем уравнение (2) по x от 0 до ∞ . Получим

$$\frac{\partial N(t)}{\partial t} = -\frac{K_0}{2} N^2(t) - \frac{K_0}{2} N(t) n(t). \quad (7)$$

Аналогичная процедура для (4) дает

$$\dot{f}(t) = N(t) + n(t). \quad (8)$$

Если теперь $n(t)$ из (8) подставить в уравнение концентрации (7), то получим следующее уравнение:

$$\frac{\partial N(t)}{\partial t} = -\frac{K_0}{2} N(t) f(t). \quad (9)$$

Так как $\dot{f}(t)$ по условию теоремы является решением уравнения концентрации, соответствующего уравнению (1), то уравнение (9) интегрируемо непосредственно, результат которого как раз и дает формулу (5).

Аналогичным образом доказывается справедливость формулы (6). Подстановка $n(x, t)$ из условия (4) в уравнение (2) с учетом соотношения (8) позволяет представить (2) в таком виде

$$\frac{\partial N(x, t)}{\partial t} = -K_0 N(x, t) f(t) + \frac{K_0}{2} [N(x, t) \otimes f(x, t)]. \quad (10)$$

Здесь $[N(x, t) \otimes f(x, t)] \equiv \int_0^x N(x-x_1, t) f(x_1, t) dx_1$ — свертка функций

$N(x, t)$ и $f(x, t)$. Применяя преобразование Лапласа к уравнению (10), получаем уравнение следующего вида:

$$\frac{\partial N^*(p, t)}{\partial t} = -K_0 N^*(p, t) f(t) + \frac{K_0}{2} N^*(p, t) f^*(p, t). \quad (11)$$

В предположениях теоремы это уравнение непосредственно интегрируемо, причем его результат точно совпадает с формулой (6). В случае конкретной задачи обратное лаплас-преобразование для формулы (6) дает решение-оригинал $N(x, t)$ для уравнения (2).

Теорема доказана. Сделано это для случая постоянного ядра во всех использованных кинетических уравнениях. Аналогично можно доказать подобные теоремы для тех случаев конкретных функций $K(x, x_1)$, для которых найдены решения $f(x, t)$ уравнения (1). Теорема также допускает обобщение на случай пространственно-неоднородной задачи.

Двухкомпонентные дисперсные системы рассматривались во многих работах, например, в [1, 2]. Однако даже для уравнения вида (1) до сих пор не решены в требуемом практикой объеме вопросы, связанные с существованием и единственностью решения, ограничениями, накладываемыми на вид функций $K(x, x_1)$, свойствами решения и возможностью их отыскания. Имея это в виду, можно считать естественным, что попытки получения решений более сложных уравнений вида (2), (3) в большинстве случаев были связаны с приближенными методами решения этих уравнений или с различными их упрощениями, причем последние делались не всегда корректно, как, например, в [1].

В заключение отметим, что полученный в настоящей статье результат, а также так сказать, его «аналитические продолжения» на случай различных видов ядра $K(x, x_1)$, могут быть полезными в тех случаях, когда имеет смысл рассматривать двухкомпонентность дисперсной системы, например, в динамике разряженных газов, в физике облаков и активных воздействий, в теории переноса нейтронов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 30.9.1977)

ფიზიკა

3. ფორმული

ორკომპონენტის დისპერსულ სისტემებში კოაგულაციის კინეტიკური განტოლებების ამოხსნისათვის

რეზიუმე

ლაპლასის ინტეგრალური გარდაქმნების გამოყენებით ფორმულირებულია დამტკიცებულია თეორემა, რომელიც შეიცავს ორკომპონენტის დისპერსულ სისტემებში კოაგულაციის განტოლებების ზუსტ ამოხსნას მუდმივი ბირთვის შემთხვევაში.

მიღებული შედეგი, აგრეთვე, ასე ვთქვათ, მისი „ანალიტიკური გაგრძელებები“ სხვადასხვა სახის $K(x, x_1)$ ბირთვის შემთხვევაში შეიძლება სასარგებლო გამოდგეს მაშინ, როცა აზრი აქვს დისპერსული სისტემების ორკომპონენტის განხილვას, მაგალითად, განმუხტული გაზების დინამიკაში, ღრუბლებისა და აქტიურ ზემოქმედებათა ფიზიკაში, ნეიტრონების გადატანის თეორიაში.

PHYSICS

V. I. EGOROV

TOWARD THE SOLUTION OF KINETIC EQUATIONS OF COAGULATION IN TWO-COMPONENT DISPERSE SYSTEMS

Summary

Using integral Laplace transforms a theorem is stated and proved. For the case of constant nucleus the theorem contains the exact solution of kinetic equations of coagulation in two-component disperse systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. J. Slinn, A. G. Gibbs. J. Atm. Sci., 28, 1971, 973-982.
2. В. М. Волощук, Ю. С. Седунов. Процессы коагуляции в дисперсных системах. Л., 1975.

Н. П. КЕКЕЛИДZE, Л. А. АХВЕЛИАНИ

ПОЛУЧЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $InP—InAs$

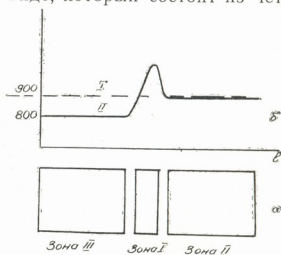
(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 14.10.1977)

Твердые растворы системы $InP—InAs$ обладают рядом свойств, обеспечивающих их широкое применение в технике. Это прежде всего высокая подвижность электронов, резкий край поглощения, малые времена жизни неосновных носителей тока, большая вероятность излучательной рекомбинации и т. п., благодаря чему твердые растворы InP_xAs_{1-x} могут быть использованы в квантовой электронике, ИК-спектроскопии и других областях науки и техники.

Получение твердых растворов полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ — процесс сложный в технологическом отношении. Это вызвано значительными технологическими трудностями, возникающими при синтезе фосфида индия. По данным работы [1], температура плавления InP равна $1060^\circ C$ и равновесное давление паров фосфора 60 атм, а Рихман [2] дает значения, равные $1058 \pm 3^\circ C$ и 21 ± 5 атм соответственно.

В отличие от существующих методов получения [3—5], кристаллы InP_xAs_{1-x} были выращены нами из стехиометрических расплавов методом консервативной направленной кристаллизации — зонной плавкой в несколько измененном виде, который состоит из четырех

Рис. 1. а — схема печей для зонной плавки, б — характер распределения температуры



непрерывных этапов: синтеза, очистки, зонного выравнивания и гомогенизации. Выращивание производилось на трехзонной установке. Средняя зона I (зона синтеза) (рис. 1) и так называемая холодная зона II градуировались по диаграмме состояний соответствующих растворов [6], зона III служила для обеспечения температуры кристаллизации (по точкам солидуса) и температуры гомогенизации.

Для синтеза твердых растворов $InP—InAs$ в качестве исходных материалов использовались In металлический марки $In000$, фосфор



красный для полупроводников класса В5, мышьяк металлический особой чистоты класса В4 или В5. Синтез проводился в кварцевых ампулах. Ширина зоны синтеза не превышала 1 см. Кристаллизация происходила со скоростью (1,0—0,8) мм/час. Для поддержания до конца синтеза равновесного давления пара летучих компонентов над стехиометрическим расплавом при температуре плавления твердого раствора в шихту соответствующего расплава добавлялся избыток фосфора.

Твердые растворы, близкие по составу к $InAs$, были крупноблочными при температуре холодного конца ампулы меньше $700^{\circ}C$, выше этой температуры получались некачественные слитки. Твердые растворы, близкие к InP , выращивались крупноблочными при температуре холодного конца 700 — $900^{\circ}C$, а выше $900^{\circ}C$ взрыв оказывался неизбежным.

После синтеза слитки 3—4 раза подвергались зонной очистке. Далее проводилось зонное выравнивание с целью однородного распределения компонентов по длине слитка. В конце зонного выравнивания слиток подвергался диффузионной гомогенизации. Ампула автоматически заходила в зону III, где слиток оставался 48—72 часа при температуре $700^{\circ}C$ для составов, близких к $InAs$, или $800^{\circ}C$ для составов, близких к InP . Описываемый метод является комплексным, так как включает в себя ряд технологических способов получения высококачественных сплавов.

Полученные нелегированные твердые растворы имели n -тип проводимости и концентрацию носителей тока $n \sim 10^{16}$ — 10^{17} см $^{-3}$.

Для получения слитков дырочной проводимости легирующим материалом служили Zn и Cd , а для получения слитков с высокой концентрацией электронов — Te . Легирование осуществлялось непосредственно во время синтеза.

Были выращены слитки всех составов через каждые 10% InP .

Для оценки однородности и гомогенности применялись как прямые, так и косвенные методы. Гомогенность полученных кристаллов

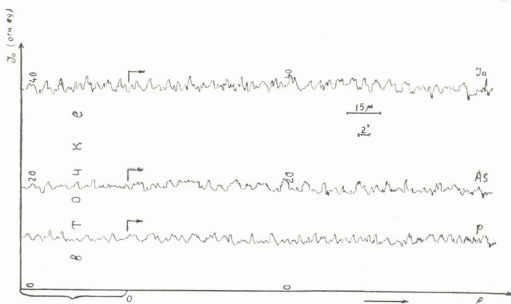
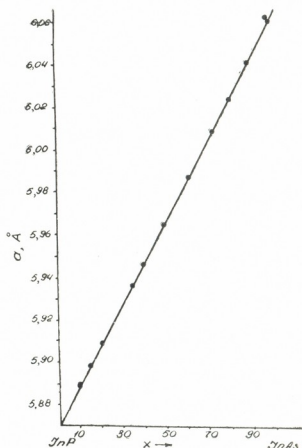


Рис. 2. Микрорентгенограмма для сплава $InP_{0,4}As_{0,6}$

контролировалась микрорентгеноспектральным анализом на микроанализаторе MAP-1. На рис. 2 показана типичная микрорентгенограмма для сплава $InP_{0,4}As_{0,6}$, которая демонстрирует высокую степень гомогенности полученных твердых растворов. Достоверным показателем

гомогенности сплавов является также четкое выполнение закона Vegard — отсутствие выпада точек от прямолинейной зависимости параметра решетки от состава твердых растворов. Соответствующая экспериментальная кривая представлена на рис. 3. Параметры элементарной ячейки определялись с помощью дифрактометра ДРОН-1.

Рис. 3. Изменение параметра решетки в зависимости от состава в системе $InP - InAs$



На полученных твердых растворах проводились также в широком температурном интервале (4,2—300)°К исследования электрических свойств: эффекта Холла, электропроводности, подвижности. Характер-

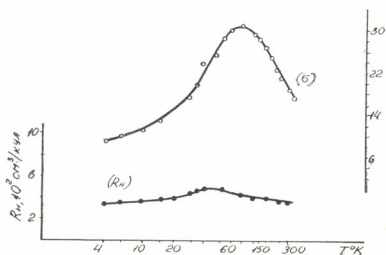


Рис. 4. Зависимость коэффициента Холла и электропроводности от температуры для образца $InP_{0.4}As_{0.6}$ с концентрацией $n=1.7 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$

ные результаты измерения представлены на рис. 4, 5. Результаты исследования подтверждают высокое качество полученных твердых растворов $InP - InAs$.

В заключение заметим, что, как следует из технологических исследований Фольберта [3], А. Я. Нашельского [4, 5], а также на-

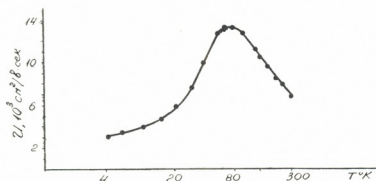


Рис. 5. Зависимость подвижности электронов от температуры для образца $InP_{0.4}As_{0.6}$ с концентрацией $n = 1.7 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$

ших результатов, соединения $InAs$ и InP допускают полную взаимную смешиваемость для всех составов сплавов. При этом не проявляются ощутимые признаки отклонения от стехиометрии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.10.1977)

ფიზიკა

ბ. კეკელიძე, ლ. ახვლედიანი

InP—InAs სისტემის მჰარი ხსნარების მიღება და ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

განხილულია ლიტერატურაში ცნობილი მეთოდებისგან რამდენადმე განსხვავებული ზონური დნობის მეთოდი.

მოყვანილია მონაცემები მაღალხარისხიანი ჰომოგენური კრისტალების მიღების და სტრუქტურული ერთგვაროვნების შესახებ.

(4,2—300)^oK ტემპერატურულ ინტერვალში გამოკვლეულია მიღებული კრისტალების ელექტროფიზიკური თვისებები.

PHYSICS

N. P. KEKELIDE, L. A. AKHVLEDIANI

THE PRODUCTION AND SOME PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS OF THE SYSTEM *InP—InAs*

Summary

A method of obtaining solid solutions of the system *InP—InAs* is described. The new approach differs somewhat from the techniques discussed in the literature.

Data are presented on a study of the homogeneity and structural perfection of the melts obtained, as well as the findings of a measurement of the Hall effect and electric conductivity of crystals in a wide temperature range (4.2—300)^oK.

A comparison of the experimental data points to the high quality of InP_xAs_{1-x} melts grown by the method described in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Van den Boomgard, K. Schol. Phil. Res. Reports, 12, 1957, 127.
2. D. J. Richman. Phys. Chem. Solids, 24, 1963, 1131.
3. O. G. Folberth. Z. Naturforsch, 10a, 1955, 502.
4. А. Я. Нашельский. Авт. свид. № 129338. Бюлл. изобрет., 12, 1960, 40.
5. О. В. Богородский, А. Я. Нашельский, В. З. Островская. Кристаллография, № 6, 1961, 119.
6. В. З. Островская, А. Я. Нашельский. Твердые растворы фосфид-арсенид-индия. М., 1968.

О. Г. МУСХЕЛИШВИЛИ, А. А. ХЕЛАШВИЛИ

МАССА СКАЛЯРНОЙ ЧАСТИЦЫ В SU_2 СИГМА-МОДЕЛИ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 5.9.1977)

В настоящее время экспериментально обнаружены резонансы, которые идентифицируются как кандидаты в O^+ нонет киральной $SU_3 \times SU_3$ группы. В связи с этим заслуживают интерес динамические расчеты наблюдаемых эффектов, в которых скалярные частицы проявляют себя тем или иным образом.

Мы изучаем отношение G_A/G_V в линейной SU_2 сигма-модели с нуклонами в однопетлевом приближении. Выясняется, что эта величина содержит полезную информацию о массе скалярной частицы.

Лагранжиан указанной модели имеет вид

$$L = \bar{N} i \partial N + \frac{1}{2} [(\partial_\mu \sigma)^2 + (\partial_\mu \vec{\pi})^2] - \frac{1}{2} \mu_0 (\sigma^2 + \vec{\pi}^2) - \frac{\lambda_0}{4} (\sigma^2 + \vec{\pi}^2)^2 - G_0 \bar{N} (\sigma + i \gamma_5 \vec{\tau} \vec{\pi}) N + c_0 \sigma. \quad (1)$$

Последний член $c_0 \sigma$ нарушает киральную симметрию $SU_2 \times SU_2$. При этом вакуумное среднее σ -поля отлично от нуля, что ведет к появлению тадпольных диаграмм. Самосогласованный учет тадпольных диаграмм и ренормализация данной модели на основе тождеств Уорда подробно описаны в [1]. Мы не будем останавливаться на конкретных деталях процедуры ренормализации, а просто воспользуемся готовыми результатами, имеющимися в этой работе.

Перенормированный ряд теории возмущений зависит от четырех параметров, в качестве которых обычно выбираются

$$\mu^2, M^2, m, \lambda_{\pi\pi} \text{ или } \mu^2, F, m, \lambda_{\pi\pi}.$$

Здесь $\lambda_{\pi\pi}$ — константа контактного взаимодействия π -мезонов; m — масса нуклона; μ, M — соответственно массы π -мезона и σ -частицы в приближении деревьев.

Параметр F равен вакуумному среднему перенормированного σ -поля: $F = \langle 0 | \sigma_R(x) | 0 \rangle$ и связан с константой распада π -мезона f_π соотношением $F \mu^2 = f_\pi m_\pi^2$.

Расчеты в однопетлевом приближении показывают, что с точностью до одного процента μ можно считать равной физической массе π -мезона m_π . Поэтому $F \approx f_\pi \approx 94$ МэВ. Кроме того, F связан также с массой нуклона и G_F константой взаимодействия π - или σ -частиц с нуклоном соотношением $F G_F = m$.

С учетом этого $G_F \approx 10$.

В [1] приводится формула однопетлевого расчета отношения G_A/G_V . После некоторых преобразований она может быть записана в виде

$$-\frac{G_A}{G_V} = 1 + \frac{G_F^2}{16\pi^2} \chi(y), \quad (2)$$

где

$$\chi(y) \approx 4,16 - \frac{5}{3}y + \left(\frac{5}{6}y^2 - 2,993y - 0,042 - \frac{0,001}{y} \right) \ln y - \frac{8,063 - 5y}{3(y - 0,021)} \sqrt{y^3(4-y)} \arctg \sqrt{\frac{4}{y} - 1}. \quad (3)$$

Здесь $y = \frac{M^2}{m^2}$.

При составлении выражения (3) мы воспользовались малостью значения $\frac{M^2}{m^2} \approx 0,021$.

В качестве G_F мы берем два значения: $G_F = 10$ и $G_F = 9,9$, отвечающие значению $F = 95$ МэВ. Результаты расчетов приведены в таблице.

M (МэВ)	$-G_A/G_V$ (при $G_F=10$)	$-G_A/G_V$ (при $G_F=9,9$)
940	1,381	1,373
986	1,329	1,323
1029	1,282	1,276
1072	1,237	1,232
1110	1,195	1,191
1150	1,156	1,153

Экспериментальное значение равно [2] $-\frac{G_A}{G_V} = 1,250 \pm 0,009$.

Как видно из приведенной таблицы, этому значению в однопетлевом приближении теории возмущений отвечает масса $M \sim 1050$ МэВ. Ближайший к этому значению скалярный изосинглет S^* имеет массу $M_S = (993 \pm 5)$ МэВ [2]. Небольшое расхождение не противоречит идентификации S^* резонанса в качестве кирального партнера π -мезона в SU_2 сигма-модели.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.10.1977)

ფიზიკა

ო. მუსხელიშვილი, ა. ხელაშვილი

სკალარული ნაწილაკის მასა SU_2 სიგმა-მოდელში

რეზიუმე

SU_2 სიგმა-მოდელში შემფოტების თეორიის ერთმარყუქოვან მიახლოებაში G_A/G_V ფარდობის ანალიზის საფუძველზე შეფასებულია σ -ნაწილაკის

მასა. ნაჩვენებია, რომ შესაძლებელია S^* (993) რეზონანსის იდენტიფიკაცია σ -ნაწილაკად.

PHYSICS

O. G. MUSKHELISHVILI, A. A. KHELASHVILI

THE MASS OF SCALAR PARTICLE IN THE SU_2 SIGMA-MODEL

Summary

The σ -particle mass is estimated on the basis of analysis of the ratio G_A/G_V in one loop approximation of the perturbation theory in the SU_2 sigma model. It is shown that the identification of the S^* (993) resonance as a σ -particle is possible.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Bessis, J. Zinn-Justin, D. Ph.-T/71-27, Saclay, 1971.
2. Particle Data Group, April, 1976.

Г. И. ДЖАПАРИДЗЕ, А. А. НЕРСЕСЯН

МЕТОД РЕНОРМАЛИЗАЦИОННОЙ ГРУППЫ В ЗАДАЧЕ
ОБ ОДНОМЕРНОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОНОВ В МАГНИТНОМ
ПОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 1.11.1977)

Вопрос о влиянии магнитного поля на поведение одномерной системы электронов со слабым взаимодействием в области температур $T \ll \mu H$ (μ -магнетон Бора) исследовался в [1] методом паркетного суммирования. В настоящей статье, предполагая выполненными условия

$$|g|L \gg 1, \quad g^2 L \lesssim 1, \quad |g|^3 L \ll 1, \quad (1)$$

где g — константа связи, L — большой логарифм, мы выходим за рамки паркетного приближения, используя метод ренормализационной группы (РГ) [2, 3].

В интересующем нас пределе $T \ll \mu H$ поведение электронной функции Грина, вершинной части и обобщенных восприимчивостей, описывающих одномерные электронные корреляции различной симметрии, следует исследовать отдельно в двух областях — I: $\omega_0 \ll |\omega| \ll \Lambda$ и II: $T \lesssim |\omega| \ll \omega_0$, где $\omega_0 = \mu H$, ω — характерная энергия электрона, считанная от уровня Ферми, а Λ — параметр обрезания.

В области I магнитное поле с логарифмической точностью всюду выпадает, все величины зависят лишь от одной логарифмической переменной $x = \ln(\Lambda/|\omega|)$, и справедливы уравнения РГ, полученные в [2, 3] для случая $H=0$.

В области II становится существенной раздвижка электронных подзон, соответствующих двум проекциям спина на направление поля, которое по-разному влияет на характер особенностей в том или ином канале рассеяния в зависимости от его спиновой структуры [1]. Для вычисления в этой области сингулярных при $T \rightarrow 0$ частей восприимчивостей необходимо знание функции Грина $G_0(p, \omega)$ при $p \sim \pm p_F^\sigma$ и вершинных частей $\Gamma_{\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 \sigma_4}(p_1 p_2 p_3 p_4)$ со следующей расстановкой импульсов: $p_1 \sim p_F^{\sigma_1}$, $p_2 \sim -p_F^{\sigma_2}$, $p_3 \sim -p_F^{\sigma_3}$, $p_4 \sim p_F^{\sigma_4}$, причем $p_1 + p_2 = p_3 + p_4$, $\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_3 + \sigma_4$. Здесь $p_F^\sigma = p_F - \sigma \omega_0/v$ — граничный импульс в подзоне со спиновым индексом $\sigma = \pm 1$, v — фермиевская скорость, p_F — импульс Ферми при $H=0$. Согласно определению области II, близость импульсов к граничным определяется условием

$$|\xi_\sigma(p)| = v|p \mp p_F^\sigma| \ll \omega_0. \quad (2)$$



При этом $G_{\sigma}(p, \omega)$ и вершины $\Gamma_1 = \Gamma_{\sigma\sigma\sigma\sigma}$ и $\Gamma_2 = \Gamma_{\sigma, -\sigma, -\sigma, \sigma}$ зависят от двух логарифмических переменных: x и $h = \ln(\Lambda/\omega_0)$. Что касается вершины $\Gamma_3 = \Gamma_{\sigma, -\sigma, \sigma, -\sigma}$, то для нее условие (2) несовместимо с законом сохранения импульса. Поэтому процессы, описываемые вершиной Γ_3 и характеризующие взаимодействие электронов с противоположными спинами на малых расстояниях, в области II вымораживаются. Они существенны в области I и при $g_1 < 0$ (g_1 — константа взаимодействия с передачей импульса $\sim 2p_F$) приводят к развитию режима сильной связи при уменьшении ω , если ω_0 достаточно мало.

Для построения уравнений РГ при наличии двух логарифмических переменных мы производим перегруппировку членов ряда теории возмущений с тем, чтобы получить эффективную модель с одним параметром обрезания, равным ω_0 , и, соответственно, одной логарифмической переменной $\lambda = x - h = \ln(\omega_0/|\omega|)$. Для этого в каждой из вершинных и собственно-энергетических диаграмм, учитываемых условиями (1), следует исключить области логарифмического интегрирования в интервале $(0, h)$, оставив при этом интегрирования по области (h, x) . В результате такой процедуры мы приходим к совокупности диаграмм, дающих вклад лишь в области $(0, \lambda)$, в которых элементарные вершины заменены на полные вершинные части, вычисленные в области I и взятые на ее границе ($x=h$): $\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_1(h)$, $\Gamma_2 \rightarrow \Gamma_2(h)$. Спиновая структура таких диаграмм ограничена процессами типа Γ_1 и Γ_2 , что приводит к различию самих уравнений РГ в областях I и II.

Выделяя в диаграммах для собственной энергии $\Sigma_{\sigma}(p, \omega)$ вклад области $(0, h)$, мы замечаем, что при $|\omega|, |\xi_{\sigma}(p)| \ll \omega_0$ правильная функция Грина нулевого приближения должна иметь вид $G_{\sigma}(p, \omega) = d(h)/[\omega - \xi_{\sigma}(p)]$, где

$$d(h) = \left\{ 1 - \left[\frac{\Sigma_{\sigma}(p_F^{\sigma}, \omega) - \Sigma_{\sigma}(p_F^{\sigma}, 0)}{\omega} \right]_{\omega = \omega_0 + 0} \right\}^{-1}.$$

Легко видеть, что в результате такой мультипликативной перенормировки функции Грина во всех диаграммах области II вершины $\tilde{\Gamma}_1(h)$ и $\tilde{\Gamma}_2(h)$ заменяются на инвариантные „заряды“ $\tilde{\Gamma}_1(h) = \Gamma_1(h) d^2(h)$ и $\tilde{\Gamma}_2(h) = \Gamma_2(h) d^2(h)$, в то время как все внутренние линии диаграмм остаются свободными. $\tilde{\Gamma}_1(h)$ и $\tilde{\Gamma}_2(h)$ выражаются через инвариантные заряды \tilde{g}_1 и \tilde{g}_2 (\tilde{g}_2 описывает эффективную дальнедействующую часть взаимодействия), вычисленные в области I [2, 3] и рассматриваемые как функции полевой переменной

$$\tilde{\Gamma}_1(h) = \tilde{g}_1(h) - \tilde{g}_2(h), \quad \tilde{\Gamma}_2(h) = -\tilde{g}_2(h).$$

В полученной нами эффективной модели с одним обрезанием и перенормированными константами связи уравнения РГ строятся уже обычным образом, т. е. путем разложения соответствующих функций Гелл—Манна—Лоу в окрестности точки нормировки $|\omega| = \omega_0$. Такая процедура предполагает малость $\tilde{g}_1(h)$ и $\tilde{g}_2(h)$. При $g_1 > 0$ это условие

выполняется при любых H , однако в случае $g_1 < 0$ оно приводит к необходимости выполнения неравенства $\mu H \gg T_0$, где $T_0 \approx \Lambda V \sqrt{|g_1|} \exp(-1/|g_1|)$. Расчет показывает, что в приближении, следующем за логарифмическим (условия (1)), инвариантные заряды $\tilde{\Gamma}_1(\lambda)$ и $\tilde{\Gamma}_2(\lambda)$ совпадают со своими граничными значениями $\tilde{\Gamma}_1(h)$ и $\tilde{\Gamma}_2(h)$ во всей области $|\omega| \leq \omega_0$. Сингулярные части восприимчивостей, характеризующих синглетные (SS) и триплетные (TS) сверхпроводящие корреляции, а также корреляции диэлектрического (CDW) и антиферромагнитного (SDW) типов, имеют вид степенных функций

$$\begin{aligned} \chi_{SS} &\sim T^{-\tilde{\Gamma}_2(h) + \tilde{F}(h)}, & \chi_{SDW} &\sim T^{\tilde{\Gamma}_2(h) + \tilde{F}(h)} \\ \chi_{TS} &\sim T^{-\tilde{\Gamma}_1(h) + \tilde{F}(h)}, & \chi_{CDW} &\sim T^{\tilde{\Gamma}_1(h) + \tilde{F}(h)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $F(h) = [\tilde{\Gamma}_1^2(h) + \tilde{\Gamma}_2^2(h)] / 4$.

Поведение восприимчивостей, описываемое формулами (3), является типичным для режима слабой связи. Установление такого режима в области II обусловлено вымораживанием Γ_3 -процессов и подтверждается возможностью получения в этой области эффективного гамильтониана, имеющего структуру модели Томонага—Латтинджера [4, 5] с константами связи, выраженными через точные значения инвариантных зарядов $\tilde{g}_1(h)$ и $\tilde{g}_2(h)$. Используя точное решение этой модели [4, 5], легко проверить, что в случае $|\tilde{g}_1(h)|, |\tilde{g}_2(h)| \ll 1$ воспроизводятся результаты (3).

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 11.11.1977)

ფიზიკა

ბ. ჯავახიშვილი, ა. ნარსეზიანი

რენორმალიზაციური ჯგუფის მეთოდი მაგნიტურ ველში მოთავსებულ ერთგანზომილებიან ელექტრონულ სისტემის დაბალტემპერატურული თვისებები მაგნიტურ ველში. შესწავლილია ინვარიანტული „მუხტების“ და განზოგადებული ამ თვისებლობების ყოფაქცევა.

რეზიუმე

რენორმ-ჯგუფის მეთოდის გამოყენებით განხილულია ერთგანზომილებიანი ელექტრონული სისტემის დაბალტემპერატურული თვისებები მაგნიტურ ველში. შესწავლილია ინვარიანტული „მუხტების“ და განზოგადებული ამ თვისებლობების ყოფაქცევა.

ნაჩვენებია, რომ დაბალტემპერატურულ არეში, $T \ll \mu H$ სადაც μ ბორის მაგნეტონია, H — მაგნიტური ველი, სისტემის ყოფაქცევა შეესაბამება სუსტი ბმის რეჟიმს. ასეთი რეჟიმის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია საწინააღმდეგო სპინების მქონე ელექტრონების გაბნევის პროცესების ჩახშობასთან. აღნიშნულ ტემპერატურულ არეში ეფექტურ ჰამილტონიანს გააჩნია ტომონაგა — ლატინჯერის მოდელის სტრუქტურა.

G. I. JAPARIDZE, A. A. NERSESIAN

RENORMALIZATION GROUP METHOD IN THE PROBLEM OF
ONE-DIMENSIONAL ELECTRON SYSTEM IN MAGNETIC
FIELD

Summary

The renormalization group method is applied to investigate the low temperature properties of one-dimensional electron system in magnetic field.

The behaviour of the invariant "charges" and the generalized susceptibilities are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Е. Гургенишвили, А. А. Нерсисян, Л. А. Чобанян. ЖЭТФ, 73, 1977, 279.
2. N. Menyhard, J. Sólyom. J. Low. Temp. Phys., 12, 1973, 529.
3. J. Sólyom. J. Low. Temp. Phys., 12, 1973, 547.
4. A. Luther, V. J. Emery. Phys. Rev. Lett., 33, 1974, 598.
5. A. Luther, I. Peschel. Phys. Rev. B9, 1974, 2911

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. НАНОБАШВИЛИ, В. В. ДЖАНИАШВИЛИ, И. Г. БАХТАДЗЕ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАСИЛИКАТОВ
 d-ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 31.10.1977)

Ранее нами изучены реакции образования метасиликата переходных металлов в системе $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{—Me}(\text{NO}_3)_2\text{—H}_2\text{O}$, где $\text{Me}=\text{Cu, Co, Ni, Cd}$. Установлены отдельные закономерности их получения и оптимальные условия их выделения [1]. С целью обобщения полученных результатов в настоящей работе приведены данные по синтезу указанных соединений в гидротермальных условиях и охарактеризованы физико-химические свойства синтезированных соединений.

Синтез силикатов d-переходных металлов проводился в автоклавах при 8—150 атм и 160—220°C, их физико-химические свойства определялись рентгенофазовым, кристаллооптическим, электронномикроскопическим, электронографическим, ИК-спектроскопическим, термографическим и другими методами.

Согласно полученным данным, синтезированные метасиликаты имеют состав $\text{MeSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $n=3\text{—}6$, и обладают достаточно высокой чистотой, как это видно по данным спектрального анализа метасиликатов кадмия и никеля (табл. 1). Согласно данным рентгенофазового анализа, указанные гидротермальные метасиликаты являются кристаллическими соединениями.

Таблица 1

Данные спектрального анализа метасиликатов никеля и кадмия

Элемент	Содержание		Элемент	Содержание	
	метасиликат никеля	метасиликат кадмия		метасиликат никеля	метасиликат кадмия
Кремний	много ⁽¹⁾	много	Тантал	нет	нет
Алюминий	следы ⁽¹⁾	следы	Медь	следы	следы
Магний	мало ⁽¹⁾	следы	Свинец	мало	нет
Кальций	следы	н/следы ⁽¹⁾	Серебро	нет	нет
Железо	мало	н/следы	Сурьма	нет	нет
Марганец	нет	нет	Висмут	нет	нет
Никель	много	следы	Мышьяк	нет	нет
Кобальт	мало	мало	Цинк	нет	нет
Ванадий	следы	нет	Кадмий	следы	много
Хром	нет	нет	Олово	нет	нет
Молибден	нет	нет			
Вольфрам	нет	нет	Галлий	нет	нет
Цирконий	нет	нет	Натрий	нет	следы
Гафний	нет	нет			
Ниобий	нет	нет			
Неодим	нет	нет			

⁽¹⁾ много—1% и выше; мало—0,01%; следы—0,001%; незначительные следы—0,0001%.



Рентгенограммы гидрометасиликатов меди и никеля содержат в основном слабые, трудно индицируемые линии, однако после нагревания до 600°C появляются характерные для этих соединений линии.

В табл. 2 приведены данные рентгенофазового анализа, проведенного методом порошка с использованием железного излучения на УРС-60 при напряжении 40 кВ и 4А, для метасиликатов кобальта, кадмия и меди, нагретой до 600°C.

Таблица 2

Данные рентгенофазового анализа метасиликатов кобальта, кадмия и меди

Метасиликат кобальта		Метасиликат кадмия		Метасиликат меди	
I	d/n	I	d/n	I	d/n
2	3,153	3	3,05	5	3,27
2	2,871	1	2,70	4	3,17
4	2,830	1	2,56	3	2,908
1	2,390	8	2,31	2	2,751
1	2,315	1	2,03	3	2,648
2	2,204	1	1,903	10	2,503
2	2,092	6	1,840	1	2,360
10	1,996	10	1,721	2	2,180
2	1,930	1	1,568	1	1,992
1	1,796	1	1,492	1	1,801
7	1,628	3	1,434	6	1,723
1	1,406	3	1,248	1	1,666
1	1,389	3	1,188	1	1,546
6	1,255	4	1,128	1	1,393
4	1,147	2	1,033	1	1,308

Результаты рентгеномикроскопического исследования, проведенного на электронном микроскопе Jem-7, показывают, что метасиликаты меди и никеля состоят из частиц размером 700—1000 Å [2]. Микродифрактограммы этих соединений содержат 4—5 колец и обнаруживают несколько максимумов, что также свидетельствует об их кристаллической структуре.

Кристаллооптические исследования, проведенные иммерсионным методом на поляризационных микроскопах ПИОР и МИН-9 [3], указывают, что метасиликаты никеля и меди представляют собой одну фазу, характеризующуюся показателями преломления 1,59 и 1,63 соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Показатели преломления (n) метасиликатов меди и никеля при различных длинах волн (λ)

Соединения	λ	Показатели преломления (n)														
		460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740
Метасиликат меди	n	1,65	1,66	1,66	1,65	1,63	1,63	1,61	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,61
Метасиликат никеля	n	1,62	1,60	1,59	1,58	1,58	1,58	1,59	1,58	1,58	1,58	1,57	1,58	1,57	1,58	1,58

ИК-спектры синтезированных метасиликатов, снятые на приборе UR-10, показывают, что метасиликаты характеризуются полосой поглощения в области 420—480 см⁻¹ и 970—1030 см⁻¹. Это указывает

на наличие связей Me—O и Si—O соответственно. Поглощения в области 1620 см^{-1} и $3250\text{—}3300\text{ см}^{-1}$ можно приписать молекулам кристаллизационной воды, входящей в состав гидросиликатов.

Данные по термическим свойствам синтезированных метасиликатов, полученные на комплексной термоаналитической установке — дериватографе, показывают, что на термограммах наблюдаются эндоэффект ($110\text{—}180^\circ\text{C}$), сопровождающийся потерей веса, соответствующей удалению кристаллизационной воды, и экзоэффект ($610\text{—}660^\circ\text{C}$), отвечающий полиморфному превращению указанных метасиликатов (рис. 2). При этом следует отметить, что указанные метасиликаты являются тугоплавкими соединениями, характеризующимися температурой плавления выше 1100°C , определяемой в печи Таммана.

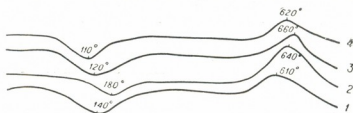


Рис. 1. Дифференциальные кривые нагревания метасиликатов кобальта (1), меди (2), никеля (3) и кадмия (4)

Эти соединения, начиная от комнатной температуры до 380°C , характеризуются примесной проводимостью, выше этой температуры имеют смешанную проводимость, а начиная с 400°C проявляют собственную проводимость.

Значение ширины запрещенной зоны метасиликатов кадмия, меди, кобальта и никеля зависит от природы металла и изменяется в пределах $2,5\text{—}3,7$ эв.

Таким образом, на основе вышеприведенных данных можно заключить, что метасиликаты меди, кобальта, никеля и кадмия являются высокотемпературными полупроводниковыми материалами и, следовательно, могут найти практическое применение.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 4.11.1977)

ზოგადი და არარეზუმული ჟიური

მ. ნანობაშვილი, ვ ჯანიაშვილი, ი. ბახტაძე

d-გარდამავალი ლითონების მეტასილიკატების სინთეზი
და გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია d-გარდამავალი ლითონების მეტასილიკატების — კობალტის, ნიკელის, კადმიუმის — მიღების პირობები ჰიდროთერმული მეთოდით $8\text{—}150$ ატ და $160\text{—}220^\circ\text{C}$ ტემპერატურის ფარგლებში.



სინთეზირებული მეტასილიკატები წარმოადგენენ წვრილკრისტალურ ნაერთებს, რომელთა ზომა შეესაბამება 60—100 Å. იწ-სპექტროსკოპიული მეთოდებით დადგენილია Me—O და Si—O კავშირები, აგრეთვე კრისტალიზაციული წყლის შემცველობა.

თერმოგრაფიული ანალიზის მეთოდით ნაჩვენებია, რომ მეტასილიკატები 120—180°C ფარგლებში კარგავენ კრისტალიზაციულ წყალს, ხოლო 600—800°C ადგილი აქვს ფაზურ გარდაქმნას. ამასთანავე დადგენილია, რომ აღნიშნული მეტასილიკატები წარმოადგენენ ცეცხლგამძლე მასალებს. მათი ლობის ტემპერატურა აღემატება 1000°C.

ელექტროფიზიკური თვისებების გამოკვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ d-ლითონების მეტასილიკატები ნახევრადგამტარული ნაერთებია, რომელთა აკრძალული ზონა შეესაბამება 2—4 ევ, რაც მიუთითებს აღნიშნული ნაერთების პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობაზე.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

E. M. NANOZASHVILI, V. V. JANIASHVILI, I. G. BAKHTADZE

THE SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF METASILICATES OF d-TRANSIENT METALS

Summary

Metasilicates of d-transient metals: cobalt, nickel, cadmium, copper have been obtained by the hydrothermal method at pressures 8—150 atm and at temperatures 160—220°C.

The synthesized metasilicates are fine-crystalline compounds with the particle size equalling 60—100Å. By the IR-spectroscopy method the presence of Me-O and Si-O bonds as well as the presence of crystallization water was established.

By the method of thermographic analysis it is shown that in the temperature region 120-180°C the removal of water molecules occurs and at the temperatures 600—800°C phase transformation of metasilicates under investigation takes place; besides, they are refractory compounds with $T_{melt} \geq 1100^\circ\text{C}$.

An investigation of the electrophysical properties of metasilicates of d-transient metals has shown that they are semiconductor compounds with a forbidden zone width equal to 2—4 eV, which is indicative of the feasibility of their practical application.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. ნანობაშვილი, I. G. ბახტაძე, V. V. ჯანიაშვილი. Тезисы VII респ. научно-метод. конфер. высших научных заведений по химии, 53. Тбилиси, 1976.
2. В. М. Лукьянович. Электронная микроскопия в физико-химических исследованиях. М., 1960.
3. Р. Галопен, Н. Генри. Исследование непрозрачных минералов под микроскопом. М., 1975.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Н. КАЧИБАЯ, И. Л. СИАМАШВИЛИ, Т. Б. ГАВРИЛЕНКО, Д. Н. ЧХАИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТНОГО ЦЕРИЯ В СТЕКЛАХ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 3.10.1977)

Количественное определение соотношения Ce^{3+}/Ce^{4+} в люминесцентных церийсодержащих стеклах представляет собой очень важную задачу аналитической химии, поскольку при прочих равных условиях содержание ионов Ce^{3+} обуславливает люминесцентные характеристики стекол. Анализ данных по соотношению Ce^{3+}/Ce^{4+} , полученных для большого количества образцов, и сравнение этих данных с измерениями на стандартных растворах приводят к выводу, что в процессе химического анализа стекла происходят некоторые смещения этого соотношения. Причиной этого являются заниженные значения измеренной величины содержания ионов Ce^{4+} , по сравнению с истинной [1]. Целью данной работы было исследование этого явления.

В качестве стандартного вещества нами было взято соединение $Ce(SO_4)_2$. Так как титрование должно происходить в сильно кислой среде, для исследования приготавливался 0,005 Н раствор этого вещества при $pH \sim 0,5$; цвет раствора зеленовато-желтый, прозрачный. Различные произвольно выбранные нами объемы приготовленного раствора дополнялись затем водой до произвольного объема, в нашем случае до 100 мл и в них потенциометрическим титрованием солью Мора [2] устанавливалось количественное содержание Ce^{4+} . Для выявления того этапа, на котором происходит изменение известного содержания Ce^{4+} в растворе, нами были исследованы следующие последовательно используемые при анализе стекла системы (с соответствующим измерением их pH): $Ce(SO_4)_2 - H_2O$; $Ce(SO_4)_2 - H_3BO_3 - [H_2SO_4 + HF]$; $Ce(SO_4)_2 - H_3BO_3 - [H_2SO_4 + HF] - 1$ г стекла без церия.

Измерение концентрации Ce^{4+} в выбранных объемах раствора после доливания до 100 мл насыщенной H_3BO_3 , добавляемой для связывания ионов фтора, являющихся помехой при титровании, не показало каких-либо существенных изменений в результатах, по сравнению с водным раствором (см. таблицу). Это означает, что присутствие борной кислоты в смеси не влияет на содержание в ней Ce^{4+} . Добавление к выбранным объемам стандартного раствора одинакового количества смеси $H_2SO_4 + HF$ (5 мл + 7 мл), применяемой обычно при анализе для растворения образцов исследуемого стекла, мгновенно обесцвечивало раствор и вызывало его легкое помутнение. Затем к раствору доливалась (опять-таки до 100 мл) насыщенная H_3BO_3 , вновь возвращающая раствору прозрачность. Редокс-потенциал такой системы оказывался заниженным, что однозначно указывало на умень-



шение содержания Ce^{4+} в растворе. Описанные процессы особенно наглядны при высоких концентрациях Ce^{4+} ($\times 10$), когда доливачие $H_2SO_4 + HF$ вызывает выделение обильного белого осадка, по всей вероятности нерастворимого CeF_4 ; последующее добавление H_3BO_3 мгновенно полностью растворяет осадок, придавая раствору прозрачность и легкий зеленовато-желтый цвет, однако редокс-потенциал этой системы также оказывается заниженным, по сравнению с исходным. Растворение осадка, вероятнее всего, происходит по той причине, что фториды редкоземельных элементов растворяются некоторыми комплексобразующими агентами (например, H_3BO_3) в кислой среде, связывая F^- в прочный растворимый комплекс [3]. В частности, BF_3 представляет собой исключительно эффективный реагент для раство-

Стандартный раствор, мл	1	5	10	15	20
Расчетное содержание Се, мг	0,7005	3,5025	7,005	10,5075	14,010

$$Ce(SO_4)_2 + H_2O$$

$V_1 - V_2$, mV	10,3—6	11,5—6	11,7—6	12,3—6	12,5—6
pH	1,7	1,8	1,5	1,5	1,4
Соль Мора, мл	1,04	4,92	10,06	15,14	19,6
Измеренное содержание Се, мг	0,7285	3,4464	7,047	10,6055	13,730

$$Ce(SO_4)_2 + H_3BO_3$$

$V_1 - V_2$, mV	10,5—6	11,5—6	11,5—6	12,5—5	12,8—5
pH	2,0	1,8	1,5	1,5	1,5
Соль Мора, мл	1,01	4,98	10,04	15,02	20,02
Измеренное содержание Се, мг	0,7005	3,4884	7,033	10,5215	14,024

$$Ce(SO_4)_2 + (H_2SO_4 + HF) + H_3BO_3$$

$V_1 - V_2$, mV	8,5—6	9,8—6,5	11,7—7	11,7—7	11,7—7
pH	0,42	0,46	0,54	0,64	0,7
Соль Мора, мл	0,68	4,74	9,06	13,82	18,52
Измеренное содержание Се, мг	0,4763	3,3203	6,345	9,6809	12,9732

$$Ce(SO_4)_2 + (H_2SO_4 + HF) + H_3BO_3 + 1 \text{ г стекла без Се}$$

$V_1 - V_2$, mV	8,5—6	9,5—6	9,8—6	11,2—6	11,7—6
pH	0,74	0,68	0,66	0,64	0,62
Соль Мора, мл	0,70	4,72	9,04	13,78	18,48
Измеренное содержание Се, мг	0,4903	3,3063	6,3325	9,6528	12,9452

рения многих неорганических фторидов: $HF + BF_3 \rightarrow H[BF_4]$. Помимо этого, очевидно, в растворе происходят и другие процессы, в результате которых наблюдается снижение количества ионов Ce^{4+} . Это может быть обусловлено либо восстановлением части Ce^{4+} до Ce^{3+} [1], либо образованием соединений, содержащих часть церия в виде комплекса, так что в обоих случаях Ce^{4+} частично оказывается выключенным из реакции титрования. Пользуясь таблицами для определения направления окислительно-восстановительных реакций

[4], можно установить, что ионная реакция между фтором и церием (реакция восстановления Ce^{4+} до Ce^{3+} в присутствии ионов F^-) не пойдет ни при каких условиях, вопреки утверждению авторов [1]. Ce^{4+} может быть восстановлен до Ce^{3+} в присутствии комплекса $[BF_4]$, в котором фтор может служить донором [5]. Если этот процесс в растворе действительно имеет место, то последующее полное окисление предполагаемого Ce^{3+} до Ce^{4+} должно было бы привести нас к исходному стандартному раствору. Однако все наши попытки провести такой «обратный» процесс с помощью сильнейших окислителей $(NH_4)_2SO_4$ и $(NH_4)_2S_2O_8$ при кипячении в сильно кислой среде не увенчались успехом.

Таким образом, наиболее вероятным оказывается предположение об образовании комплексных соединений церия в исследуемом растворе. Это могут быть церифторкислоты $H_2[CeF_6]$, $H_2[CeF_4(OH)_2]$, а также производные этих кислот [6].

Нами было исследовано, кроме того, влияние среды растворенного стекла на результаты измерений концентрации Ce^{4+} . Для этого 1 г стекла $65 SiO_2 \cdot 15 Li_2O \cdot 10 Al_2O_3 \cdot 10 MgO$ (мол. %), не содержащего церия, растворялся в обычном количестве $H_2SO_4 + HF$ и в полученный раствор вводились все ранее выбранные нами объемы исходного раствора $Ce(SO_4)_2$. Проведенный после добавления H_3BO_3 до 100 мл анализ на содержание Ce^{4+} показал полное совпадение результатов с предыдущим этапом исследований, т. е. присутствие HF в растворе стекла снижает содержание в нем ионов Ce^{4+} , по сравнению с исходным, в той же мере, что и в стандартном растворе.

Рис. 1. По оси абсцисс отложено расчетное содержание церия в стандартном растворе, по оси ординат — содержание церия, измеренное потенциометрическим методом; кривая 1 соответствует случаям $Ce(SO_4)_2 + H_2O$, $Ce(SO_4)_2 + H_3BO_3$; кривая 2 — случаям $Ce(SO_4)_2 + H_3BO_3 + (H_2SO_4 + HF)$, $Ce(SO_4)_2 + (H_2SO_4 + HF) + 1$ г стекла без церия



Таким образом, можно заключить, что присутствие плавиковой кислоты в растворе при анализе стекла вызывает стабильное изменение результатов измерения количественного соотношения Ce^{3+}/Ce^{4+} в сторону уменьшения содержания Ce^{4+} . Этот фактор необходимо учитывать при анализе стекол на долю Ce^{4+} ; рис. 1 может служить для калибровки аналитических данных при различных концентрациях це-



რია. При определении общего содержания церия в этих поправках нет необходимости, поскольку после растворения стекла в HF производится выпаривание полученного раствора на горелке в платиновом тигле до полного прекращения выделения паров фтора. Последующее растворение остатка в H_2SO_4 , повторное выпаривание смеси, а затем кипячение совместно с сильными окислителями приводят к полному окислению всего присутствующего в образце стекла церия, который и определяется как Ce^{4+} при общем анализе на содержание церия.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 6.10.1977)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ვ. კაჩიბაია, ი. სიამაშვილი, ბ. გავრილენკო, დ. ჩხაიძე

მინეაზში ოთხვალენტური ცერიუმის რაოდენობითი განსაზღვრის
ზოგიერთი თავისებურება

რეზიუმე

გამოკვლეულია ცერიუმშემცველი მინების ანალიზის დროს გამოყენებული სხვადასხვა რეაგენტის გავლენა $0,005N$ $Ce(SO_4)_2$ სტანდარტული ხსნარის სხვადასხვა მოცულობით წერტილებში Ce^{4+} -ის შემცველობის გაზომვის შედეგებზე. დადგენილია, რომ HF-ის თანაობა იწვევს Ce^{4+} -ის გათვლილი რაოდენობის შემცირებას როგორც სტანდარტულ ხსნარში, ისე მინის შემცველ ხსნარში.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

V. N. KACHIBA'YA, I. L. SIAMASHVILI, T. B. GAVRILENKO, D. N. CHKHAIDZE

SOME FEATURES OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF Ce^{4+}
IN GLASSES

Summary

The effect of various reagents used in the analysis of cerium-containing glasses on the results of measurements of the Ce^{4+} content at different points of $0.005 N$ volumes of the standard aqueous solution $Ce(SO_4)_2$ has been studied. The presence of HF in the medium has been found to cause a marked decrease of the calculation (and measured) content of Ce^{4+} both in the standard solution and in the glass medium. A tentative explanation of the observed facts is presented as well as a calibration curve for obligatory corrections in determining the share of Ce^{4+} in cerium-containing glasses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Paul, R. W. Douglas. *Phys. and Chem. Glasses*, 6, №6, 1965, 212.
2. В. Н. Качибая, И. Л. Сиамашвили. *Сообщения АН ГССР*, 56, № 1, 1969, 117.
3. Г. Реми. *Курс неорганической химии*, т. 1. М., 1972, 389.
4. А. П. Крешков. *Основы аналитической химии*. М., 1970.
5. Сб. «Исследования по теоретической и прикладной неорганической химии». М., 1971, 334.
6. В. В. Серебрянников. *Химия редкоземельных элементов*. Томск, 1959, 324.

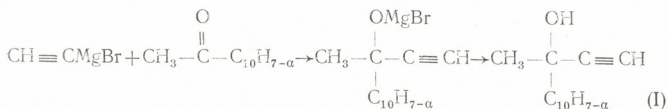
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР), М. Д. ЧАНТУРИЯ

СИНТЕЗ И НЕКОТОРЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ 3-(α -НАФТИЛ)-
 БУТИН-1-ОЛА-3

Ранее нами были описаны синтез и химические превращения нафтилсодержащих ацетиленовых γ -гликолей [1—4]. Продолжая работу в этом направлении, мы изучили поведение в аналогичных реакциях нафтилсодержащего спирта 3-(α -нафтил)-бутин-1-ола-3 (I).

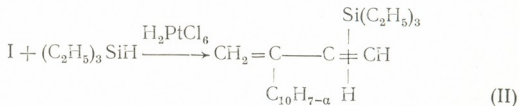
Синтез спирта (I) проводили по методу [5].



В ИК-спектре соединения (I) имеются полосы, соответствующие связи $\text{C}\equiv\text{C}$ (2120 см^{-1}), $\equiv\text{C}-\text{H}$ (3300 см^{-1}), ароматического ядра (3060 см^{-1}), и поглощение в области 3400 см^{-1} , характерное для гидроксильной группы.

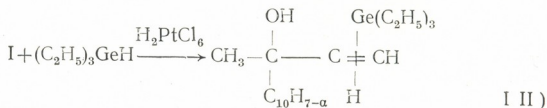
Реакцию гидросилилирования соединения (I) проводили в присутствии катализатора Спейера (0,1 М раствор H_2PtCl_6 в изопропиловом спирте).

Установлено, что реакция идет с присоединением триэтилсилана по тройной связи, которая сопровождается дегидратацией.



В ИК-спектре соединения (II), в отличие от спектра исходного вещества (I), не наблюдаются поглощения, соответствующие связи $\text{C}\equiv\text{C}$, $\equiv\text{C}-\text{H}$ и гидроксильной группе, но наблюдаются полосы поглощения в области 1240 , 1220 и 750 см^{-1} $\text{C}-\text{Si}$ связи.

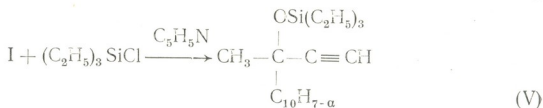
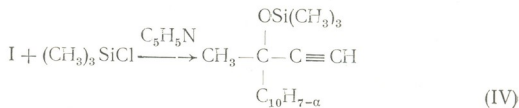
Гидрогермилированием соединения (I) в присутствии катализатора Спейера выделен продукт присоединения по тройной связи:





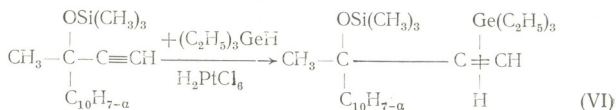
В ИК-спектре соединения (III) имеются поглощения, характерные для групп OH (3400 см^{-1}), связи C—Ge ($580, 720 \text{ см}^{-1}$) и ароматического ядра (3060 см^{-1}).

Взаимодействием (I) с триметил- и триэтилхлорсиланами в пиридине выделены соответствующие эфиры (IV) и (V).



В ИК-спектрах соединений (IV) и (V), в отличие от спектра исходного спирта (I), не наблюдается поглощение гидроксильной группы в области 3400 см^{-1} , но имеются полосы поглощения фрагмента C—O—Si ($1100,840 \text{ см}^{-1}$), связи C—Si ($1240, 750 \text{ см}^{-1}$), C≡C (2120 см^{-1}) и ≡C—H (3300 см^{-1}).

Изучено также гидрогермирование (IV) вещества триэтилгидрогерманом в присутствии катализатора Спейера; выделен германий-содержащий эфир (VI).



В ИК-спектре соединения (VI), в отличие от спектра (IV), не наблюдается поглощение связи ≡C—H (3300 см^{-1}), C≡C (2120 см^{-1}), но имеются полосы поглощения C—Ge связи ($580, 700-720 \text{ см}^{-1}$).

Основные показатели, выходы и данные элементного анализа приведены в таблице.

ИК-спектры снимались на приборе UR-20 с призмами NaCl, LiF, KBr. Ход реакции и индивидуальность синтезированных соединений проверена тонкослойной хроматографией. Для хроматографии применены окись алюминия II степени активности, элюент — гексан-эфир (9:1).

Спирт 3-(α-нафтил)-бутин-1-ол-3 (I) получен по методу [5].

Гидросилилирование спирта (I). Смесь 2,5 г (I), 2 г триэтилгидросилана и 0,2 мл катализатора Спейера выдерживали 4 часа при 90° . Перегонкой в вакууме выделен (II).

Гидрогермирование спирта (I). Смесь 3,92 г спирта (I), 5 г триэтилгидрогермана и 0,3 мл катализатора Спейера выдерживали 4 часа при 90° . Полученную реакционную массу перегоняли в вакууме; выделен продукт (III).

Синтезированные соединения

№	Выход, %	Т. кип., Р 2мм	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D		Найдено, %				Формула	Вычислено, %			
					найд.	вычис.	С	Н	Э	ОН		С	Н	Э	ОН
I	44,0	138	1,1398	1,6271	60,83	60,96	85,46 85,18	6,74 6,95	— —	8,21 8,48	C ₂₄ H ₁₂ O	85,70	6,12	—	8,71
II	68,2	154	1,0114	1,5768	98,43	98,04	81,15 81,37	8,63 8,39	9,47 9,36	— —	C ₂₀ H ₂₆ Si	81,29	8,84	9,52	—
III	60,4	181	1,1526	1,5732	101,90	102,16	67,69 67,38	8,74 8,61	20,26 20,15	5,5 5,3	C ₂₆ H ₂₈ GeO	67,32	7,85	20,33	4,75
IV	65,5	106	1,0806	1,5889	83,45	83,74	77,01 76,90	7,69 7,88	10,20 10,54	—	C ₁₇ H ₂₀ SiO	76,11	7,46	10,44	—
V	63,0	169	1,0216	1,5560	97,51	97,69	77,35 77,19	8,84 8,33	9,08 9,35	—	C ₂₀ H ₂₄ SiO	77,41	8,38	9,03	—
VI	61,9	175	1,0751	1,5370	124,71	124,95	64,05 64,94	7,92 8,57	23,22 23,75	—	C ₂₃ H ₃₀ SiGeO	64,48	8,40	23,46	—



Получение 3-(α -нафтил)-3-триметил-силокси-л-бути-3 (IV). К смеси 3,92 г спирта (I), 1,2 г. пиридина при перемешивании по каплям добавляли 4 г триметилхлорсилана. Смесь нагревали на водяной бане в течении 6 часов. Осадок отфильтровывали. Перегонкой в вакууме выделен (IV).

В аналогичных условиях получен продукт (V).

Гидрогермилрование (IV). Смесь 5,3 г (IV), 4,5 г триэтилгидрогермана и 0,2 мл катализатора Спейера выдерживали 6 часов при 90°. Перегонкой в вакууме выделен (VI).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.10.1977)

ორბანული ქიმიკოსთა საზოგადოება

ი. გვერდციტილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. ჰანტურია

3-(α -ნაფტილ)-ბუთინ-1-ოლ-3-ის სინთეზი და ზოგიერთი
ბარდაქმნა

რეზიუმე

სინთეზირებულია ნაფტილის რადიკალის შემცველი აცეტილენური სპირტი 3-(α -ნაფტილ)-ბუთინ-1-ოლ-3.

გამოყოფილია მიღებული სპირტის ჰიდროსილილირების, ჰიდროგერმილირების და აგრეთვე ზოგიერთ ქლორსილანთან ურთიერთმოქმედების პროდუქტები.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, M. D. CHANTURIA

SYNTHESIS AND SOME CONVERSIONS OF 3-(α -NAPHTHYL)-
BUTYNE-1-OL-3

Summary

Acetylenic alcohol 3-(α -naphthyl)-butyne-1-ol-3 has been synthesized. Its hydrosilylation, hydrogermilation and some reaction products with chlorosilanes have been isolated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, М. Д. Чантурия. ЖОХ, 42, 1972, 1767.
2. И. М. Гвердцители, М. Д. Чантурия. ЖОХ, 42, 1972, 1773.
3. И. М. Гвердцители, М. Д. Чантурия. ЖОХ, 40, 1970, 2719.
4. И. М. Гвердцители, М. Д. Чантурия. Сообщения АН ГССР, 65, № 1, 1972, 73.
5. E. R. Jones, L. Skattebol, M. Whiting. J. Chem. Soc., 1956, 4765.

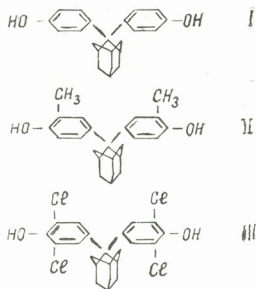
Г. Ш. ПАПАВА, Н. С. ГЕЛАШВИЛИ, Л. А. БЕРИДЗЕ,
 П. Д. ЦИСКАРИШВИЛИ

ПОЛИКАРБОНАТЫ С АДАМАНТАНОВЫМИ КАРДАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. М. Гвердцители 20.10.1977)

Показано [1, 2], что кардовые полимеры, по сравнению с поликонденсационными полимерами другого строения (без циклов или с боковыми заместителями различного типа), обладают более ценным комплексом физико-механических свойств, в частности высокой термо- и теплостойкостью, растворимостью в органических растворителях.

Настоящая работа посвящена синтезу и исследованию свойств поликарбонатов с адамантановым кардом на основе бисфенолов: 2,2-бис(4-оксифенил)адамантана (I), 2,2-бис(3-метил, 4-оксифенил)адамантана (II), 2,2-бис(3,5-дихлор, 4-оксифенил)адамантана (III):



Полимеры синтезированы как методом межфазной поликонденсации бисфенолята и фосгена, так и при низкотемпературном режиме процесса в растворе (метиленхлориде или дихлорэтано в присутствии пиридина).

Свойства полученных поликарбонатов приведены в таблице.

Полученные поликарбонаты — белые порошки. По данным рентгеноструктурного анализа, они имеют кристаллическую или аморфную структуру в зависимости от условий синтеза. При синтезе методом межфазной поликонденсации получают аморфные полимеры. Проведение процесса методом низкотемпературной поликонденсации способствует упорядочению структуры.

Введение объемного, неопланарного, симметричного адамантанового карда обеспечивает синтезируемым поликарбонатам повышенную теплостойкость и термостойкость, по сравнению с бескардовыми поликарбонатами, например с поликарбонатами диана. Температура



размягчения повышается на 80—90°C, а температура начала интенсивного разложения — на 20—30°C. Упорядочение структуры поликарбонатов повышает температуру размягчения на 10—20°C (см. таблицу, рис. 1).

Свойства поликарбонатов с адамантановыми кардами

№ п.п.	Элементарное звено	η_{sp}^{20} при 0,5% раствора полимера в дихлорэтане, дл/г	Выход, %	Температура размягчения, °С		Температура начала уменьшения в весе, °С	Структура	
				по термомеханической кривой				
				в капилляре	по термомеханической кривой			
1		а	0,44	95	315—340	300	310	Аморфная
		б	0,25*	90	330—365	320	330	Кристаллическая
2		а	0,50	95	310—335	230	310	Аморфная
		б	0,30*	90	310—350	240	300	Кристаллическая
3		а	0,40	93	360—380	310	350	Аморфная
		б	0,21	90	350—380	—	350	Частично упорядоченная

Примечание: полимер получен: а—межфазной поликонденсацией, б—низкотемпературной поликонденсацией в растворе.

* Вязкость определена в смеси фенол-тетрахлорэтан (1:3 по весу).



Поликарбонаты с аморфной структурой растворяются в дихлорэтане, метилхлориде, хлороформе, тетрахлорэтаноле, диоксане, диметилформамиде, циклогексаноне, кристаллические образцы не растворяются в вышеперечисленных растворителях, а растворяются в смеси фенол-тетрахлорэтан (1:3 по весу).

Получены пленки из полимера на основе 2,2-бис(4-оксифенил)-адамантана из раствора в тетрахлорэтаноле и хлороформе.

Межфазная поликонденсация. В круглодонную трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, термометром и капельной воронкой, загружают 6 мл дистиллированной воды, 0,28 г (0,007 моль) едкого натра и 0,8 г (0,0025 моль), 2,2-бис(4-оксифенил)-адамантана (или 0,0025 моля другого адамантансодержащего бисфенола). После образования нерастворимой пасты фенолята температуру снижают до 10°C и добавляют 5 мл дихлорэтана. Затем при энергич-

ном перемешивании в течение 5 мин прибавляют раствор 0,27 г (0,0027 моль) фосгена в холодном, сухом, свежеперегнанном метиленхлориде (~ 11% раствор). При этом температура не должна превышать 12°C. После окончания загрузки фосгена к реакционной массе прибавляют три капли триэтиламина и продолжают перемешивание. Реакционная смесь имеет почти нейтральную реакцию. Продолжительность процесса 2,5 часа. После окончания поликонденсации нижний органический слой разбавляют 2 мл хлороформа и полимер высаживают приливанием раствора в четырехкратный объем метанола. Получается белый волокнистый продукт с выходом 95% от теоретического.

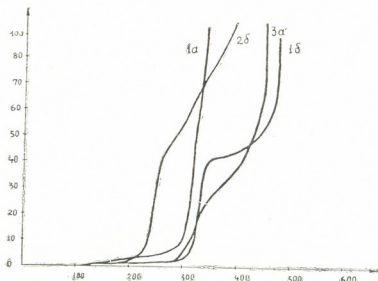


Рис. 1. Термомеханические кривые поликарбонатов на основе: 1—2,2-бис(4-оксифенил) адамантана, 2—2,2-бис(3-метил, 4-оксифенил) адамантана, 3—2,2-бис(3,5-дихлор, 4-оксифенил) адамантана; а) — полимер, полученный межфазной поликонденсацией, б) — полимер, полученный низкотемпературной поликонденсацией в растворе

Поликонденсация в растворе. В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, термометром и капельной воронкой, загружают 0,8 г (0,0025 моля) 2,2-бис(4-оксифенил) адамантана (или 0,025 моля другого адамантансодержащего бисфенола). 0,6 мл (0,0075 моля) пиридина и 5 мл метиленхлорида. При перемешивании в течение 5 мин добавляют раствор 0,26 г (0,0026 моля) фосгена в 2,5 мл метиленхлорида. Температура реакции 28—30°C, продолжительность 2 часа. Реакционную массу выливают в метанол, полимер осаждается в виде порошка. Выход 90% от теоретического.

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

(Поступило 23.10.1977)



ბ. პაპავა, ნ. ბელაშვილი, ლ. ბერიძე, პ. ცისკარიშვილი

ადამანტანის კარდის უმცველი პოლიკარბონატები

რეზიუმე

მიღებულია ადამანტანის კარდის უმცველი პოლიკარბონატები 2,2-ბის-(4-ოქსიფენილ) ადამანტანის, 2,2-ბის (3-მეთილ, 4-ოქსიფენილ) ადამანტანის და 2,2-ბის (3,5-დიქლორ, 4-ოქსიფენილ) ადამანტანის საფუძველზე. შესწავლილია მათი თბო- და თერმომდგრადობა, ხსნადობა ორგანულ გამხსნელებში.

ORGANIC CHEMISTRY

G. Sh. PAPAUA, N. S. GELASHVILI, L. A. BERIDZE, P. D. TSISKARISHVILI

POLYCARBONATES WITH CARDS OF ADAMANTANE

Summary

Polycarbonates with cards of adamantane were synthesized on the basis of 2,2-bis (4-oxyphenyl) adamantane, 2,2bis (3-methyl, 4-oxyphenyl) adamantane and 2,2-bis (3,5-dichlorine, 4-oxyphenyl) adamantane.

The thermal stability, heat resistance, and solubility in organic solvents were studied for the obtained polymers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский. УХ, 7, 1973, 1925.
2. В. В. Коршак, С. Н. Салазкин, Л. А. Беридзе, С. В. Виноградова, Высокомолек. соед., 15, № 4, 1973, 841.

Р. Д. ГИГАУРИ, Б. Д. ЧЕРНОКАЛЬСКИЙ, Л. И. ГОДЕРДЗИШВИЛИ,
 Т. Н. ШАТАКИШВИЛИ

СИНТЕЗ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ГАЛОГЕНВОДОРОДНЫМИ
 КИСЛОТАМИ ОКИСЕЙ ДИ-*m*-ТОЛИЛАЛКИЛАРСИНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 14.10.1977)

Используя полученные ранее ди-*m*-толилалкиларсины, о синтезе и некоторых физико-химических свойствах которых уже сообщалось [1], в настоящей работе мы задались целью синтезировать и изучить свойства окисей этих соединений.

Как оказалось, окисление ди-*m*-толилалкиларсинов протекает гладко перекисью водорода, распространенным окислителем третичных арсинов [2]: $R(m\text{-CH}_2\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{As} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow R(m\text{-CH}_2\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsO} + \text{H}_2\text{O}$.

Реакцию проводили при комнатной температуре в ацетоновом растворе. Синтезированные окиси (табл. 1) являются бесцветными кристаллическими веществами, растворимыми в бензоле, дихлорэтано и абсолютном этиловом спирте, но нерастворимыми в эфире. На влажном воздухе они расплываются. Температура плавления соединений, содержащих изо-радикалы, выше, чем содержащих нормальные цепи.

Окиси ди-*m*-толилалкиларсина
 $R(m\text{-CH}_2\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsO}$

Таблица 1

№	R	Выход, %	Т. пл., °C	Найдено As, %	Формула	Вычислено As, %
1	CH ₃	88,2	102—103	25,58; 25,95	C ₁₅ H ₁₇ AsO	26,04
2	C ₂ H ₅	76,3	98—100	24,79; 24,80	C ₁₆ H ₁₉ AsO	24,83
3	<i>n</i> -C ₃ H ₇	80,5	95—97	23,26; 23,52	C ₁₇ H ₂₁ AsO	23,73
4	изо-C ₃ H ₇	71,0	101—102	23,84; 23,74	C ₁₇ H ₂₁ AsO	23,73
5	<i>n</i> -C ₄ H ₉	87,8	114—115	23,00; 23,07	C ₁₈ H ₂₃ AsO	22,72
6	изо-C ₄ H ₉	85,5	117—118	22,81; 22,77	C ₁₈ H ₂₃ AsO	22,72
7	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	86,1	106—108	22,07; 21,70	C ₁₉ H ₂₅ AsO	21,80
8	изо-C ₅ H ₁₁	74,7	132—134	22,14; 22,15	C ₁₉ H ₂₅ AsO	21,80
9	<i>n</i> -C ₆ H ₁₃	62,7	117—118	20,81; 21,17	C ₂₀ H ₂₇ AsO	20,94

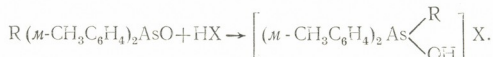
Индивидуальность и строение полученных окисей ди-*m*-толилалкиларсинов, кроме элементного анализа, подтверждены с помощью ИК-спектров. Так, в спектрах всех соединений наблюдаются интенсивные полосы поглощения в области 890 см⁻¹, обусловленные As=O-связями, полосы поглощения в области 690, 1000, 1030, 1080, 1440 и 1590 см⁻¹, характерные для As—*ph*-связей [3], и др.

Имея окиси ди-*m*-толилалкиларсинов, мы поставили задачу изучить взаимодействие последних с галогеналкилами (иодистый и бромистый этил) по методике [4]. Однако все наши попытки выделить в химически чистом виде продукты реакции оказались безуспешными: при



длительном стоянии (1 месяц) бензольного раствора продукт взаимодействия не выделяется в виде кристаллического вещества, а при перегонке смеси происходит его разложение до мышьяковистого ангидрида.

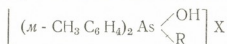
Оказалось, что соли ди-*m*-толилалкилоксиарсония получаются с хорошим выходом при непосредственном взаимодействии окисей соответствующих арсинов с хлористым водородом и бромистоводородной кислотой:



Синтез хлористых ди-*m*-толилалкилоксиарсониев проводили в сухом бензоле, бромистых арсониев — в водном растворе. Полученные соли представляют собой бесцветные, часто гигроскопичные кристаллические вещества. Они хорошо растворяются в эфире, тетрагидрофуране и этиловом спирте, мало — в петролейном эфире, не растворяются в гептане и октане. В воде подвергаются сильному гидролизу (до pH 2). При попадании на кожу вызывают ее раздражение. В отличие от солей тетракил(арил) арсония [5], при взаимодействии с перхлоратом магния в ацетоновом и спиртовом растворах не выделяются кристаллические перхлораты.

Некоторые сведения о полученных солях оксиарсония представлены в табл. 2. Получить соли ди-*m*-толилалкилоксиарсония, содержащие более высокие радикалы (начиная с аμιлового), нам не удалось: получаются маслообразные вещества желтоватого цвета, хорошо растворимые как в полярных, так и в неполярных растворителях, разлагающихся при перегонке.

Таблица 2

Соли ди-*m*-толилалкилоксиарсония

№	R	X	Выход, %	Т. пл. °C	Найдено As, %	Формула	Вычислено As, %
1	CH ₃	Cl	71,0	114—116	22,89; 22,60	C ₁₅ H ₁₈ AsOCl	23,11
2	CH ₃	Br	76,2	118—120	19,92; 20,19	C ₁₅ H ₁₈ AsBrO	20,32
3	<i>n</i> -C ₃ H ₇	Cl	83,2	102—103	21,58; 21,33	C ₁₇ H ₂₂ AsOCl	21,27
4	изо-C ₃ H ₇	Cl	80,3	105—106	21,39; 21,29	C ₁₇ H ₂₂ AsOCl	21,27
5	<i>n</i> -C ₄ H ₉	Br	77,7	81—82	18,00; 17,95	C ₁₈ H ₂₄ AsBrO	18,24
6	<i>n</i> -C ₄ H ₉	Cl	68,3	66—68	20,04; 20,22	C ₁₈ H ₂₄ AsOCl	20,46
7	изо-C ₄ H ₉	Cl	73,8	90—92	19,95; 20,17	C ₁₈ H ₂₄ AsOCl	20,46

В ИК-спектрах синтезированных солей ди-*m*-толилалкилоксиарсония исчезают полосы поглощения, характерные для As=O-связи.

Таким образом, нами показано, что окислением ди-*m*-толилалкиларсинов перекисью водорода в ацетоновом растворе получают соответствующие окиси. Изучено взаимодействие окисей ди-*m*-толилалкиларсинов с галогенводородными кислотами. При этом образуются соли ди-*m*-толилалкилоксиарсония с высоким выходом.

Окись изобутилди-*m*-толиларсина. К раствору 9,65 г изобутилди-*m*-толиларсина в 30 мл ацетона при хорошем охлаждении

(ледяная вода) и перемешивании по каплям медленно (25—30 мин) добавляли 7,5 мл 20%-ного водного раствора перекиси водорода. Реакционную смесь перемешивали без охлаждения в течение 1,5 часов, ацетон отгоняли полностью и воду отделяли методом азеотропной сушки (бензол) с применением насадки Дина—Старка. После отгонки растворителя и прибавления малого количества (15—20 мл) сухого эфира выкристаллизовалось бесцветное вещество, которое фильтровали, несколько раз промывали малыми порциями эфира и сушили в вакуум-эксикаторе над пятиокисью фосфора и парафина до постоянного веса. Выделили 8,6 г (85,5%) окиси изобутилди-*m*-толилларсина с т. пл. 117—118°. Найдено, %: As 22,81; 22,77. $C_{18}H_{23}AsO$. Вычислено, %: As 22,72.

Этим же путем получены и другие окиси ди-*m*-толилалкиларсинов (см. табл. 1).

Взаимодействие окиси *n*-пропилди-*m*-толилларсина с иодистым этилом. К раствору 16,0 г *n*-пропилди-*m*-толилларсина в 60 мл бензола добавляли 9,0 г иодистого этила и оставляли при комнатной температуре. Через 3 дня раствор начал желтеть, однако вещество не выкристаллизовалось. После 25 дней стояния смесь кипятили с обратным холодильником 6 часов. После отгонки растворителя остаток перегоняли в вакууме. Перегонка с разложением начиналась с 200—210° при 1 мм давления. Выделить какой-нибудь продукт взаимодействия в химически чистом виде не удалось. В перегонной колбе осталось ~4 г черного смолистого остатка, из которого после обработки этилацетатом выделили 1,2 г загрязненного мышьяковистого ангидрида.

Аналогично проводили взаимодействие окиси изоамилди-*m*-толилларсина с иодистым этилом, а взаимодействие окисей *n*-бутилди-*m*-толил- и изоамилди-*m*-толилларсина с бромистым этилом — по методике [5]. Во всех случаях достигнуть цели не удалось.

Хлористый *n*-бутилди-*m*-толил окси арсений. Раствор 3,5 г окиси *n*-бутил-*m*-толилларсина в 40 мл бензола насыщали хлористым водородом до полного исчезновения помутнения, которое образуется на первой стадии при пропускании хлора. После отгонки растворителя в токе углекислого газа остаток закристаллизовался под вакуумом над пятиокисью фосфора и парафином. Получили 2,65 г (68,3%) вещества с т. пл. 66—68° (из октана). Найдено, %: As 20,04; 20,22. $C_{18}H_{24}AsOCl$. Вычислено, %: As 20,46.

Аналогично получили и другие хлористые ди-*m*-толилалкилоксиарсении, представленные в табл. 2.

Бромистый метилди-*m*-толил окси арсений. К насыщенному спиртовому раствору 2,15 г окиси метилди-*m*-толилларсина добавляли 2,2 г 35%-ной бромистоводородной кислоты и кипятили 0,5 часа. Дальнейший ход опыта аналогичен описанному при синтезе хлористого *n*-бутилди-*m*-толил окси арсения. Выделили 2,1 г (76,2%) вещества желтоватого цвета с т. пл. 118—120° (из октана). Найдено, %: As 19,92; 20,15. $C_{15}H_{18}AsBrO$. Вычислено, %: As 20,32.

Этим же путем получен и бромистый *n*-бутилди-*m*-толил окси арсений, данные о котором приведены в табл. 2 (соединение 7).

ИК-спектры исследуемых образцов изучали на спектрометре UR-20 в области 40—3600 cm^{-1} в виде эмульсии в вазелиновом масле между пластирками из КВг.

რ. ბიბაშვილი, ბ. ჩერნოკალსკი, ლ. გოდერძიშვილი, თ. შატაკიშვილი

დი-მ-ტოლილალკილარსინების ჟანგების სინთეზი და
 ურთიერთქმედება ჰალოგენწყალბადოჟანგებთან

რეზიუმე

მიზნად დავისახეთ მიგველო დი-მ-ტოლილალკილარსინების ჟანგები და შეგვესწავლა მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ აცეტონის ხსნარში 20%-იანი წყალბადის ზეჟანგით დი-მ-ტოლილალკილარსინების დაჟანგვის შედეგად კარგი გამოსავლიანობით მიიღებიან დი-მ-ტოლილალკილარსინების ჟანგები. შესწავლილია ამ უკანასკნელთა მოქმედება ქლორწყალბადსა (გამსხნელ-ბენზოლი) და ბრომწყალბადმქაფავზე (სპირტხსნარი). დადგენილია, რომ როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში მიიღებიან შესაბამისი დი-მ-ტოლილალკილოქსიარსონიუმის მარილები.

ORGANIC CHEMISTRY

R. D. GIGAURI, B. D. CHERNOKALSKI, L. I. GODERDZISHVILI,
 T. N. SHATAKISHVILI

ON THE SYNTHESIS OF DI-M-TOLYLALKYLARSINE OXIDES
 AND THEIR INTERACTION WITH HALOGEN HYDRIDE ACIDS

Summary

Continuing the study of the properties of diarylarsine products, the authors aimed at obtaining di-m-tolylalkylarsine oxides and at studying their physico-chemical properties.

Oxidation of di-m-tolylalkylarsines with hydrogen peroxide in acetone was found to result in high yields of di-m-tolylalkylarsine oxides. The interaction of the obtained products with HCl (benzene as a solvent) and HBr (spirit solution) was studied; in both cases corresponding di-m-tolylalkyloxonium salts were obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. D. Gigauri, M. A. Индия, Б. Д. Чернокальский, М. М. Угулава. ЖОХ, 45, 1975, 2179.
2. Синтезы органических препаратов, № 4, 1953, 534.
3. P. P. Шагидуллин, И. А. Ламанова. Изв. АН СССР, сер. хим., № 6, 1969, 1238.
4. Б. Д. Чернокальский, Л. А. Воробьева. ЖОХ, 43, 1973, 1939.
5. P. D. Gigauri, Г. Н. Чачава, Б. Д. Чернокальский, М. М. Угулава. ЖОХ, 43, 1973, 835.

Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ, Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР),
Т. А. ХЕЛАДЗЕ, Л. М. ШАРАБИДЗЕ

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАТИОНМОДИФИЦИРОВАННОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО ЦЕОЛИТА — ЭРИОНИТА В РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ЗАКИСИ АЗОТА

В последнее время большое внимание привлекают синтетические цеолиты, содержащие катионы d-элементов, как катализаторы окислительно-восстановительных реакций. В работах многих авторов [1—4] исследована каталитическая активность катионмодифицированных форм цеолитов типа фожазита, зависимость их активности от степени обмена и природы замещающего катиона. Высококремнистые цеолиты с катионами переходных металлов в окислительно-восстановительных реакциях изучены мало, поэтому представляет интерес исследование каталитических свойств синтетических цеолитов — эрионитов, отличающихся сравнительно высокой химической и термической устойчивостью [5].

Целью настоящей работы являлось изучение каталитической активности Со- и Си-содержащих синтетических эрионитов в реакции гетерогенного разложения закиси азота, роли химической природы обменного катиона и зависимости каталитической активности цеолитов от степени обмена ионов натрия на ионы кобальта и меди.

Реакция гетерогенного разложения закиси азота изучалась при помощи проточно-циркуляционной установки. Гомогенный распад закиси азота в отсутствие катализатора и при температурах проведенного эксперимента (300—450°) не наблюдался. Анализ продуктов реакции осуществлялся хроматографически. Колонки были заполнены гранулированным цеолитом 0,32 TMNaY [6]. Опыты проводились при атмосферном давлении и в интервале температур 300—450°. Исследовалась активность как исходных, так и «восстановленных» форм катализаторов (восстановление цеолитов осуществлялось пропусканием 1 л тщательно очищенной окиси углерода при температуре 500°). Перед началом опыта цеолиты обрабатывались сухим воздухом при 200 и 400—420°. Серией предварительных опытов были установлены условия, обеспечивающие протекание реакции в кинетической области.

Исходный KNaЭ (0,59 K₂O · 0,32 Na₂O · Al₂O₃ · 6,93 SiO₂ · 6,00 H₂O) обрабатывали 0,1 N раствором солей кобальта и меди. Химическим анализом было установлено, что степень обмена ионов натрия (ионы калия занимают в структуре эрионита труднодоступные позиции и не участвуют в ионообменных процессах — обмениваются с большим трудом) на ионы кобальта и меди равна 50,5; 90 и 55; 85% соответственно.

Предварительные опыты показали, что исходный KNaЭ имеет незначительную каталитическую активность в реакции разложения за-

киси азота, что может быть объяснено присутствием примесей валентных катионов.

Кобальтсодержащие цеолиты по каталитической активности превосходят медьсодержащие цеолиты (рис. 1). Как видно из рис. 1, с повышением степени обмена каталитическая активность кобальтсодержащих образцов увеличивается. Иная картина зависимости атомной каталитической активности (АКА) от степени обмена наблюдается для кобальтсодержащих цеолитов типа фожазита [7], что позволяет полагать, что структура цеолита оказывает заметное влияние на каталитические свойства катионов d-элементов (здесь и в ранее опубликованных работах [7—9] АКА выражается как отношение степени превращения к общему числу введенных катионов).

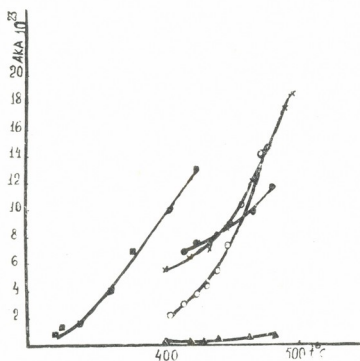


Рис. 1. Зависимость АКА от температуры катионмодифицированных цеолитов типа эрионита: \blacktriangle —K,NaЭ; \times —0,11 CoKNaЭ; \blacksquare —0,19 CoKNaЭ; \bullet —0,11 CuKNaЭ; \circ —0,21 CuKNaЭ

В случае медьсодержащих цеолитов типа эрионита каталитическая активность с повышением степени обмена при низких температурах уменьшается, а при высоких температурах увеличивается. По-видимому, с повышением температуры в образцах с максимальной степенью обмена в роли активных центров выступают ассоциаты типа $\text{Cu}^{+2}-\text{O}-\text{Cu}^{+2}$, т. е. возникает так называемый «коллективный эффект».

Из литературных данных [10, 11] известно, что при обработке цеолитов восстановителями (NH_3 , H_2 , CO , C_2H_4 и др.) происходит «обескислороживание» (обеднение кислородом) катализатора. Предполагают, что переход восстановителей в их окисленную форму обуславливается участием структурного кислорода в процессах окисления. Для выяснения этого факта нами также была изучена активность «восстановленных» форм цеолитов, полученных после обработки 1 л газообразной окиси углерода.

По экспериментальным данным (рис. 2), обработка Cu-содержащих цеолитов окисью углерода уменьшает каталитическую активность образца с минимальной степенью обмена (0,11 CuKNaЭ), а активность

образца с максимальной степенью обмена увеличивается. Тенденция уменьшения активности после восстановления наблюдается и для исходного цеолита — $\text{KNa}\text{Э}$. Эти результаты дают право полагать, что уменьшение каталитической активности образцов с минимальной степенью обмена после восстановления обусловливается образованием кислородных вакансий в структурах цеолитов: среда, образованная этими вакансиями, способствуют снижению каталитической активности катионов d-элементов. Каталитическая активность цеолитов с высоким содержанием катионов меди ($0,21 \text{ CuKNa}\text{Э}$) под влиянием «восстановления» увеличивается. По-видимому, уменьшение атомов кислорода в цеолите способствует образованию активных катионсодержащих комплексов в эрионите. Восстановление цеолита вызывает выявление «коллективного эффекта» и уменьшает каталитическую активность изолированных катионов.

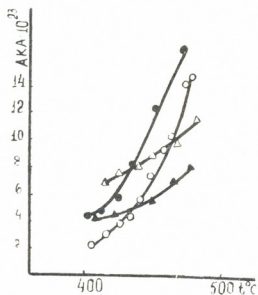


Рис. 2. Зависимость АКА от температуры для медьсодержащих цеолитов до и после восстановления соответственно: Δ , \blacktriangle — $0,11 \text{ CuKNa}\text{Э}$; \circ , \bullet — $0,21 \text{ CuKNa}\text{Э}$

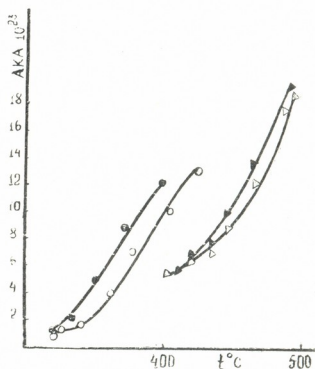


Рис. 3. Зависимость АКА от температуры для кобальтсодержащих цеолитов до и после восстановления соответственно: Δ , \blacktriangle — $0,11 \text{ CoKNa}\text{Э}$; \circ , \bullet — $0,19 \text{ CoKNa}\text{Э}$

Восстановление кобальтсодержащих цеолитов способствует незначительному увеличению каталитической активности (рис. 3).

Таким образом, при восстановлении катализаторов образованные кислородные вакансии по-разному влияют на активные центры, имеющие различную химическую природу, и вызывают уменьшение или увеличение их каталитической активности.

შ. სიდამონიძე, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
 თ. ხელაძე, ლ. შარაბიძე

კათიონმოდირიცირებული სინთეზური ცეოლითის — ერიონიტის —
 კატალიზური აქტივობა აზოტის ჰიდროლის დაშლის რეაქციაში

რეზიუმე

შესწავლილია კობალტჩანაცვლებული სინთეზური ერიონიტის როგორც
 საწყისი, ისე ნახშირის ქანგით აღდგენილი ნიმუშების კატალიზური აქტივობა
 აზოტის ქვეჟანგის დაშლის რეაქციაში. ცდის მონაცემების მიხედვით ცეოლი-
 თების კატალიზურ თვისებებზე შესამჩნევ გავლენას ახდენს ცეოლითის
 სტრუქტურა და ჩანაცვლებული კატიონის ქიმიური ბუნება.

PHYSICAL CHEMISTRY

Sh. I. SIDAMONIDZE, G. V. TSITSISHVILI, T. A. KHELADZE, L. M. SHARABIDZE

THE CATALYTIC ACTIVITY OF CATION-MODIFIED SYNTHETIC
 ZEOLITE-ERIONITE IN THE DECOMPOSITION OF NITROUS OXIDE

Summary

The catalytic activity of Co-exchanged erionite in original and reduced
 forms in the decomposition of nitrous oxide has been studied.

The results indicate a substantial influence of the structure of zeolite
 and chemical nature of cation on the catalytic activity of zeolites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Боресков. Кинетика и катализ, т. XIV, вып. 1, 1973.
2. И. Л. Цитовская, О. В. Альтшулер, О. В. Крылов. ДАН СССР, 212, № 6, 1973.
3. О. В. Крылов. Сб. «Поверхностные соединения в гетерогенном катализе». М., 1975.
4. К. Г. Ионе. Изв. СО АН СССР, сер. хим., вып. 2, № 4, 1976.
5. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976.
6. Г. И. Денисенко. Автореферат канд. дисс. Киев, 1973.
7. Г. В. Цицишвили, Ш. И. Сидамонидзе, Т. А. Хеладзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 1, 1977.
8. Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили, Т. А. Хеладзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 2, 1977.
9. Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили, Т. А. Хеладзе. ДАН СССР, 234, № 6, 1977.
10. С. З. Рогинский, О. В. Альтшулер, О. М. Виноградова, В. А. Селезнев, И. А. Цитовская. ДАН СССР, 196, № 4, 1971.
11. О. В. Альтшулер, О. М. Виноградова, В. А. Селезнев, И. А. Цитовская, М. И. Кушнеров. Сб. «Проблемы кинетики и катализа», т. XV, М., 1973.

В. И. ШАПОВАЛ, О. Г. ЦИКЛАУРИ, Н. А. ГАСВИАНИ

ЗНАЧЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ РАСПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В КИНЕТИКЕ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ АНИОНОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 25.5.1977)

В соответствии со сложившимися традиционными представлениями ранее считали, что в расплавленных системах как гомогенные, так и гетерогенные реакции имеют большие скорости обмена и подчиняются законам равновесной термодинамики, при этом скорость электродных процессов определяется закономерностями массопереноса.

Значительным достижением электрохимии ионных расплавов за последние годы является обнаружение электрохимических процессов, соответствующие вольтамперные характеристики которых даже при стационарных условиях поляризации на неподвижном электроде имеют кинетическую природу.

Это в первую очередь относится к электродным процессам при участии кислородсодержащих соединений металлов с сопряженными кислотно-основными взаимодействиями по Люксу.

Исходя из литературных данных [1—13] и результатов исследований [14—20] электровосстановления анионов WO_4^{2-} , MoO_4^{2-} , CrO_4^{2-} на фоне расплавленных хлоридных систем, можно выделить некоторые общие закономерности, присущие всем изученным анионам.

В частности, общим для указанных анионов является отсутствие электрохимической активности в области потенциалов до разряда катиона фонового электролита. При этом в реакции перехода участвуют продукты взаимодействия этих анионов с кислотными составляющими расплавленного электролита [14—20]. В основном такими являются частицы MO_3 с более кислотными свойствами, чем у анионов типа MO_4^{2-} (основания), которые образуют электрохимически активную форму (MO_3) под действием акцепторов кислородных ионов. Несмотря на ограниченность экспериментального материала, при рассмотрении кислотно-основных свойств расплавленных электролитов можно выделить по крайней мере три температурные области и соответственно им электролиты с различной кислотностью:

I область — более $850-900^\circ C$, электролит $CaCl_2$ [1—6],

II область — $700^\circ C$, электролит $KCl-NaCl$ [7, 14—17],

III область — $450^\circ C$, электролит $KCl-LiCl$ [7—10].

Учитывая данные об относительной кислотности катионов [12], нужно считать, что в I области процесс электровосстановления анионов происходит в условиях наибольшей кислотности. Это, по-видимому, обуславливает достаточно большую скорость сопряженных реакций донорно-акцепторного перехода иона кислорода и соответственно диффузионный (квазидиффузионный) контроль предельной скорости процесса электровыделения металлов.



В II области электродный процесс протекает в условиях наименьшей кислотности из-за относительно меньшей плотности заряда потенциальных акцепторов кислородных ионов (K^+ , Na^+). Но сравнительно высокая температура обуславливает увеличение основных свойств анионов при взаимодействии с катионами основного электролита.

При этом скорость сопряженных кислотно-основных реакций настолько мала, что стационарный электродный процесс протекает с кинетическими затруднениями, когда электрохимически активными являются продукты Л—Ф-реакций с переходом O^{2-} — кислоты WO_3 , MoO_3 , CrO_3 . Освобождаясь в результате реакции переноса заряда ионы кислорода накапливаются в приэлектродном слое, что в конечном счете приводит к уменьшению скорости электродного процесса.

Эффект автонгибирования можно предотвратить введением в расплав сильных кислот (PCl_3^- и Ca^{2+}).

В III области, несмотря на избыток кислотных частиц (Li^+), не исключается возможность сильного кинетического торможения, предшествующего разряду, или могут наблюдаться квазидиффузионные процессы, обусловленные предшествующей катионизацией (увеличение положительного заряда) с участием Li^+ или более сильных кислот (Ca^{2+} , Mg^{2+}). В этой области на вольтамперных характеристиках отмечается наличие двух волн, что соответствует не двухстадийному восстановлению, а существованию двух электроактивных форм. Первая волна описывает процесс электровосстановления MO_3 с образованием различных продуктов в зависимости от условия электролиза.

Судя по сложному составу продуктов электролиза при потенциалах, соответствующих завершению второй волны [10, 11, 18—20], можно предположить, что электроактивными в данном случае тоже являются не анионы, а продукты их кислотно-основных взаимодействий с катионами:



Если концентрация MO_3 близка к нулю, а скорости обмена малы, в качестве электрохимически активной частицы выступает продукт катионизации (подобно протонизации) в наиболее выгодной с энергетической точки зрения реакции переноса электронов с сохранением структуры комплекса



где продукт реакции перехода представляет собой типичное координационное соединение. Здесь же целесообразно отметить, что с повышением температуры катион-анионное взаимодействие в реакциях типа (A) должно усиливаться, что приводит к смещению равновесия в сторону образования электрохимически активных частиц и в итоге к увеличению скорости электродного процесса.

Во всех трех областях реакция перехода необратима, за исключением некоторых случаев. Однако с повышением температуры роль последних в кинетике стационарных процессов убывает. Поэтому в I области замедленность электродных реакций проявляется лишь при нестационарных измерениях.

Общим также является то, что максимальная скорость процессов достигается только в расплавах с явно выраженными кислотными свойствами. Но избыток кислот может лишь в известной степени сбуферировать, но не предотвратить полностью накопление кислородных ионов и изменение pO^{2-} в приэлектродном слое.

В связи с тем что постоянство pO_2 определяет не только кинетику электродного процесса, но и термодинамические условия образования определенных продуктов электролиза, возникает настоятельная необходимость разработки составов электролитов с буферными свойствами и методов контроля pO_2 . Эта проблема, хорошо известная в химии и электрохимии водных растворов, может быть решена полностью лишь при условии накопления в достаточном количестве экспериментальных данных о различных кислотно-основных реакциях. Частично она уже естественно решается при разработке составов электролитов для получения металлов или гальванических покрытий на их основе. Так, например, в процессах получения покрытий из молибдена и вольфрама используются электролиты на основе хлорида кальция и вольфрама или молибдата с добавками CaO. В работах [6, 19, 20] показано, что окись кальция существенно влияет на структуру покрытий, предотвращает рост дендритов, делает осадки более ровными и мелкозернистыми благодаря буферным свойствам электролита.

Таким образом, электрохимическое поведение кислородсодержащих анионов определяется кислотно-основными свойствами расплавленного электролита. Такие анионы представляют собой довольно долгоживущие частицы ($\tau_{WO_4^{2-}}^p = 3,4$ сек; $\tau_{MoO_4^{2-}}^p = 40$ сек; $\tau_{C_2O_4^{2-}}^p = 0,04$ сек, при $700^\circ C$), которые не принимают непосредственного участия в стадии разряда, а лишь способны образовывать электрохимически активные частицы (кислоты) в результате кислотно-основного взаимодействия с расплавленным электролитом (растворителем), при котором, наряду с отщеплением иона кислорода, представляется возможной (в определенных условиях) предварительная катионизация.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

Академия наук Украинской ССР
 Институт общей и
 неорганической химии

(Поступило 28.10.1977)

ელექტროქიმია

3. შაკოვალი, მ. ჟიკლაური, ნ. ბასვიანი

გამლვალ ელექტროლიტების ფუძე-მჟავური თვისებების
 მნიშვნელობა ანიონთა ელექტროდგენის კინეტიკაში

რეზიუმე

განხილულია ქანგბადშემცველი ანიონების ელექტროდგენის საერთო კანონზომიერებანი გამლვალ ელექტროლიტის ფუძე-მჟავური თვისებების გათვალისწინებით.

ნაჩვენებია, რომ ქანგბადშემცველი ანიონების ელექტროქიმიური ბუნება განისაზღვრება გამლვალ ელექტროლიტების ფუძე-მჟავური თვისებებით. ამ ანიონების ელექტროლიტებთან ფუძე-მჟავური ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნებიან ელექტროაქტიური ნაწილაკები.



V. I. SHAPOVAL, O. G. TSIKLARI, N. A. GASVIANI

THE EFFECT OF THE ACID-BASE PROPERTIES OF FUSED
ELECTROLYTES ON THE KINETICS OF ELECTROREDUCTION
OF ANIONS

Summary

The general laws of electrochemical reduction of oxygen-containing anions have been investigated, considering their acid-base characteristics.

The electrochemical nature of oxygen-containing anions is shown to be dependent on the acid-base characteristics of fused electrolytes. Acid-base interactions of these anions with electrolytes produce electroactive particles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Барабошкин, В. К. Перевозкин, А. Б. Философова. *Электрохимия*, 2, 1966, 966.
2. А. Н. Барабошкин и др. *Труды Ин-та электрохимии УФ АН СССР*, В-11, 45, 1968.
3. В. К. Перевозкин, А. Н. Барабошкин. *Труды Ин-та электрохимии УФ АН СССР*, В-11, 35, 1968.
4. А. Н. Барабошкин, А. Ф. Шунайлов, В. А. Мартынов. *Труды Ин-та электрохимии УФ АН СССР*, В-15, 44, 1970.
5. А. Н. Барабошкин и др. *Труды Ин-та электрохимии УФ АН СССР*, В-15, 51, 1970.
6. А. Н. Барабошкин, А. Ф. Шунайлов. *Сб. «Физическая химия и электрохимия расплавленных солей и шлаков»*, ч. 2. Киев, 1969, 212.
7. S. Senderoff, A. Brenner. *J. Electrochem. Soc.* 101, № 16, 1954, 28.
8. В. Н. Попов, Н. А. Лайтинен. *J. Electrochem. Soc.* 27, 906, 1973, 1346.
9. E. D. Bleck, T. de Uries. *Analyt. Chem.* 27, 1955, 906.
10. Н. А. Лайтинен, В. Д. Ванкерт. *Analyt. Chem.* 39, 1967, 1790.
11. Н. А. Лайтинен, J. H. Propp. *Analyt. Chem.* 41, 1969, 645.
12. В. Н. Попов, Н. А. Лайтинен, *J. Electrochem. Soc.* 117, 1970, 482.
13. Н. А. Лайтинен, В. Н. Попов. In *Conferinta Republicana de Chimie Fizica generala Si Aplicata*, v 2. Abstracts, Bucuresti, p. 188.
14. Ю. К. Делимарский, В. И. Шаповал, В. Ф. Грищенко, Л. И. Зарубицкая. *ДАН СССР*, 205, 1972, 879.
15. Ю. К. Делимарский, В. И. Шаповал, В. Ф. Грищенко, Л. И. Зарубицкая. *Сб. «Новые исследования в полярографии»*. Кишинев, 1972, 195.
16. Ю. К. Делимарский, В. И. Шаповал, В. Ф. Грищенко, Л. И. Зарубицкая. *Сб. «Физическая химия и электрохимия расплавленных солей и твердых электролитов»*, ч. 2. Свердловск, 1973, 35.
17. В. И. Шаповал, Ю. К. Делимарский, О. Г. Циклаури. *Укр. хим. ж.* 40, 1974, 941.
18. Н. А. Лайтинен. *Talanta*, 12, 1965, 1237.
19. В. И. Шаповал. Автореферат докт. дисс. Киев, 1975, 83.
20. Н. А. Гасвиани. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1975.

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
 3. Д. КОВЗИРИДЗЕ, М. С. КОМСКАЯ, Г. Г. ГАПРИНДАШВИЛИ, Н. С. БОРЩ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЗАКАВКАЗЬЯ

К одной из актуальных задач совершенствования технологии керамики относится задача интенсификации процесса спекания. В качестве компонента керамических масс, интенсифицирующих спекание, на практике широко используются стеклорой и горные породы стекловатой структуры. К таким горным породам относится перлит Арагацкого месторождения. Утверждены большие запасы этого вида сырья.

Нами исследовано влияние перлитов на процесс спекания керамических материалов. Поскольку перлитовый расплав отличается высокой вязкостью [1] и высоким поверхностным натяжением, представлялось целесообразным введение его в массу в повышенном количестве взамен дорогостоящего полевого шпата и кварца (табл. 1).

Таблица 1

Составы опытных масс

Индекс массы	Шихтовый состав, %					Химический состав, %									
	Перлит арагацкий	Веселовская глина	Карбонатно-марганцевая руда	Бой политого черепка	Бой бутылочного стекла	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	
10	50	35	—	2	13	68,92	0,66	19,27	0,70	1,95	1,10	4,10	3,30	—	
22	50	40	—	—	10	68,20	0,73	21,00	0,74	1,56	0,95	3,46	4,05	—	
24*	35	40	15	—	10	63,20	0,69	20,75	0,87	2,73	1,35	2,94	2,86	4,50	
78	40	52	—	—	8	66,14	0,87	23,54	0,80	1,59	1,04	3,10	3,02	—	
85	55	45	—	—	—	67,89	0,82	23,17	0,84	0,90	0,65	2,30	3,45	—	
95	55	38	—	7	—	68,62	0,78	22,40	0,79	0,87	0,62	2,39	3,54	—	

* Авторское свидетельство № 357182. Бюллетень № 33, 31.X.1972 г.

Опытные материалы, обожженные при температурах 1050—1100°C, характеризовались высокими техническими показателями, соответствующими требованиям к мягкому фарфору (табл. 2).

Оптимальная дисперсность масс, характеризовавшаяся остатком на сите 10000 отв/см², равная 3—5% при первом помоле и 0,5—1% при втором, достигалась помолом в течение 10—11 часов.

Шликер готовился по технологии производства мягкого фарфора, образцы — методом отливки в гипсовых формах. Утильный обжиг производился в электрической печи с нихромовыми нагревателями при

Основные свойства масс	Величины показателей масс					
	10	22	24	78	85	95
1. Влажность, %	38,3	37,5	36,3	38,2	38,5	34,7
2. Коэффициент загустеваемости К, см ³ /сек	1,8	1,9	1,9	1,7	1,82	1,9
3. Плотность шликера $\gamma_{ш}$, г/см ²	1,47	1,51	1,54	1,70	1,52	1,65
4. Температура спекания, °С	1050	1050	1050	1080	1100	1120
5. Общая линейная усадка образцов (%), обожженных: при 750°С до спекания	4,8 14,1	4,7 14,6	4,7 14,4	6,3 15,0	4,7 14,5	6,3 15,0
6. Температура плавления, °С	1320	1340	1310	1420	1440	1460
7. Водопоглощение образцов (%), обожженных: при 750°С до спекания	17,2 0,1	17,1 0,08	17,6 0,6	17,5 0,09	17,6 1,2	17,1 0,43
8. Объемная масса образцов, обожженных при температуре спекания, $V_{об}$, г/см ³	2,31	2,28	2,30	2,39	2,20	2,27
9. Предел прочности образцов при статическом изгибе (кг/см ²), обожженных: при 750°С до спекания	90—100 700—710	80—90 820—830	90—100 520—530	130—140 770—780	90—100 760—770	100—110 800—810
10. Средний коэффициент линейного термического расширения в интервале 20—900°С $\alpha \cdot 10^{-6}$, °С ⁻¹	6,33	6,50	6,17	5,84	4,96	—

температуре 750°С, полнотой обжиг — в горновой печи на Тбилиском комбинате стройматериалов, Горийском промышленном комбинате и в скоростной печи ПАСГ-35 Светловского керамического завода (Палтавская область УССР).

На рис. 1 приведены кривые, характеризующие кинетику спекания тонкокаменной керамической массы оптимального состава. Судя по образовавшейся петле 2, интервал спекания перлитсодержащих масс достаточно широкий, составляющий 160—200°С, что можно объяснить высокой вязкостью перлитового расплава. Широкая «горизонтальная площадка» на кривой 4 свидетельствует о том, что разработанные материалы отличаются также высокой устойчивостью к деформации, это подтвердилось заводскими испытаниями. Кривая водопоглощения (рис. 1, кривая 1) четко иллюстрирует процесс выделения структурной воды из перлита (определение предела прочности при изгибе и водопоглощения проводилось до температур спекания материалов). Участок кривой 950—1000°С совпадает с температурной областью первого экзотермического пика, характерного для каолинита и связанного с кристаллизацией муллита ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Выделение структурной воды в этом температурном интервале при термической обработке материала способствует разрыхлению структуры материала, ослаблению прочности кристаллического каркаса в целом, а также уменьшению вязкости и

увеличению текучести силикатного расплава, что должно способствовать более полному протеканию диффузионных процессов [3].

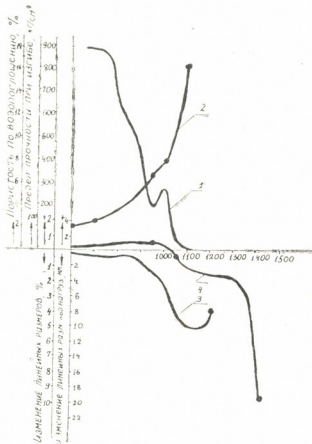


Рис. 1. Динамика изменения термомеханических характеристик при нагревании тонкокаменного керамического материала № 78

Кроме качественных определений, нами была предпринята попытка провести количественный рентгеновский фазовый анализ методом внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта был использован флюорит (CaF_2), вводимый в пробу в количестве 5%. По полученным данным строились стандартные кривые:

$$\frac{I_{\text{кв}}}{I_{\text{фл}}} / \text{содержание кварца, \%}, \quad \frac{I_{\text{мул}}}{I_{\text{фл}}} / \text{содержание муллита, \%},$$

I — интегральная интенсивность.

По стандартным кривым определялись количества кварца и муллита в пробах № 10, 22, 24, 78, 85, 95. Отношения интегральных интенсивностей вычислялись методом взвешивания площадей рефлексов (пииков). Рентгеновские дифракционные максимумы были получены на установке УРС-50и. Условия съемки: излучение K_{α} Cu, $J=10$ ма, $U=35$ кв, скорость 0,5 град/мин.

В данном анализе использовались [2] рефлекс (пик) муллита $d/n=2,206 \text{ \AA}$, рефлекс (пик) кварца $d/n=1,817$, рефлекс (пик) флюорита $d/n=1,93 \text{ \AA}$. Результаты количественного определения фаз с точностью к абсолютной величине 0,5 приведены в табл. 3.

Подтверждение муллитообразования при низких температурах обжига свидетельствует о полном созревании материала, обеспечивающего высокие эксплуатационные качества продукции. К этому следует добавить, что, несмотря на малое содержание муллита в тонкокаменном керамическом материале, по сравнению с материалами на основе полевых шпатов, его мелкодисперсное состояние, а также низкая дис-

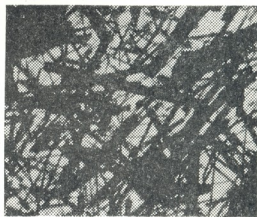


Рис. 2. Микрофотография керамического материала № 78. Ув. 100X без анализатора



Рис. 3. Электронномикроскопический снимок керамического материала №22. Сетка из мелких и крупных игл муллита. 5400x

Индекс материала	Температура обжига, °C	Качественное определение фаз			Количественное определение фаз, %		
		электронно-микроскопическое	рентгенографическое		петрографическое	рентгенографическое	
			Муллит	Кварц		Муллит	Неизменный кварц
10	1050	Есть	Есть	Незначит.	6—8	—	—
22	1050	Мало	Есть	Сл.	4	4	2,5—3,5
24	1050	—	Есть	Не опр.	3—4	2	3,5
78	1080	Есть мелкие	Есть	Незначит.	8—10	3,5	2,6
85	1100	Есть	Есть	Есть	5—6	3	4
95	1120	Мало	Есть	Есть	—	3	3

перность масс и однородность структуры материалов могут способствовать созданию при низких температурах керамического материала с высокими физико-техническими свойствами.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.9.1977)

კიბიური ტექნოლოგია

ბ. ჭუთათელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. კომსკაია,
მ. კომსკაია, ბ. ბაყრინდაშვილი, ნ. ბორშჩი

ამიერკავკასიის მთის ქანების საფუძველზე შემდგომი დაბალ-
ტემპერატურული კერამიკული მასალები

რეზიუმე

შესწავლილია პერლიტის გავლენა კერამიკული მასალის შეცნობის პროცესზე. რადენობრივი რენტგენოანალიზით დაზუსტებულია კვარცისა და მულლიტის შემცველობა კერამიკულ მასალაში დაბალ (1050—1110°C) ტემპერატურაზე, რაც უზრუნველყოფს პროდუქციის მაღალ ექსპლოატაციურ თვისებებს.

CHEMICAL TECHNOLOGY

K. S. KUTATELADZE, Z. D. KOVZIRIDZE, M. S. KOMSKAYA,
G. G. GAPRINDASHVILI, N. S. BORSHCH

QUARTS AND MULLITE CONTENT IN LOW TEMPERATURE
CERAMIC MATERIALS

Summary

The article studies perlite influence upon the process of ceramic material caking. Quarts and mullite content in ceramic materials at low (1050-1100°C) temperatures has been specified by Roentgen analysis, ensuring high exploitation properties of the production.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Явиз. Труды РОСНИИМС, № 25, 1962, 54—63.
2. G. L. Clark, Anal. Chem. 26, № 9, 1953.
3. А. И. Полинковская, Н. И. Сергеев, О. А. Чернова. Вспученный перлит — заполнитель легких бетонов. М., 1971, 22—30.

Е. М. БЕНАШВИЛИ, Т. Н. ЧАРКВИАНИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕССЕРИВАЮЩИХ СВОЙСТВ МОРДЕНИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФОВ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 28.10.1977)

Высококремнистые цеолиты ввиду их высокой термической стабильности и кислотоустойчивости находят все более широкое применение для разделения, глубокой осушки и тонкой очистки газовых смесей в качестве катализаторов и их носителей и т. д. Наряду с синтетическими цеолитами, в последнее время за рубежом в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства начали широко использовать природные высококремнистые цеолитизированные туфы [1]. К последним относятся и наиболее высококремнистые цеолиты — морденит и клиноптилолит. Целесообразность использования природных цеолитов диктуется экономическими соображениями вследствие дешевизны, доступности и неограниченности сырьевой базы.

В работе [2] исследованы газохроматографические свойства морденитсодержащего туфа верхнемелового возраста окрестностей с. Ратевани Болнисского района Грузинской ССР.

Мы задались целью исследовать морденитсодержащий туф в качестве адсорбента в процессе разделения нефтяных фракций, в частности для выделения гетероорганических соединений. В данной статье представлены результаты исследования обессеривающих свойств морденитсодержащего туфа на примере высокосернистой керосиновой фракции арланской нефти. Свойства исходной керосиновой фракции следующие: температура кипения $158-294^\circ$, n_D^{20} 1,4510, d_4^{20} 0,8091, содержание общей серы 1,55 вес.%. Обессеривание производилось путем адсорбционного выделения сераорганических соединений в парожидкостном состоянии.

Морденитсодержащий туф использован как в природном виде, так и после обработки соляной кислотой, с размерами частиц 2—4 мм, прокаленный при 350 и 500—550°. Обработка природного туфа производилась 2N соляной кислотой при комнатной температуре в течение 3 часов.

Морденитсодержащий туф Болнисского района представляет собой витрокристаллокластический туф зеленого цвета с содержанием морденита около 50%⁽¹⁾. Кроме морденита, в породе присутствуют обломки олигоклаза, кварца и кислых вулканических пород. Туф содержит также в незначительных количествах глинистый волокнистый минерал — монтмориллонит, селадонит, магнетит и лимонит. После обработки соляной кислотой и прокалки минералогический состав туфа почти не изменился, но ввиду уменьшения количества воды в минерале

⁽¹⁾ Минералогический состав морденитсодержащего туфа был исследован Н. И. Схиртладзе.

Результаты адсорбционного разделения керосиновой фракции арланской нефти на морденитсодержащем туфе (МТ)

Продукты разделения	Неадсорбированная фракция				Промежуточная фракция			Слабоадсорбированная фракция			Адсорбированная фракция			Остаток серы в адсорбенте от об- щего количества, вес. %
	Выход, вес. %	n_D^{20}	Содержание серы, вес. %	Степень обессерива- ния, вес. %	Выход, вес. %	n_D^{20}	Содержание серы, вес. %	Выход, вес. %	n_D^{20}	Содержание серы, вес. %	Выход, вес. %	n_D^{20}	Содержание серы, вес. %	
МТ после прокалики при 350°	51,2	1,4432	0,58	62,6	29,8	1,4555	1,27	7,5	1,4615	1,80	5,6	1,4669	1,94	40,7
МТ после прокалики при 550—550°	62,9	1,4420	0,54	65,2	18,9	1,4496	1,15	8,6	1,4614	1,80	4,3	1,4680	1,92	48,8
МТ после обработки со- ляной кислотой и про- калики при 350°	57,5	1,4421	0,57	63,2	18,8	1,4450	0,98	11,3	1,4596	1,63	4,5	1,4676	1,97	49,4
МТ после обработки со- ляной кислотой и про- калики при 500—550°	66,2	1,4428	0,58	62,6	19,3	1,4530	0,95	7,4	1,4606	1,60	4,2	1,4673	1,81	50,9
МТ, прокаленный при 350° после 10-циклово́й работы	51,7	1,4423	0,57	63,2	28,3	1,4512	1,22	10,3	1,4616	1,85	5,3	1,4659	1,90	39,9

стали несколько иными его оптические свойства, а также цвет, причавший красноватый оттенок. Адсорбционное выделение сераорганических соединений проводилось при 200°, объемной скорости 0,2 час⁻¹ и соотношении сырья к адсорбенту 1:6. Разделение осуществлялось в установке проточного типа при атмосферном давлении. Были выделены четыре фракции: неадсорбированная (рафинат), промежуточная, слабоадсорбированная — с применением вакуума (остаточное давление 15—20 мм рт. ст.) и адсорбированная, выделенная водяным паром при повышении температуры до 350°. При этой же температуре адсорбент сушился в течение 3 часов под вакуумом для проведения следующего цикла адсорбции. Регенерация адсорбента в случае падения активности производилась путем выжигания кокса известным способом при 500—550°.

Результаты очистки керосинового дистиллята арланской нефти представлены в таблице.

Из данных таблицы видно, что при 200° морденитсодержащий туф (МТ) проявляет значительную обессеривающую способность (62,6—65,2%). Выход рафината при однократном пропускании сырья увеличивается от 51,2 до 62,9% в зависимости от предварительной обработки адсорбента. Предварительно прокаленный при 500—550° МТ проявляет более высокую адсорбционную способность к сераорганическим соединениям, чем тот же туф, прокаленный при 350°. Это выражается в значительно более высоком выходе рафината с низким содержанием остаточной серы и видно из баланса процесса по сере.

Такая же закономерность наблюдается и в случае предварительной обработки соляной кислотой МТ. Но высокотемпературная обработка МТ оказывает более значительное влияние на его адсорбционные свойства, чем обработка соляной кислотой в сравнимых условиях. В последнем случае наблюдается небольшое повышение выхода рафината, почти при той же степени обессеривания керосиновой фракции. Как видно из таблицы, при разделении около 40—50% сернистых соединений от их общего содержания в исходной фракции остаются в адсорбенте и не десорбируются в вышеуказанных условиях.

Испытанием природного МТ при многоцикловогой работе установлено, что после 10 циклов адсорбционной очистки с последующими прокалками до 350° он совершенно не снизил своих адсорбционных свойств по отношению к сернистым соединениям керосиновой фракции.

Были поставлены также опыты по рециркуляции промежуточных фракций, которые показали, что путем их повторного пропускания в тех же условиях можно выделить вторичные рафинаты в количестве 12—14% в пересчете на исходное сырье.

Для объединенных рафинатов были определены некоторые физико-химические показатели, свидетельствующие о том, что в результате адсорбционной очистки в полученных рафинатах не наблюдается значительного изменения углеводородного состава. Содержание ароматических углеводородов уменьшается на 3,6%, а непредельных — почти не изменяется. В отличие от некоторых других природных адсорбентов, кислотное число уменьшается также в небольшой степени, от 1,86 до 1,16 мг КОН на 100 мл топлива. Более эффективно на МТ адсорбируются сераорганические соединения, при этом в оптимальных условиях опыта в среднем достигается обессеривание рафината — неадсорбированной фракции до 63% (выход ~ 60%), промежуточной фракции до 21,8% (выход ~ 25,0%). Адсорбированные фракции получены в количестве ~ 12,4% с содержанием серы от 1,80 до 1,92%. Остаток се-

რეზინის ადსორბენტი წარმოადგენს მთლიანად მკურნალობის საშუალებას. მისი მოქმედება ხდება უკვე აღნიშნულ ფაქტორების გამოყენების შემდეგ.

Полученные экспериментальные данные дают основание предположить, что сераорганические соединения керосиновой фракции в основном хемосорбируются на вторичной пористой поверхности МТ, так как наличие в мордените узких входных окон ($\sim 4\text{\AA}$) будет оказывать стереопрепятствие при их проникновении в поры цеолита.

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

(Поступило 28.10.1977)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ბენაშვილი თ. ჩარკვიანი

მორდენიტშემცველი ტუფის გამაშუბრებელი თვისებების
 გამოკვლევა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მორდენიტშემცველი ტუფი (ს. რატევანი, ბოლნისის რაიონი) 500—550⁰-მდე წინასწარი გახურების შემდეგ იჩენს მნიშვნელოვან აქტივობას გოგირდორგანული ნაერთების ადსორბციის პროცესში. ნაფის დისტილატიდან რაფინატის გამოსავალი 200⁰-ზე აღწევს $\sim 60\%$, ხოლო მისი გაუგოგირდების ხარისხი — $\sim 63\%$.

CHEMICAL TECHNOLOGY

E. M. BENASHVILI, T. N. CHARKVIANI

STUDY OF THE DESULPHURIZATION PROPERTIES OF MORDENITE-CONTAINING TUFFS

Summary

Mordenite-containing tuffs (the village of Ratevani, Bolnisi district), preheated at 500-550°C, were found to exhibit high adsorption activity in respect to organic sulphur compounds. Refined product yield from petroleum distillate at 200°C reaches $\sim 60\%$; desulphurization degree $\sim 63\%$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ф. Челищев, Б. Т. Беренштейн. Клиноптилолит. М., 1974.
2. Г. В. Цицишвили, Н. И. Схиртладзе, Т. А. Чумбуридзе, Т. Г. Андроникашвили. ДАН СССР, 225, № 3, 1975, 587.

Н. А. АСЛАНИКАШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ САМГОРИ-ПАТАРДЗЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 30.10.1977)

Самгори-Патардзеульское месторождение нефти открыто в августе 1974 г. Основная нефтяная залежь приурочена к верхней части вулканогенно-осадочной толщи среднего эоцена, вскрытой разведочными и эксплуатационными скважинами на глубинах 2610—2780 м [1]. В целом породы-коллекторы, сложенные чередующимися туфами, туффитами, туфогенными песчаниками и мергелями, характеризуются низкими значениями пористости (открытая пористость составляет в среднем 8—9%) и в лабораторных условиях непроницаемы. По комплексу признаков эти коллекторы относятся к типу трещинно-поровых. При этом эксплуатационные скважины при 12 и 18 мм штуцерах дают высокие дебиты — от 260 до 300 т в сутки. Плотность нефти 0,822 г/см³, содержание серы 0,14%, парафина 4,14%, выход легких фракций до 300°C 77,7%. Таким образом, наблюдается явное несоответствие между низкими коллекторскими свойствами пород и высокими дебитами скважин. Поэтому представляется небезынтересным детальное минералогическое-петрографическое изучение цементирующего вещества пород-коллекторов, будь то глинистое вещество или тонкопелитовый вулканический материал, подвергшиеся постседиментационным изменениям.

Как известно, фильтрационные и емкостные свойства пород во многом определяются характером заполняющего поровое пространство тонкодисперсного вещества. Обычно глинистый материал играет отрицательную роль, уменьшая сечения пор. Кроме того, качество коллектора зависит от того, какие глинистые минералы участвуют в его сложении, поскольку сорбционная емкость различных глинистых минералов колеблется в широких пределах. Вместе с этим имеются примеры наличия хороших коллекторов с довольно высокими содержаниями глинистого вещества. Следовательно, определяющее значение имеет не только количество глинистого вещества, но и его свойства, в первую очередь минеральный состав и особенности взаиморасположения микроагрегатов в породе [2, 3].

Для изучения порового пространства и, в частности, естественных соотношений компонентов в природных условиях исследованию были подвергнуты некоторые разновидности туфов из продуктивной толщи среднего эоцена. С помощью рентгенографического, электронномикроскопического (методом реплик) и термографического анализов изучены кристаллолитокластические, витрокристаллокластические и пелловые туфы по разрезу скв. 4—Телети.

Кристаллолитокластические туфы, состоящие из неотсортированных обломков андезитов, порфиритов и их отдельных кристаллов, интенсивно цеолитизированы. Цеолиты представлены преимущественно ломонтитом, последний развивается по цементирующей

массе, а также замещает отдельные обломки пород и минералов. На дифрактограммах он фиксируется серией базальных рефлексов, кратных 9,45; 4,17; 3,34 Å и т. д.

Витрокристаллокластические туфы сложены в основном кристаллами и обломками кристаллов средних плагиоклазов, пироксена и кварца псаммитовой размерности. Вулканическое стекло целиком девитрифицировано — продукты изменения представлены глинисто-цеолитовым веществом (хлорит, селадонит, ломонит) с редкими призматическими кристаллами эпидота. Отмечается наличие гидротермально измененных разностей, в некоторых из них цементирующее вещество сложено пренимом, а местами состоит из хлорит-адуляр-анальцимовой ассоциации с примесью карбоната (скв. 4, 840—884 м).

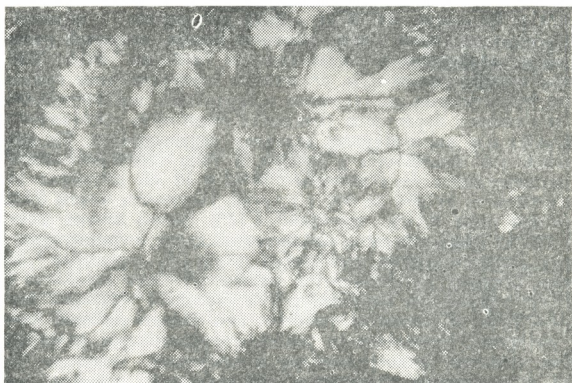


Рис. 1. Микрофотоснимок хлорита, образованного в порах пеплового туфа (скв. 4 — Телети, гл. 683—701 м, ув. 444×)

Пепловые туфы имеют андезитовый состав, их структура пепловая. Порода сложена тонкодисперсными, рогульчатыми и черепкообразными обломками вулканического стекла с незначительной примесью кристаллокластического материала. Вулканическое стекло полностью преобразовано. Среди новообразований глинистое вещество и цеолиты. Глинистый материал представлен хлоритом и монтмориллонитом. Последний развит по всей породе неравномерно, образуя сгустки, а хлорит встречается как в рассеянном состоянии, так и в виде мелких чешуйчатых агрегатов, заполняющих миндалевидные пустоты (рис. 1), нередко в ассоциации с цеолитом в виде мелких призматических кристаллов. На дифрактограммах цеолит диагностируется как клиноптилолит с базальными отражениями 9,2; 5,11; 4,70; 4,29; 3,77; 2,98 Å.

Методом реплик изучались как глинистые минералы, так и цеолиты. Съемка велась на электронном микроскопе ВУП-2К при ускоряющем напряжении 60 кв. Использовались платино-угольные реплики с

оттением под углом 30° . Пленка от породы отделялась желатином. На снимках микрокристаллическая поверхность образцов с монтмориллонитом (рис. 2,а) характеризуется беспорядочным расположением

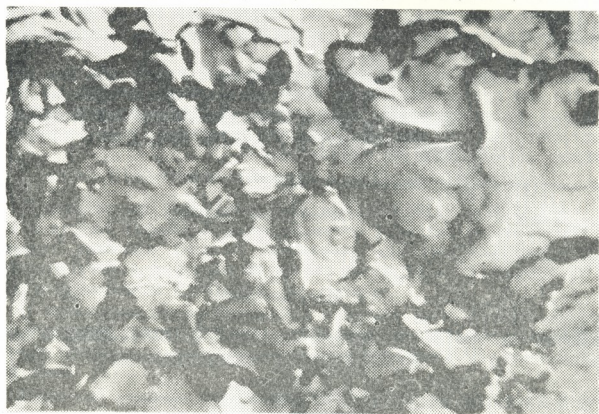


Рис. 2. Электронномикроскопический снимок реплики: а — монтмориллонитизированного туфа (скв. № 4 — Телети, гл. 782—783 м) б — цеолитизированного туфа (скв. № 4 — Телети, гл. 683—701 м, ув. 11000 \times)

тонкодисперсных агрегатов неправильной формы. Микropopopы между отдельными частицами имеют неправильную вытянутую форму и, по всей вероятности, не сообщаются между собой.



В отличие от монтмориллонита, репликам от образцов с клинотиллолитом свойственна крупноблочная микроструктура поверхности. Микрорекристаллы имеют прекрасно выраженную призматическую форму и ориентированы относительно друг друга под углом 90° (рис. 2, б). Такого рода пространственные соотношения между микрорекристаллами определяют возможность появления более значительных по объему сообщающихся микропор.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что эти незначительные в обычных условиях микропоры при повышенных термобарических параметрах смогут оказывать весьма существенное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов, способствуя их улучшению.

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 7.10.1977)

გეოლოგია

ბ. ასლანიკაშვილი

სამგორი-პატარძელის ნავთობის საბადოს ქანი-კოლექტორების
ფილტვნილობის თავისებურებანი

რეზიუმე

სამგორი-პატარძელის საბადოზე აღინიშნება შეუთავსებლობა ქანების დაბალ კოლექტორულ მაჩვენებლებსა და სექსპლოატაციო ბურღილების დებიტებს შორის. ქანების მიკროკრისტალური ზედაპირის შესწავლის შედეგად გამოთქმულია მოსაზრება იმის შესახებ, რომ მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში მიკროფორები, იძენენ რა გამტარიანობას, ხელს უწყობენ ფლუიდების მოძრაობას.

GEOLOGY

N. A. ASLANIKASHVILI

THE PECULIARITIES OF THE RESERVOIR ROCKS OF THE
SAMGORI-PATARDZEULI OIL DEPOSIT

Summary

Some discrepancy between the high well discharges and low indices of open porosity in Samgori-Patardzeuli oil deposit is observed. Electron microscopic studies of microcrystalline surface of zeolitized tuffs point to the presence of microspores which, against the background of high thermobaric parameters may facilitate improvement of the filtration properties of the reservoir rocks.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Редакционная статья. Геология нефти и газа, № 3, 1975.
2. И. Д. Зхус, С. Г. Саркисян, Л. Н. Макарова, Л. В. Власова. Глинистые минералы терригенных отложений. М., 1977.
3. С. Г. Саркисян, Д. Д. Котельников, А. В. Шилин. ДАН СССР, 195, № 2, 1970.



А. И. КАВЕЛАШВИЛИ

КЛИВАЖ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕЙ ЮРЫ И ААЛЕНА В ГОРНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 1.11.1977)

Особенностью структуры песчано-глинистых отложений нижней юры и аалена Горной Абхазии является развитие интенсивного регионального кливажа. Область изученного кливажа охватывает бассейн верхнего течения р. Бзыби от хребта Ахук-Дара на западе до водораздела рр. Бзыби и Чхалта на востоке.

В геотектоническом отношении северная часть района относится к зоне Главного хребта Большого Кавказа, а южная — к складчатой системе Южного склона, точнее к западной части Чхалтинско-Лайлинской зоны [1].

Развитие кливажа ограничивается пределами аспидной формации, которая расчленена на шесть свит [2].

Общая мощность всего разреза нижней юры и аалена на меридиане хребта Ахук-Дара составляет около 3,5 км. К юго-востоку полоса выходов лейаса-аалена постепенно сужается, тектонически перекрываясь кристаллическими породами Главного хребта, и в районе перевала Аданге едва достигает 1 км.

Основная часть разреза представлена глинистыми и аспидными сланцами, к которым и приурочено развитие кливажа. Последний охватывает глинистую часть толщи и протягивается согласно с простиранием «сланцевой зоны юры Горной Абхазии» [3] с северо-запада на юго-восток, имея региональный, выдержанный в масштабе всей зоны характер с одинаковыми падениями плоскостей кливажа на северо-восток.

Глинистый ряд раскливажированных пород представлен следующими разностями: аспидные сланцы, глинистые сланцы, туффитовые глинистые сланцы, сланцеватые аргиллиты. Наиболее совершенно кливаж проявлен в аспидных сланцах, где он образует правильные тонкие пластины (микролитоны) толщиной от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Наиболее грубо, с образованием линзовидных отделистей, кливаж проявлен в сланцеватых аргиллитах, которые при выветривании дают слегка вытянутые, часто неправильной формы обломки. Степень совершенства проявления кливажа убывает с увеличением размеров и количества алевролитово-песчаного материала в породе [4].

В песчаниках и более грубозернистых породах кливаж не проявлен. «Плоскости» кливажа, охватывающие пачки глинистых пород близ границ раздела вышеназванных пород, резко обрываются, сохраняя при этом свою ориентировку. В следующей пачке глинистых пород они вновь проявляются со своими обычными элементами залегания. В песчаниках не наблюдаются трещины, увязывающиеся с кливажными в глинистых породах.



Микроструктурное изучение ориентированных образцов показывает, что расклинважированные породы сложены новообразованными минералами из группы слюд, характеризующимися слоистой структурой. Это параллельно ориентированные удлиненные чешуйки и агрегаты гидрослюды, серицита и хлорита. В чисто пелитовых разностях сланцев (аспидные сланцы), где кливаж наиболее хорошо проявлен, кристалличность и ориентировка хлористо-гидрослюдистых агрегатов более совершенная. Именно параллельно этим ориентированным протяженным зонам и происходит разделение породы на пластины.

Описанная внутренняя структура указывает на принадлежность развитого в районе кливажа к кливажу течения. Как отмечает Г. Д. Ажгирей [5], это есть настоящее пластическое течение вещества в твердом состоянии. На принадлежность развитого в сланцевой зоне юры кливажа к этому типу указывают также охват последним мощных толщ и выдержанное простирание.

Генетический тип кливажа течения соответствует геометрическому кливажу осевой плоскости [6—8].

Однако, как показывают соотношения кливажа со слоистостью, наблюдаемый кливаж не имеет геометрической и генетической связи со складками.

На сводных стереографических проекциях (диаграммах) полюсов плоскостей кливажа отчетливо выделяются максимумы, расположенные в северо-восточной части диаграммы. Юго-западные и южные падения плоскостей кливажа охватываются изолиниями с невысокой плотностью точек и в основном вызваны экзотектоническими явлениями и нарушением естественного залегания близ разрывных нарушений.

Азимуты падения плоскостей напластования близки к этим максимумам. Полное согласие кливажа с напластованием наблюдается крайне редко. Обычно расхождения в простирании напластования и кливажа лежат в пределах $5-10^\circ$, редко достигая $20-30^\circ$; разницы же в углах падения колеблются в пределах 0 (редко) -30° .

Как общую характерную особенность следует подчеркнуть более крутые падения плоскостей кливажа, что, исходя из «критерия кровли-подошвы», должно указывать на восходящую стратиграфическую последовательность слоев с юга на север. Последнее находится в явном противоречии с общегеологическими данными (фаунистическими, стратиграфическими).

Следует также заметить, что нигде в сланцевой полосе мы не наблюдали пересечения кливажом слоистости под прямым (или близким к прямому) углом, характерного для замковых частей и периклинальных и центриклинальных замыканий антиклиналей и синклиналей. Крайне редки также соответствия простираний и падений кливажа и напластования, отмечаемые на крыльях изоклинальных складок.

Отсутствие видимой связи кливажа со складчатостью и совпадение ориентировки плоскостей кливажа и «Главного надвига», выраженного в структуре региона в виде серии параллельных кулисообразно расположенных взбросо-надвигов с перемещением взброшенного крыла с северо-востока на юго-запад, свидетельствует об их тесном родстве. К этому выводу нас приводят и наблюдения над вторичным кливажом, развитым в лежачем боку более молодых разломов, сопряженных с «Главным». Здесь, в зоне мощностью от нескольких десятков метров до 100 м, наблюдается вторичный кливаж, образующий мелкие складки скальвания и птигматитовые складки по кварцевым жилам. Микроскопическое изучение вторичного приразломного кливажа указывает на его принадлежность к кливажу течения, следы первичного

кливажа уничтожены. Складки скальвания и птитматитовые складки— явления вторичные по отношению к приразломному кливажу.

Для описанного типа кливажа характерно отсутствие геометрической и генетической связи со складчатыми структурами. В то же время складчатые структуры проявлены в смежных с лейасскими толщами. Время их образования синхронно основному складкообразованию.

Развитый в сланцевой юре Горной Абхазии кливаж может быть отнесен к категории приразломных. Он является характерным элементом зоны смятия, формирование которой тесно связано с «жизнью» «Главного надвига».

Южнее, в Центральной Абхазии, в верховьях рр. Западной и Восточной Гумисты мы наблюдали собранные в складки отложения лейаса и аалена, представленные песчаниками, аргиллитами, вулканогенными образованиями, сходными с одновозрастными северной полосы. Мощности отложений здесь сокращены, метаморфизм не проявлен, кливаж отсутствует.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

им. И. А. Джанелидзе

(Поступило 3.11.1977)

გეოლოგია

ა. ყაველაშვილი

მთიანი აფხაზეთის ქვედაიურული და აალენური ქვიზიან-თიზიანი
ნალექების კლივაჟი

რეზიუმე

პირველად აფხაზეთისათვის გამოყოფილია დინების კლივაჟის გენეტიკური ტიპი. დადგენილია მისი უშუალო სივრცობრივი და გენეტიკური კავშირი „მთავარ შეცოცებასთან“.

GEOLOGY

A. I. KAVELASHVILI

CLEAVAGE IN THE LOWER-JURASSIC AALENIAN SANDY- ARGILLACEOUS DEPOSITS OF MOUNTAINOUS ABKHAZIA

Summary

The genetic type of a flow cleavage has been distinguished in Abkhazia for the first time. A close genetic and spatial relationship has been established between the cleavage and the "main thrust".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Геотектоника, № 3, 1966.
2. Ш. А. Адамия и др. Вопросы геологии северо-западной Абхазии. Тбилиси, 1972.
3. П. Д. Гамкрелидзе. Сб. трудов Геол. ин-та АН ГССР. Тбилиси, 1959.
4. И. В. Кириллова. Сб. «Складчатые деформации земной коры, их типы и механизм образования». М., 1962.
5. Г. Д. Ажгирей. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1967.
6. М. П. Биллингс. Структурная геология. М., 1949.
7. В. В. Белоусов. Структурная геология. М., 1971.
8. Я. Н. Белевцев, Г. В. Тохтуев. Советская геология, № 2, 1966.

Д. Д. ПАВЛЕНИШВИЛИ

О НОВЫХ МИНЕРАЛАХ АДАНГЕЙСКОГО МЕДНО-ПИРРОТИНОВОГО ПРОЯВЛЕНИЯ (АБХАЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 10.11.1977)

Детальное изучение медно-пирротиновых проявлений Горной Абхазии, залегающих в сланцево-песчаниковой толще нижней юры, позволило нам обнаружить на Адангейском проявлении ряд неизвестных в этих рудах минералов, среди которых особого внимания заслуживают галеновисмутит, линдстремит и теллурид из группы верлит-оруетита. Следует отметить, что линдстремит и минерал группы верлит-оруетита впервые определены в сульфидных рудах Грузии, а диагностика их связана со значительными трудностями.

Галеновисмутит встречается в виде мелких выделений размером $0,4 \times 0,8$ мм. В отраженном свете цвет минерала белый, галенитоподобный, двуотражение отчетливое, при скрещенных николях выявляется четкий эффект анизотропии. Подавляющее большинство минералов из группы сульфовисмутитов свинца, серебра и сложных оснований довольно близко между собой по оптическим свойствам, поэтому без применения тонких методов диагностика их невозможна. В связи с этим нами произведено рентгенографическое изучение минерала. Полученные данные сравнивались с данными эталонного галеновисмутита из американской картотеки (11—138, ASTM). Рентгеновский анализ дал весьма четкую картину, характерную для галеновисмутита. Кроме того, нами определен химический состав галеновисмутита на микрозонде «КАМЕКА»⁽¹⁾. По данным микрорентгеноспектрального анализа, содержание элементов в исследованном галеновисмутите следующее (вес.%): Pb—26, Cu—0,7, Bi—52,3, S—14,7, что соответствует химическому составу галеновисмутита— $PbBi_2S_4$ [1, 2]. Присутствие меди (0,7%), видимо, обусловлено загрязнением галеновисмутита халькопиритом.

Линдстремит встречается в тесном сростании и теллуридом из группы верлит-оруетита. Размеры выделений линдстремита не превышают 0,8 мм. Линдстремит до настоящего времени был известен только в рудах двух месторождений — в Гладхаммаре, близ Калмара в Швеции [1] и в СССР в кварцевых жилах Джидинского месторождения [3, 4].

В отраженном свете минерал галенитоподобный, бесцветный — белый; двуотражает в иммерсии намыного отчетливее; эффект анизотропии наблюдается ясно. Считают, что линдстремит является промежуточным членом непрерывного ряда твердых растворов между айкинни-

⁽¹⁾ Микрорентгеноспектральный анализ производился в Институте металлургии АН ГССР. Условия съемки: ускоряющее напряжение 30 кв, в качестве эталонов на Pb и S использовался галенит, на Cu — халькопирит, на Bi и Te — теллуrowисмутит.



том и висмутинном, поэтому его однозначное определение возможно только посредством специальных методов анализа [1].

Отражательная способность линдстремита и теллурида по нашей просьбе любезно была определена Л. Н. Вяльсовым (ИГЕМ АН СССР). По значению отражательной способности (рис. 1) исследованный нами минерал близок к группе айкинита-линдстремита-хаммарита.

Для уточнения диагностики минерала нами произведено его рентгенографическое изучение (табл. 1), которое также позволило отнести его к группе айкинита-линдстремита-хаммарита. Рентгеновские и оптические характеристики минералов этой группы очень близки и поэтому различить их можно лишь по химическому составу.

Таблица 1

Данные дебаграммы линдстремита

№ линии	I	d a/n	№ линии	I	d a/n
1	1	55,12	21	3	2,134
2	2	(4,20)	22	1	2,091
3	5	4,03	23	4	2,004
4	1	3,95	24	5	1,967
5	4	3,792	25	1	1,961
6	8	3,636	26	2	1,934
7	8	3,558	27	1	1,873
8	3	3,461	28	1	1,795
9	2	3,294	29	2	1,764
10	10	3,135	30	2	1,746
11	8	2,839	31	2	1,573
12	4	2,740	32	1	1,533
13	4	2,667	33	2	1,504
14	4	2,547	34	1	1,462
15	1	2,515	35	1	1,441
16	1	(2,489)	36	1	1,418
17	3	2,336	37	1	1,388
18	3	2,292	38	1	1,366
19	3	2,250	39	2	1,320
20	1	2,171			

Примечание: рентгеновские исследования проводились в минералогической лаборатории ИГЕМ АН СССР Г. В. Басозой на установке УРС-55, камера РКД—57,3 мм, Fe-излучение.

В связи с этим нами был проведен микрорентгеноспектральный анализ на установке «КАМЕКА». По данным анализа содержание элементов в исследованном минерале следующее (вес. %): Pb — 17,3 Cu—9,9, Bi—52,0, Te—0,5, S—17,4, что позволяет отнести его к линдстремиту — $PbCuBi_3S_3$. Обращает на себя внимание наличие в линдстремите примеси теллура (0,5%), что, возможно, связано с присутствием в нем тончайших выделений минерала группы верлит-оруэтит.

Теллурид (верлит-оруэтит) встречается в тесном сростании с линдстремитом в виде мелких, ксеноморфных выделений (0,2 мм и менее). В отраженном свете белый, по сравнению с линдстремитом, светлее, с желтоватым оттенком, анизотропия отчетливая. По микроскопическим данным минерал условно отнесен к группе редких теллуридов. Для рентгеновского анализа теллурида удалось извлечь его лишь в сростании с линдстремитом, что не дало возможности на рентгенограмме четко выделить линии, характерные для теллурида.

Судя по спектрам отражения (рис. 1), минерал похож на редкие теллуриды группы верлит-оруэтита. Для более точной диагностики минерала нами был проведен анализ на микрозонде «КАМЕКА». По данным анализа, содержание элементов в теллуриде следующее (вес. %): Pb—8,7, Bi—57,5, Te—18,7, Cu—0,99; S—5,4, что подтверждает принадлежность минерала к группе редких теллуровисмутитовых соединений. По П. Рамдору [1], минералы из этой группы в структурном отношении весьма сходны и образуют между собой твердые растворы. П. Рамдор различает члены этого ряда, свободные от серы: пильзенит (-верлит) $\sim \text{BiTe}$ и хедлейит $\sim \text{Bi}_{14}\text{Te}_6$, и члены, содержащие серу: жозент Bi_3TeS , грюнлингит Bi_4TeS_3 и оруэтит Bi_8TeS_4 .

Судя по содержанию серы и теллура, исследуемый минерал принадлежит к ряду жозент-грюнлингит-оруэтит, но по содержанию висмута ближе стоит к верлиту.

В химическом анализе исследованного нами теллурида обращают на себя внимание примеси свинца (8,7%) и меди (0,99%), которые не характерны ни для одного из предполагаемых нами теллуридов. Наличие меди, видимо, обусловлено примесью халькопирита, а примесь свинца, очевидно, связана с загрязнением теллурида линдстремитом.

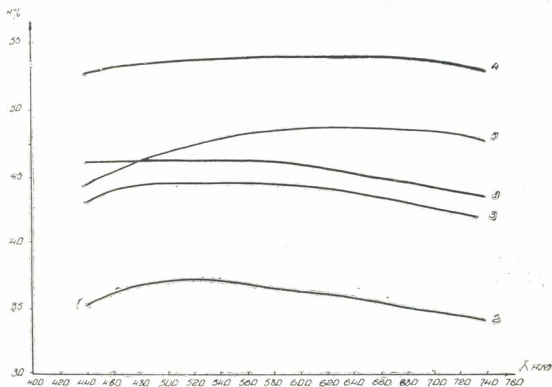


Рис. 1. Спектры отражения линдстремита (1—Rg', 2—Rp', 3—Rm?) и теллурида (4—Rg', 5—Rp')

Все предполагаемые нами теллуриды — верлит (жозент, грюнлингит) и оруэтит являются исключительно редкими минералами и известны лишь в некоторых месторождениях (Дойч-Пильзен, близ Грана, Венгрия; Каррок-Фелл, Камберленд, Англия; Серрания-де-ла-Ронда, Испания).

В медно-пирротиновых рудах указанные минералы находятся в ассоциации с пиритом, халькопиритом, кобальтином, самородным золотом, поздним кварцем и карбонатом. Взаимоотношение их с другими минералами и тесная ассоциация с наиболее поздним халькопиритом позволяют связать образование галеновисмутита, линдстремита и верлит-оруэтита с заключительной стадией рудообразования.



При выполнении настоящей работы автору значительную помощь оказали профессор Т. В. Иваницкий, кандидаты геолого-минералогических наук А. Д. Генкин и Л. Н. Вальсов.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джanelидзе

Производственное геологическое
управление «Грузгеология»

(Поступило 11.11.1977)

მინერალოგია

დ. ფავლენიშვილი

ახალი მინერალები ადანგეს სპილენძ-პიროტინიან
მადანგამოვლინებაში (აფხაზეთი)

რეზიუმე

აფხაზეთის სპილენძ-პიროტინიანი სარტყლის ადანგეს მადანგამოვლინებაში მადნის დეტალური შესწავლის შედეგად აღმოჩენილია ამ მადნებისათვის უცნობი მინერალები. განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს გალენობისმუტიტი, ლინდსტრემიტი და ტელურიდი ვერლიტ-ორუეტიტის ჯგუფიდან, რომელთაგან ორი უკანასკნელი პირველად ნაპოვნი საქართველოს სულფიდურ მადნებში. წერილში მოყვანილია აღნიშნულ მინერალთა დიაგნოსტიკა და ნავარაუდევია მათი გამოკრისტალების დრო მინერალიზაციის პროცესში.

MINERALOGY

D. D. PAVLENISHVILI

NEW MINERALS IN THE ADANGE COPPER-PYROTINE ORE
MANIFESTATIONS (ABKHAZIA)

Summary

In the Adange ore manifestation of the Abkhazian copper-pyrotine belt minerals hitherto unknown in these ores have been identified, such as galenobismuthite, lindstromite and telluride of the wehrliite-oruetite group, of which the latter two have been found for the first time in Georgian sulphide ores. A presumable order of crystallization of the cited minerals in the course of the ore deposition is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Рамдор. Рудные минералы и их сростания. М., 1962.
2. Дж. Д. Дэна, Э. С. Дэна, Ч. Пэлач, Г. Берман, К. Фрондель. Система минералогии, т. I, первый полутом. М., 1950.
3. А. Г. Бетехтин. Курс минералогии. М., 1961.
4. Н. А. Смольянинов. Практическое руководство по минералогии. М., 1972.

Н. П. БУЛИЯ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИЗГИБА ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК ДВОЙКОЙ
КРИВИЗНЫ, ОСЛАБЛЕННЫХ ОЧЕНЬ МАЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ,
С УТОЧНЕННЫМ СПОСОБОМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 31.8.1977)

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку двойкой кривизны, ослабленную каким-либо очень малым отверстием, контур которого представляет пространственную кривую. Допустим, что на оболочку действует сосредоточенная сила P (точка приложения силы P не расположена на контуре отверстия).

Решим задачу изгиба. Для этого рассмотрим данную пологую оболочку без отверстия (отверстие заполним пространственной поверхностью) как основную, которую назовем «фиктивной» оболочкой. На фиктивной оболочке возьмем контур, который имеет круговое очертание.

Ввиду того что в предыдущих задачах [1] мы рассматривали пологую оболочку с очень малым отверстием, поэтому на контуре отверстия $|z| = r$ прикладывали равномерно распределенные поперечные усилия и равномерно распределенные изгибающие моменты. В данной задаче, в отличие от [1], на контуре отверстия $|z| = r$ приложим распределенные поперечные усилия и распределенные изгибающие моменты произвольного очертания.

В данном случае поперечные усилия можно представить следующей формулой:

$$Q_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} Q_k \sin K\theta. \quad (1)$$

Для изгибающих моментов формула будет иметь следующий вид:

$$M_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} M_k \sin K\theta. \quad (2)$$

Как известно

$$x = r \cos \theta, \quad y = r \sin \theta. \quad (3)$$

Согласно (3) получим

$$\theta = \arctg \frac{y}{x}. \quad (4)$$

Учитывая (4), формулы (1) и (2) можем записать следующим образом:



$$Q_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} Q_k \sin \left(K \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x} \right); \quad M_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} M_k \sin \left(K \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x} \right). \quad (5)$$

Граничные условия контура отверстия запишем следующим образом [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{\nu}{r} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{(1-\nu^2)}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] &= 0, \\ \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left[\frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

где W — прогиб оболочки, ν — коэффициент Пуассона.

Как известно [2], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию дифференциальных уравнений

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0, \quad \nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0, \quad (7)$$

где ∇^2 и ∇_k^2 — дифференциальные операторы.

Рассчитаем оболочку с круговым отверстием путем наложения прогибов.

Обозначим через W_{p^*} прогиб, вызванный нагрузкой P . Прогибы, вызванные поперечной силой Q_k^* и изгибающим моментом M_k^* , обозначим соответственно через $W_{Q_k^*}$ и $W_{M_k^*}$. Общий интеграл дифференциальных уравнений (7) обозначим через W_0 .

Прогиб оболочки (для рассматриваемой двусвязной области) будет иметь вид

$$W = W_0 + W_{p^*} + W_{Q_k^*} + W_{M_k^*}. \quad (8)$$

Для вычисления W_{p^*} , $W_{Q_k^*}$ и $W_{M_k^*}$ применим метод Бубнова — Галеркина. В этом случае аппроксимируют как функцию напряжений φ , так и прогиб W .

Функцию напряжений и прогиб представляют в форме рядов

$$\varphi_j = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} \Phi_m(x) Y_n(y); \quad W_j = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn}^{(j)} W_m(x) \psi_n(y), \quad (9)$$

$$(j = p^*, Q_k^*, M_k^*).$$

Так как мы рассматриваем пологую оболочку с очень малым отверстием, поэтому распределенные поперечные усилия и распределенные изгибающие моменты Q_k^* и M_k^* , приложенные на контуре отверстия, будут занимать очень малую площадь оболочки, значит, приближенно, относительно оболочки. В этом случае можно эффективно применять функцию Дирака [3] (см. также [4, 5]).

Учитывая свойство функции Дирака [3—5], постоянные $A_{mn}^{(j)}$ и $B_{mn}^{(j)}$ определяем из системы вариационных уравнений, имеющих вид

$$\int_0^a \int_0^b \left[\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_{mn}^{(p)}}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \Phi_m(x) Y_n(y) - \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn}^{(p)} \nabla_k^2 W_m(x) \Psi_n(y) \right] \times \\ \times \Phi_i(x) Y_j(y) dx dy = 0, \\ \int_0^a \int_0^b \left[\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(p)} \nabla_k^2 \Phi_m(x) Y_n(y) - \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} D B_{mn}^{(p)} W_m(x) \psi_n(y) - \right. \\ \left. - P \delta(x-c) \delta(y-d) \right] W_i(x) \Psi_j(y) dx dy = 0. \quad (10)$$

Согласно теории И. Н. Векуа, система двух уравнений (8) приводится к одному комплексному уравнению [1, 6]

$$\frac{\partial^2}{\partial z \partial \bar{z}} \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial \bar{z}} - i \varepsilon \nabla_k^2 v = 0, \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{8h}, \quad (11)$$

где

$$z = x + iy = r(\cos \theta + i \sin \theta) = r e^{i\theta},$$

$$\bar{z} = x - iy = r(\cos \theta - i \sin \theta) = r e^{-i\theta},$$

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right).$$

Общий интеграл W_0 определяется по формуле

$$W_0 = \frac{V + \bar{V}}{2}.$$

Пусть V — некоторое регулярное в области D решение уравнения (11). Согласно теореме И. Н. Векуа [6], это решение будет аналитической функцией переменных x, y в области D .

Продолжая его аналитически в области комплексных значений переменных x, y , получаем аналитическую функцию двух комплексных переменных x, \bar{z} в области $(x \in D, \bar{z} \in D)$.

Уравнение (11) можно записать в виде

$$V(z, \bar{z}) - i \varepsilon \left[(k_2 - z_1) \int_0^z (z-t) V(t, \bar{z}) dt + (k_2 - k_1) \int_0^{\bar{z}} (\bar{z}-\tau) V(z, \tau) d\tau + \right. \\ \left. + 2(k_2 + k_1) \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} V(t, \tau) d\tau \right] = \varphi_1(z) + \varphi_1^*(\bar{z}) + \int_0^z \varphi_0(t) dt + \int_0^{\bar{z}} \varphi_0(\tau) d\tau. \quad (12)$$

функций $\varphi_1(z)$ и $\varphi_1^*(\bar{z})$ голоморфны в D и \bar{D} соответственно.

Уравнение (12) можно решить методом последовательных приближений.

Неизвестные коэффициенты Q_k и M_k определяются граничными условиями (7).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.9.1977)

საშენობლო მეცნიერება

ბ. ბულია

მცირე ზომის ხვრებით შესუსტებული ორმაგი სიმრუდის დამრეცი
გარსის ღუნვის ამოცანის ამოხსნა და შესუსტებული ხვრებით

რეზიუმე

განხილულია მცირე ზომის ხვრეტის მქონე ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის ანგარიში. ხვრეტის კონტურზე მოდებულია არათანაბრად განაწილებული განივი ძალა და მღუნავი მომენტი, რომლებიც წარმოდგენილია ტრიგონომეტრიული მწკრივების საშუალებით. ბუბნოვ—გალიორკინის განტოლებებში დირაკის ფუნქციის გამოყენება იძლევა ამოხსნის ეფექტურ შედეგს.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF CALCULATION BY THE PRECISION
METHOD OF THE BENDING OF DOUBLE-CURVE SLOPING
SHELLS WEAKENED BY A VERY SMALL CRIFICE HAVING
NO ANGULAR POINTS

Summary

The calculation of double-curve sloping shells weakened by very small orifices is considered. Irregularly distributed lateral forces and bending moments, expressed through trigonometric functions, are applied to the contour of the orifice. The Bubnov-Galerkin equations are effectively solved by using the Dirac function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
3. П. Дирак. Основы квантовой механики. Л.—М., 1937.
4. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
5. А. М. Қақушадзе, Н. И. Наморадзе, П. Н. Кохреидзе, Ю. С. Эсадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2, (95), 1964.
6. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1948.

Л. Д. ДАРСАЛИЯ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК И ПЛИТ, ОСЛАБЛЕННЫХ ОЧЕНЬ МАЛЫМ КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ, МЕТОДОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 21.9.1977)

Рассмотрим систему, состоящую из двух плит, у которых один край жестко защемлен, три свободные, и эти плиты перекрыты полой оболочкой, на которую действует сосредоточенная сила P (рис. 1,а). Допустим, что круговое отверстие находится на плите (рис. 1,в, 1,г). Эта задача является обобщением задачи [1]. В [1] рассматривалась задача сопряжения плит и оболочек без отверстия.

Для расчета заданной системы применим общий метод строительной механики — метод сил [1].

Разрежем в краевом сечении систему. В разрезанных местах приложим неизвестные крайевые моменты и осевые силы, выраженные в тригонометрических рядах.

В данном случае эти формулы для неизвестных крайевых моментов имеют вид (рис. 1,г)

$$M_{10}(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3, \dots}^{\infty} \frac{1}{n} F_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (1)$$

а для осевых сил (рис. 1,в)

$$S_{10}(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3, \dots}^{\infty} \frac{1}{n} E_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (2)$$

Распорная сила S_{10} и изгибающий момент M_{10} вызывают линейные и угловые деформации.

Линейная деформация оболочки — перемещение — представляет собой сумму перемещений, вызванных действием распорной силы S_{10} и внешней силы (в нашем случае сосредоточенная сила P):

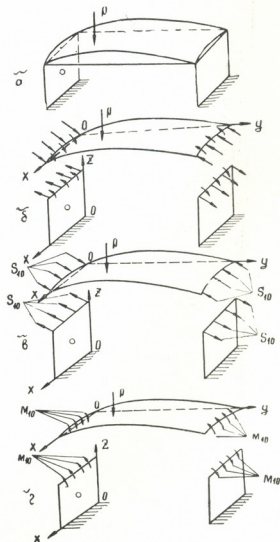


Рис. 1



$$\Delta_{об.} = \Delta_{Sio} + \Delta_p. \quad (3)$$

Если перемещения относительно осей координат x и y обозначим U и V , то будем иметь

$$U_{об.} = U_{Sio} + U_p, \quad V_{об.} = V_{Sio} + V_p. \quad (4)$$

Угловая деформация оболочки — угол поворота — представляет собой сумму углов поворота от изгибающих момента M_{io} и сосредоточенной силы P :

$$\Theta_{об.} = \Theta_{Mio} + \Theta_p. \quad (5)$$

Имеем

$$\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)_{об.} = \frac{\partial W_{Mio}}{\partial x} + \frac{\partial W_p}{\partial x}, \quad \left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)_{об.} = \frac{\partial W_{Mio}}{\partial y} + \frac{\partial W_p}{\partial y}, \quad (6)$$

где W_{Mio} и W_p — прогибы, вызванные соответственно M_{io} и P .

Определим U_{Sio} , V_{Sio} , W_{Mio} , U_p , V_p и W_p .

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку двоякой кривизны под действием сосредоточенной силы P .

Как известно [2], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0, \quad \nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0. \quad (7)$$

Здесь ∇^2 и ∇_k^2 — дифференциальные операторы второго порядка:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \nabla_k^2 = k_2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad (8)$$

Допустим, что по краям оболочки $x=0$, $x=a$ действуют распределенные нормальные силы и моменты (рис. 1, б).

$$S_{io}(y) = \varphi_1(y) = \varphi_2(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3..}^{\infty} \frac{1}{n} E_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (9)$$

$$M_{io}(y) = f_1(y) = f_2(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3..}^{\infty} \frac{1}{n} E_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (10)$$

Для поставленной задачи будем иметь следующие граничные условия:

$$\text{при } x=0 \text{ и } x=a, \quad W_x = V = 0, \quad (11)$$

$$S_x = -\varphi_1(y) = -\varphi_2(y) = -\frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3..}^{\infty} \frac{1}{n} E_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (12)$$

$$M_x = -f_1(y) = -f_2(y) = -\frac{4}{\pi} \sum_{n=1, 3..}^{\infty} \frac{1}{n} E_n^{(1)} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (13)$$

Для решения дифференциальных уравнений (7) используем метод Бубнова—Галеркина. Прогиб будет иметь следующий вид:

$$W_{SM} = W_{Sio} + W_{Mio}$$

Рассмотрим плиту, ослабленную очень малым круговым отверстием, контур которого представляет кривую L . Область, ограниченную контуром L , обозначим через D . Контур плиты обозначим через Γ , а область между контурами Γ и L обозначим через S . Рассмотрим данную плиту без отверстия (отверстие заполним плоскостью), как основную, которую назовем «фиктивной» плитой. На фиктивной плите возьмем контур (допустим, что контур L является окружностью, с достаточно малым радиусом $|z|=r$). На контур L приложим равномерно распределенные поперечные силы и равномерно распределенные изгибающиеся моменты. Удалим из контура L равномерно распределенные поперечные усилия и вместо них в центре окружности $|z|=r$ приложим неизвестную сосредоточенную силу \bar{P} .

Равномерно распределенные изгибающие моменты на контуре заменяются сосредоточенным моментом \bar{M} в центре окружности $|z|=r$.

Граничные условия контура запишем по Д. В. Вайнбергу [3], а также [4, 5]

$$M_n + i \int_0^s N_n ds = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{in\theta} + iN_k \Theta, \quad (14)$$

$$\frac{1-\nu}{2} \frac{dW}{dt} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} B_n e^{in\theta}, \quad (15)$$

где M_n — нормальный изгибающий момент, N_n — обобщенная поперечная сила по Кирхгофу, N_k — главный вектор усилий и пар, действующих на t -аффикс граничных кривых, L , A_n и B_n — неизвестные коэффициенты.

Формулу (14) можем представить в следующем виде [3]:

$$M_n + i \int_0^s \left(\frac{\partial H_{nt}}{\partial s} + Q_n \right) ds = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{in\theta} + iN_k \Theta. \quad (16)$$

Используем известную формулу [3]

$$M_x^* + iM_y^* + iz \int_0^s Q_n ds = \int_0^z \left[M_n + i \int_0^s \left(\frac{\partial H_{nx}}{\partial s} + Q_n \right) ds \right] dz. \quad (17)$$

Согласно [3] имеем

$$M_x^* + iM_y^* + iz \int_0^s Q_n ds = (zN_k + rA_{n-1}) i\Theta - N_k z + r \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{r^* A_{n-1}}{n} l^{in\theta}, \quad (18)$$

в котором опущены несущественные постоянные; обозначением Σ^* исключаются слагаемые, имеющие особенность.

На контуре отверстия прогиб имеет вид

$$W = W_0 + W_p + W_{Sto} + W_{Mto} + W_p^- + W_M^-, \quad (19)$$

где W_0 является частным решением уравнения

$$\nabla^2 \nabla^2 W(xy) = \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = \frac{q}{D}. \quad (20)$$

W_0 представим следующим образом [3, 5]:

$$W_0 = \operatorname{Re} [Z\varphi(z) + X(z)]. \quad (21)$$

Неизвестные коэффициенты $E_n^{(1)}$ и $E_n^{(2)}$ определяются из следующих условий:

$$\begin{aligned} V_{об} &= -W_{пл}, \\ \left(\frac{\partial W}{\partial y} \right)_{об} &= \left(\frac{\partial W}{\partial x} \right)_{пл}. \end{aligned} \quad (22)$$

Центральное проектно-конструкторское бюро
МЭП СССР

(Поступило 23.9.1977)

სამშენებლო მექანიკა

ლ. დარსალია

ძალიან მცირე წრიული ხვრეტით შესუსტებული ფილებისა და დამრეცი გარსების შეუღლების ამოცანის ამოხსნა სამშენებლო მექანიკის მეთოდით

რეზიუმე

განხილულია ძალიან მცირე წრიული ხვრეტით შესუსტებული ფილებისა და დამრეცი გარსების შეუღლების ამოცანის ამოხსნა. ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებულია სამშენებლო მექანიკის ძირითადი მეთოდი — ძალთა მეთოდი. ხვრეტის სასაზღვრო პირობა ჩაწერილია დ. ვაინბერგის [3] მიხედვით.

STRUCTURAL MECHANICS

L. J. DARSALIA

USE OF A METHOD OF STRUCTURAL MECHANICS IN SOLVING THE PROBLEM OF CONJUGATION OF SLABS AND SLOPING SHELLS WEAKENED BY A VERY SMALL CIRCULAR ORIFICE

Summary

The article discusses the solution of the conjugation problem of slabs and sloping shells weakened by a very small orifice. The problem is solved by the moment area method—basic in structural mechanics. The boundary condition of the orifice is written according to Weinberg.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Kakuszadze, P. I. Kochreidze, N. P. Bulia. Rozwiazanie zadania polaczeniaplyti powlok metoda Mechaniki bvdowli czasopismo techniczne z. 1-B (182) 1975. Panstwowe wydawnictwo naukowe Warszawa-Krakow.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
3. Д. В. Вайнберг. Напряженное состояние составных дисков и пластин. Киев, 1952.
4. П. Дирак. Основы квантовой механики. Л.—М. 1937.
5. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.

И. П. КОРНАУЛИ

О ВОССТАНОВЛЕНИИ НОРМАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СКОРОСТИ ПРИ КОСОМ УДАРЕ ТЕЛ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 12.10.1977)

В расчетах устройств и систем виброударного действия для оценки ударного эффекта используются коэффициенты восстановления скорости. Определение величин этих коэффициентов производится экспериментально с использованием тех или иных гипотез. В частности, для оценки изменений составляющих векторов скоростей, нормальных к поверхностям соударяющихся тел в точке удара, применяется гипотеза Ньютона. Согласно этой гипотезе отношение величин нормальных скоростей тела после удара и до удара есть постоянная величина, не зависящая ни от скорости удара, ни от размеров, а лишь от материала соударяющихся тел. Однако, как показывают опыты, коэффициент восстановления нормальной скорости при косом ударе тел может измениться в зависимости от нормальной и тангенциальной скоростей до удара [1, 2]. Естественно, что теоретический расчет косо-го удара является важнейшим условием для создания теории и метода расчета виброударных систем.

В данной работе дается аналитическое определение коэффициента восстановления нормальной скорости при косом ударе тел.

Упрощенная расчетная схема косо-го удара тел представлена на рис. 1. Тело 1 ударяется о тело 2 со скоростью V_c . Моделируем поверхности удара тел 1 и 2 клиньями с углом наклона боковых поверхностей Θ [3]. Очевидно, что при косом ударе тел вершины клиньев с большими углами Θ будут ударяться о бока клиньев с меньшими углами (см. рис. 1). Такая схема взаимодействия хорошо соответствует контактированию шероховатой поверхности с гладкой поверхностью [4]. Система импульсов, испытываемых вследствие удара, будет одной и той же для обоих тел. Направление этих импульсов, естественно, определяется нормальными боковых поверхностей клиньев с меньшими значениями углов Θ .

Предположим, что соударение тел 1 и 2 происходит на n неровностях. Естественно, что возникающие при этом импульсы \vec{S}_i будут отличаться друг от друга по величине и направлению. Однако найдется эквивалентное значение такого угла $\Theta_{\text{э-кв}}$, который определяет направление результирующего импульса \vec{S}_n , являющегося геометрической

суммой всех импульсов $\left(\vec{S} = \sum_{i=1}^n \vec{S}_i\right)$. Поэтому значение $\Theta_{\text{э-кв}}$ можно

заменить среднеарифметическим значением угла $\Theta_{\text{ср}} : \Theta_{\text{э-кв}} \approx \Theta_{\text{ср}}$. В дальнейшем этот угол обозначим через Θ , подразумевая под ним 41. „მანძილი“, ტ. 88, № 3, 1977



среднеарифметическое значение улов наклона боковых поверхностей клиньев с меньшими углами. Для определения значения θ профилограмму поверхности следует снимать по направлению тангенциальной скорости удара.

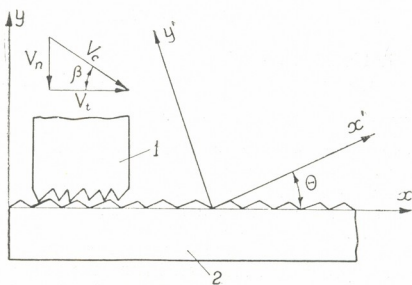


Рис. 1. Схема контактирования шершавых поверхностей при косом ударе тел

Для определения скорости тела 1 после удара возьмем системы координат xy и $x'y'$. Очевидно, ось x' будет направлена вдоль боковой поверхности гладкой неровности (клина). Разложим скорость V_c на составляющие по осям $x'y'$. Будем иметь

$$V_{y'} = -V_c \sin(\beta + \theta), \quad (1)$$

$$V_{x'} = V_c \cos(\beta + \theta). \quad (2)$$

Оценим восстановление нормальной скорости $V_{y'}$ после удара коэффициентом восстановления скорости, определяемым при помощи прямого удара шара о плоскость [5]. Для определения изменения тангенциальной скорости $V_{x'}$ после удара используем гипотезу вязкого трения

$$U_{y'} = -\epsilon V_{y'} = \epsilon V_c \sin(\beta + \theta), \quad (3)$$

$$U_{x'} = V_c(1 - \lambda) \cos(\beta + \theta), \quad (4)$$

где $U_{x'}$ и $U_{y'}$ — составляющие скорости тела 1 после удара; λ — коэффициент вязкого трения (определяется экспериментально); ϵ — коэффициент восстановления скорости, определяемый с помощью прямого удара шара о плоскость.

Проектируя выражения (3) и (4) на ось y , получаем нормальную скорость отскока тела 1 после удара

$$U_y = \epsilon V_c \sin(\beta + \theta) \cos \theta + V_c(1 - \lambda) \cos(\beta + \theta) \sin \theta. \quad (5)$$

Вводя выражения $V_c \sin \beta = V_n$ и $V_c \cos \beta = V_t$ (см. рис. 1), после простых преобразований формулы (5) получаем

$$U_y = (1 + \varepsilon - \lambda)(V_t \sin \Theta \cos \Theta - V_n \sin^2 \Theta) + \varepsilon V_n. \quad (6)$$

Из формулы (6) можно получить значение коэффициента восстановления нормальной скорости при косом ударе тел

$$K = \frac{|U_y|}{|V_n|} = (1 + \varepsilon - \lambda) \left(\frac{V_t}{V_n} \sin \Theta \cos \Theta - \sin^2 \Theta \right) + \varepsilon. \quad (7)$$

Формула (7) дает аналитическую зависимость коэффициента восстановления нормальной скорости при косом ударе в зависимости от нормальной и тангенциальной скоростей тела до удара. Она находится в хорошем соответствии с экспериментальными данными работ [1, 2] и может быть использована в расчетах механических систем, совершающих косые удары.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 14.10.1977)

მანქანათმშენობლა

ი. კორიაული

სიჩქარის ნორმალური მდგენელის აღდგენის უმსახებ სხეულების
 ირიბი დარტყმის დროს
 რეზიუმე

მოცემულია ნორმალური სიჩქარის აღდგენის კოეფიციენტის ანალიზური განსაზღვრა სხეულების ირიბი დარტყმის დროს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

I. P. KORIAULI

ON THE RECOVERY OF THE NORMAL VELOCITY COMPONENT UNDER OBLIQUE IMPACT OF BODIES

Summary

Analytical determination of the recovery coefficient of normal velocity under oblique impact of bodies is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Гольдсмит. Удар. Теория и физические свойства соударяемых тел. М., 1965.
2. Э. Э. Лавендел, А. П. Субач. Сб. «Вибрационная техника». М., 1966.
3. Характеристики микрогеометрии, определяющие контактное взаимодействие шероховатых поверхностей. Госстандарт, ГОСТ 2789—59, М., 1973.
4. И. В. Крагельский. Трение и износ. М., 1968.
5. Б. Н. Стихановский. Сб. «Механика машин», вып. 17—18. М., 1968.

К. С. КИПШИДZE, У. А. ЛИТАНИШВИЛИ

ГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЯТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА ОБОБЩЕННОГО ВИДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 10.11.1977)

Рассмотрим пространственный пятизвенный механизм с четырьмя вращательными парами и одной сферической, расположенной в центре кинематической цепи, причем оси всех вращательных пар относительно друг друга являются скрещивающимися (рис. 1). Структурными параметрами механизма являются $\lambda, \varphi, \omega, \delta, \rho$ — углы наклонов звеньев и их осей, l, l_1, L, L_1, a, b, h — линейные размеры.

Характер данного исследования вызывает необходимость условного размыкания механизма в какой-либо паре. При данной кинематической схеме наиболее приемлемым вариантом является размыкание механизма в шаровой паре C , так как в этом случае имеем два одинаковых трехзвенных механизма и поверхности, образованные результирующим движением пары C , однотипны.

Рассмотрим непосредственно один из этих механизмов, а именно ABC . Шаровая пара C , как видно из схемы, описывает окружность, плоскость которой перпендикулярна к оси вращения i^2 пары B . В свою очередь, пара B описывает также окружность в плоскости, перпендикулярной к оси вращения i^1 пары A . Очевидно, поверхность, образованная траекториями результирующего движения звеньев AB и BC , будет представлять собой торовую поверхность. Аналогичное рассуждение проводим и относительно другой части разъединенного механизма EDC .

Очевидно, что замкнутость цепи механизма накладывает на движение шаровой пары C определенные ограничения, вызванные неодинаковым положением торов в пространстве. Эти ограничения сводят движение шаровой пары по поверхности торов к движению по пространственной кривой, являющейся линией пересечения этих поверхностей.

Таким образом, эту кривую можно рассматривать как геометрическое место точек, каждая из которых представляет возможные положения шарового шарнира при определенном расположении кинематических пар B, A, D и E , т. е. наличие этой кривой обуславливает под-

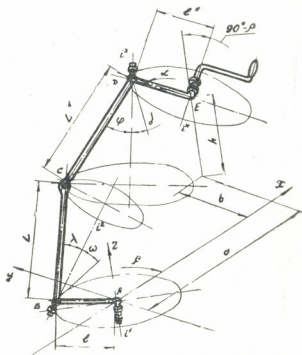


Рис. 1



вижность механизма. Поэтому первым этапом решения поставленной задачи является вопрос нахождения линии пересечения торов, который рассматривается как частный случай общей задачи нахождения пересечения двух геометрических поверхностей.

Для удобства тор с осью вращения i^1 обозначим T_r (горизонтальный), тор с осью вращения i^4 — T_n (наклонный). Проведем вспомогательную плоскость Q такого направления, чтобы сечения ею одного из торов (например, T_r) представляли собой окружности ра-

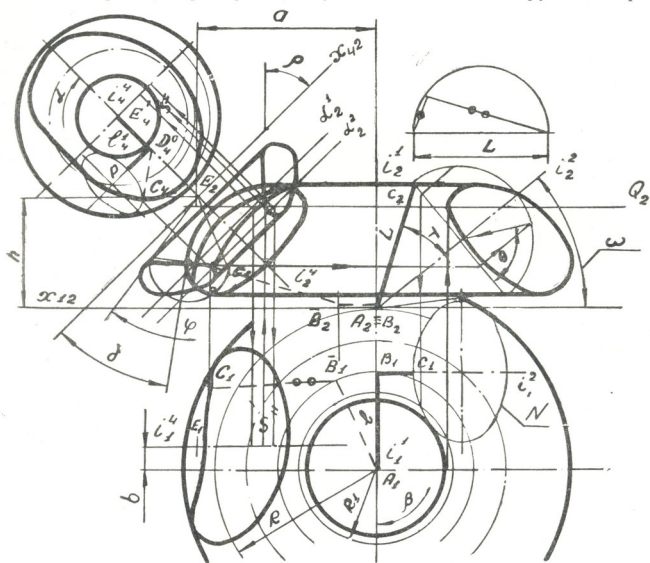


Рис. 2

диусов R и R_1 (рис. 2). При пересечении же с тором T_n получим кривую линию K (в общем случае две кривые линии), для нахождения которой следует провести вспомогательные плоскости $\alpha^{1,2,3}$, перпендикулярные к оси вращения тора T_n . Последующие этапы определения линии K пересечения торов вполне ясны из чертежа.

Очевидно, если кривая пересечения торов охватывает ту окружность минимального диаметра, которую способна описать шаровая пара на одной из поверхностей торов в разъединенном состоянии (в нашем случае тора T_n), то имеем условие проворачиваемости соответственного звена AB или DE (в нашем случае звена DE). Это условие существования одного кривошипа. Как следствие получается: если кривая пересечения поверхностей торов является охватывающей одновременно те окружности минимального диаметра, которые способна описать шаровая пара в разъединенном состоянии на поверхности обоих торов, будем иметь условие проворачиваемости обоих звеньев — как

DE , так и AB , т. е. необходимое условие существования двухкривошипного механизма.

Следует отметить, что варьируя параметрами и взаиморасположением торов, всегда можно добиться того, чтобы кривая линия их пересечения охватывала окружность минимального диаметра хотя бы одного из торов.

Что касается условия, при котором возможно свести указанный механизм к двухкривошипному, то тут необходимо, чтобы окружность минимального диаметра одного тора была бы меньше окружности максимального диаметра другого тора.

Покажем теперь, как исходя из геометрии механизма, отображенного на чертеже, можно определять зависимости между переменными параметрами механизма. Пусть звено ED находится в исходном положении $E_4D_4^\circ$. Для определения положения центра эллипса на перпендикуляре, восстановленном в конце отрезка I_4 , откладываем расстояние P . Выбираем произвольно одну из пар точек (скажем C_4) пересечения проекции кривой с эллипсом, построенным в найденной точке C_4 (в дальнейшем для удобства целесообразно пользоваться шаблоном). Линия связи, проведенная из точки C_4 , в пересечении с фронтальной проекцией кривой K дает точку C_2 — фронтальную проекцию центра пары C . Горизонтальная проекция C_1 точки C находится непосредственно. Для нахождения проекции центра цилиндрической пары B воспользуемся методом треугольника при определении истинной длины отрезка прямой, учитывая, что любой угол, опирающийся на диаметр окружности, равен 90° . Таким образом, зная величину отрезка прямой и разность расстояний его концов от оси проекций, можно определить величину самих проекций при произвольном выборе направлений проецирования. Так как фронтальная проекция B_2 точки B лежит на оси X , то, зная величину текущей координаты C_2 точки C , можно определить соответственно величину проекции C_1B_1 звена CB . Наконец, засекая из точки C дугой радиуса C_1B_1 окружность, по которой движется горизонтальная проекция точки B , получаем положение горизонтальной проекции центра пары B . Фронтальная ее проекция находится непосредственно.

Итак, найдены координаты всех центров кинематических пар для исходного положения звена ED .

Теперь повернем звено ED на определенный угол. Возьмем постоянный шаг, равный 30° . При изменении положения остальных звеньев переменные параметры (углы γ , β , θ) примут определенные значения. Угол поворота α — величина независимая. Величина угла поворота коромысла β проецируется без искажения на горизонтальную плоскость проекций. Что касается углов γ и θ , то их величины определяются следующим образом. Достаточно фронтальную проекцию точки C перенести на проекцию окружности, по которой движется точка C в разъединенном состоянии механизма, и далее плотность указанной окружности совместить с фронтальной плоскостью, тогда, как видно из чертежа, и эти углы спроецируются в натуральную величину.

Что касается точности, в данном случае она вполне достаточна, чтобы по графическим данным собрать механизм и непосредственно убедиться в его пророчиваемости (рис. 3).

В заключение следует отметить: во-первых, предлагаемый метод отличается простотой построения, так как полностью базируется на приемах начертательной геометрии, с которыми хорошо знакомы ниже-

ნერ, что существенно облегчает практическое конструирование пространственных механизмов; во-вторых, он нагляден и поэтому, помимо

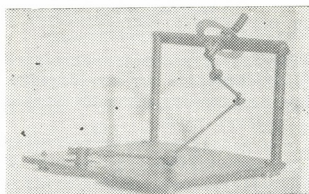


Рис. 3

облегчения графических построений, обеспечивает постоянный контроль за ходом построений.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.11.1977)

მანქანათმშენობა

კ. კიპშიძე, უ. ლიტანიშვილი

განზოგადებული სახის ხუთრგოლა სივრცით მექანიზმის
გრაფიკული გამოკვლევა

რეზიუმე

აღწერილია განზოგადებული სახის ხუთრგოლა მექანიზმის გამოკვლევის გრაფიკული მეთოდი.

განსაზღვრულია განსახილველი მექანიზმის მდებარეობა და ბრუნვადობის პირობები.

გრაფიკულ აგებათა უბრალოება არსებითად ამსუბუქებს კონსტრუირებას და უზრუნველყოფს აგების პროცესში მუდმივ კონტროლს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

K. S. KIPSHIDZE, U. A. LITANISHVILI

A GRAPHIC STUDY OF A FIVE-LINK GENERAL TYPE MECHANISM
IN SPACE

Summary

The present article deals with a graphic method of studying a spatial five-link mechanism of a generalized type. The positions and conditions of turning have been determined for the mechanism under consideration. Simplicity of graphic plotting considerably facilitates practical designing and ensures permanent control in the construction process.

З. И. КАРКАШАДЗЕ, Н. Ф. КОРЕНЧУК

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОЦЕССА НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ ДИСКОВО-КОЛОДОЧНОГО ТОРМОЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 25.16.1977)

Процесс нагрева дисково-колодочного тормоза [1] и отвода тепла от его трущихся поверхностей является сложной совокупностью тепловых и гидромеханических явлений. Теплообмен между элементом поверхности трения тормозного диска и внешней средой протекает в двух средах — металле диска и омывающем его воздухе и при отсутствии внутренних источников тепла описывается уравнением распространения тепла в тормозном диске как в твердом теле [2, 3]

$$\frac{\partial \vartheta_g}{\partial \tau} = a_g \nabla^2 \vartheta_g \quad (1)$$

и соответствующими условиями однозначности. Процесс теплообмена между элементом поверхности трения тормозной накладки и внешней средой протекает в трех средах — материалах накладки и колодки и воздухе, омывающем тормоз. Этот процесс описывается уравнениями распространения тепла в накладке и колодке как в твердых телах

$$\frac{\partial \vartheta_\phi}{\partial \tau} = a_\phi \nabla^2 \vartheta_\phi, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \vartheta_k}{\partial \tau} = a_k \nabla^2 \vartheta_k \quad (3)$$

и соответствующими начальными и граничными условиями, которые связывают уравнения в единую систему. В уравнениях ϑ_g , ϑ_ϕ , ϑ_k — разности между текущими температурами T_g , T_ϕ , T_k в рассматриваемых точках объемов соответственно диска, накладки и колодки и температурой T_0 окружающего тормоз воздуха, τ — время, a_g , a_ϕ , a_k — коэффициенты температуропроводности соответственно материалов диска, накладки и колодки.

Для получения систем уравнений, однозначно определяющих процесс нагрева и охлаждения дисково-колодочных тормозов, к указанным системам были присоединены дополнительно временные условия, учитывающие особенности режима работы тормоза, а также геометрические условия, характеризующие особенности конструкции тормоза и его регулировку. В число первых вошли: время торможения τ_t , время цикла $\tau_{ц}$, т. е. время между двумя торможениями, и время движения τ_0 , т. е. время, в течение которого происходит вращение тормозного диска и теплоотвод осуществляется вынужденной конвекцией.



В число вторых вошли: диаметр диска d , величина которого принята за определяющий размер системы, коэффициент взаимного перекрытия фрикционной пары $K_{вз}$, установочный зазор ε и ширина полости диска B_n в случае применения полого тормозного диска.

Выполненное математическое описание процесса нагрева и охлаждения дисково-колодочного тормоза, естественно, не охватило всех явлений, которые сопровождают этот процесс. Процесс трения фрикционной пары сопровождается, например, упругой и пластической деформациями трущихся элементов, износом, перестройкой структуры материалов, диффузией, вибрациями и т. д., которые, в свою очередь, являются сложными процессами. При формировании математического описания учитывались только наиболее важные и существенные явления. Считалось, что все другие явления не имеют определяющего значения, и их влияние не учитывалось.

Для выявления основных критериев, наиболее существенно влияющих на процесс нагрева и охлаждения дисково-колодочных тормозов, были использованы методы теории подобия [4, 5]. Каждое уравнение и условие однозначности были обработаны методом масштабных преобразований, что позволило выявить основные критерии (безразмерные комплексы величин) и симплексы (отношения одноименных физических величин).

Для процесса нагрева и охлаждения дисково-колодочных тормозов определяющими являются:

$\frac{\vartheta_n \lambda_g}{\psi q d}$ — температурный критерий, характеризующий величину нагрева трущихся поверхностей,

$\frac{a_g \tau_{и}}{d^2}$ — критерий Фурье, определяющий гомохронность подобных процессов,

$\frac{v_g d}{\nu}$ — критерий Рейнольдса, характеризующий гидромеханические условия теплообмена,

$\frac{\varepsilon}{d}$ и $\frac{B_n}{d}$ — геометрические симплексы, учитывающие особенности конструкции тормоза и его регулировку,

$\frac{\tau_{\partial}}{\tau_{и}}$, $\frac{\tau_r}{\tau_{и}}$ и $\frac{\tau}{\tau_{и}}$ — временные симплексы, определяющие особенности режима эксплуатации.

В критериях

$\vartheta_n = T_n - T_0$ — разность между температурой на трущихся поверхностях тормоза T_n в момент времени τ и температурой окружающего воздуха T_0 ,

$\psi = \frac{1}{1 + \frac{K_{вз} a_{\phi} c_{\phi}}{a_g c_g}}$ — коэффициент распределения теплового потока [6], по-

казывающий, какая доля общего теплового потока отводится тормозным диском,

q —удельный тепловой поток, генерируемый на поверхностях трения,

λ_g —коэффициент теплопроводности материала диска,

v_g —окружная скорость диска диаметром d перед торможением,

ν —коэффициент кинематической вязкости воздуха,

$K_{вз} = \frac{\Sigma S_{\phi}}{\Sigma S_g}$ —коэффициент взаимного перекрытия поверхностей трения фрикционной пары,

c_g и c_{ϕ} —удельные теплоемкости соответственно материалов диска и накладки,

ΣS_{ϕ} —суммарная поверхность трения накладок,

ΣS_g —суммарная поверхность трения тормозного диска.

Тогда согласно второй теореме подобия имеем

$$\frac{\dot{m}_n \lambda_g}{\psi q d} = f \left(\frac{a_g \tau_{н}}{d^2}; \frac{v_g d}{\nu}; \frac{\varepsilon}{d}; \frac{B_n}{d}; \frac{\tau_{\theta}}{\tau_{н}}; \frac{\tau_r}{\tau_{н}}; \frac{\tau}{\tau_{н}} \right). \quad (4)$$

Уравнение (4) является обобщенным критериальным уравнением, позволяющим однозначно определять температуру на поверхностях трения дисково-колодочных тормозов в любой момент времени и при любом режиме эксплуатации как функцию основных критериев и симплексов, наиболее существенных для процесса нагрева и охлаждения тормозов этого типа. Настоящее уравнение будет справедливо для всех дисково-колодочных тормозов, подобных по своей конструкции. Вид связи между критериями и симплексами, входящими в уравнение (4), может быть установлен путем экспериментального исследования процесса нагрева и охлаждения дисково-колодочных тормозов. Установление связи между критериями и симплексами уравнения (4) позволит получить обобщенную зависимость, пригодную для теплового расчета тормозов указанного типа.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.10.1977)

განმანათმცოდნეობა

ზ. ქარქაშაძე, ნ. კორძეშვი

დისკურ-ხუნდებიანი მუხრუჭების გახურება-გაცივების პროცესის ძირითადი კრიტერიუმები

რეზიუმე

მსგავსების თეორიაზე დაყრდნობით განხილულია დისკურ-ხუნდებიანი მუხრუჭების გახურება-გაცივების პროცესის მათემატიკური აღწერის დამუშავების შედეგები.

მოყვანილია ძირითადი კრიტერიუმები და სიმპლექსები, რომლებიც მეტად მნიშვნელოვანია მოცემული პროცესისათვის. ამასთან განზოგადებული სახით მოცემულია კრიტერიალური დამოკიდებულებანი.



Z. I. KARKASHADZE, N. F. KORENCHUK

BASIC CRITERIA OF THE PROCESS OF HEATING AND COOLING
OF A DISC-SHOE BRAKE

Summary

The paper presents the results of a mathematical description of the heating and cooling process of disc-shoe brakes. The description is based on the theory of similarity.

The basic criteria and simplexes which are highly important for the process are adduced, as well as the criterial dependences in generalized form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. И. Каркашадзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974.
2. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., 1952.
3. М. А. Михеев. Основы теплопередачи. М., 1956.
4. А. А. Гухман. Введение в теорию подобия. М., 1963.
5. Л. С. Эйгенсон. Моделирование. М., 1952.
6. А. В. Чичинадзе. Расчет и исследование внешнего трения при торможении. М., 1967.

Г. В. МИНДЕЛИ, Я. Н. ТАВАРКИЛАДЗЕ, Г. А. ГОЦАДЗЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 22.10.1977)

Анализ работ [1—4] показывает, что в настоящее время нет достаточно простой и вместе с тем полной математической модели, устанавливающей функциональную зависимость между основными параметрами тепловых процессов, протекающих в электрических машинах.

В качестве исходной математической структуры для описания теплового процесса в электрических машинах принято следующее балансное уравнение тепловой энергии:

$$dQ = \sum c \cdot m \cdot \frac{dt}{d\tau} \cdot d\tau + \alpha \cdot F \cdot (t - t_{0.c}) \cdot d\tau + c_s \cdot m_s \cdot (t - t_{0.c}) \cdot d\tau + \lambda \cdot m_s \cdot d\tau, \quad (1)$$

где

$$\sum c \cdot m = c_0 \cdot m_0 + c_{ст} \cdot m_{ст} + c_{из} \cdot m_{из} + c_h \cdot m_h. \quad (2)$$

Количество тепла dQ , выделяемое в электрической машине, определено соотношением [5]

$$dQ = \frac{U^2}{R^2 + R_r^2} \cdot R \cdot d\tau. \quad (3)$$

Первая составляющая правой части уравнения (1) характеризует потери энергии в виде тепла в массах обмотки, изоляции, статора и корпуса электрической машины; вторая составляющая — потери тепла в окружающую среду; третья и последняя составляющие — отвод тепла за счет дополнительных внешних источников и фазовых переходов.

Согласно уравнениям (1) и (3) имеем

$$\frac{dt}{d\tau} + A \cdot t = B, \quad (4)$$

где

$$A = \frac{\alpha \cdot F + c_s \cdot m_s}{\sum c \cdot m}, \quad (5)$$

$$B = \frac{\alpha \cdot F \cdot t_{0.c} + \frac{U^2}{R^2 + R_r^2} \cdot R + c_s \cdot m_s \cdot t_s - \lambda \cdot m_s}{\sum c \cdot m}. \quad (6)$$

Решение уравнения (4) при начальном условии $t|_{\tau=0} = t_n$ имеет вид [6]

$$t = \frac{B}{A} + \left(t_{\text{н}} - \frac{B}{A} \right) \cdot \exp \{ - A \cdot \tau \}. \quad (7)$$

Если в системе нет дополнительных источников отвода тепла от электродвигателя и нагрев осуществляется постоянным током, решение (7) принимает вид

$$t = t_{0\cdot c} + \frac{U^2}{\alpha \cdot F \cdot R} + \left[t_{\text{н}} - \left(t_{0\cdot c} + \frac{1}{\alpha \cdot F} \cdot \frac{U^2}{R} \right) \right] \cdot \exp \left\{ - \frac{\alpha \cdot F}{\sum c \cdot m} \cdot \tau \right\}. \quad (8)$$

Согласно уравнению (8) построены теоретические кривые изменения температуры во времени для статора электрической машины малой мощности при различных значениях напряжения и полученные результаты сопоставлены с данными эксперимента (рис. 1).

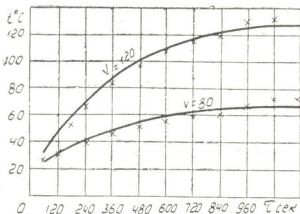


Рис. 1. Изменение температуры в статоре: — теоретическая кривая; X — экспериментальные точки

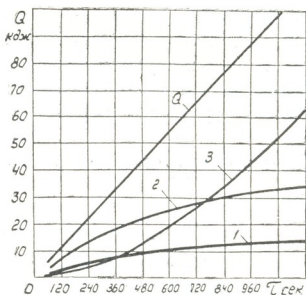


Рис. 2. Распределение тепловой энергии в системе статор-окружающая среда

Основные характеристики электрической машины и исходные данные сгруппированы в таблице.

Тип машины	U В	R О м	m ₀ кг	m _{ст} кг	F м ²	$\frac{\alpha}{\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{сек}}$ Дж	t _н °С	t _{ос} °С	$\frac{c_0}{\text{кг} \cdot \text{C}}$ $\frac{c_{\text{ст}}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$	
									Дж	Дж
4ААВ634УЗ	120 80	70	0,55	1,2	0,6	4,15	20	40	390	460

Значение коэффициента теплоотдачи определено согласно разработанной в [7] методике.

С целью оценки теплофизических параметров электрических машин представляет интерес количественное соотношение распределения тепловой энергии при нагреве. На рис. 2 представлены теоретические кривые, построенные по уравнениям (1) и (8), характеризующие распределение общего количества тепла Q в статоре электрической

машины серии 4А. В начальный период нагрева значительная часть тепловой энергии Q воспринимается обмоткой электрической машины (кривая 1) и статором (кривая 2). Вследствие этого среднее значение температуры в электрических машинах в начальный период резко возрастает и со временем, благодаря перераспределению тепловой энергии за счет увеличения передачи количества тепла в окружающую среду (кривая 3), стабилизируется и стремится к своему равновесному состоянию.

Количественный анализ балансового (1) и кинетического (8) уравнений указывает на возможность улучшения теплофизических характеристик электрических машин. В частности, для интенсификации процессов теплообмена в электрических машинах необходимо изыскать способы, дающие возможность минимизировать выражение (2), увеличить активную поверхность обмена F и значение коэффициента теплоотдачи α в окружающую среду.

Учитывая удовлетворительную сходимость теоретических и экспериментальных данных, предложенную математическую модель можно применять для решения конкретных задач по тепловому расчету электрических машин малой мощности.

Обозначения: t — температура, τ — время, c — теплоемкость, m — масса теплопередающего или воспринимающего вещества, F — эффективная поверхность теплоотдачи, λ — скрытая теплота образования, U — напряжение, R , R_r — активное и реактивное сопротивления обмотки статора, α — коэффициент теплоотдачи.

Индексы: н — начальное, о — обмотка, ст — статор, из — изоляция, к — корпус, о. с. — окружающая среда, s — внешняя фаза.

Всесоюзный научно-исследовательский
проектно-конструкторский институт
технологии электрических машин
малой мощности

(Поступило 14.10.1977)

ელექტროტექნიკა

ბ. მიწელი, ი. თავართქილაძე, ზ. გოცაძე

ელექტრული მანქანების სითბური პროცესის მათემატიკური
მოდელირება

რეზიუმე

მოცემულია ელექტრულ მანქანებში ტემპერატურული რეჟიმის გაანგარიშების მათემატიკური მოდელი. მიღებული მოდელის ადეკვატურობა ექსპერიმენტულად შემოწმებულია მცირე სიმძლავრის ელექტრული მანქანებისათვის.

რაოდენობრივად შეფასებულია სითბური ენერგიის განაწილება სტატორში და დასაბუთებულია სითბური პროცესის ინტენსიფიკაციის შესაძლებლობა ელექტრული მანქანების თბოფიზიკური მახასიათებლების ოპტიმიზაციის გზით.

ELECTROTECHNICS

G. V. MINDELI, I. N. TAVARTKILADZE, G. A. GOTSADZE

MATHEMATICAL MODELLING OF THE HEAT PROCESSES OF ELECTRICAL MACHINES

Summary

A mathematical model for calculating the temperature conditions in electrical motors is suggested. The adequacy of this model has been experimentally verified for fractional-horsepower motors.

The quantitative estimate of heat energy distribution in the stator is given and the feasibility of intensifying the heat exchange process by optimization of the thermophysical characteristics of electrical machines is substantiated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Белов. Электромеханика, № 8, 1961.
2. В. А. Яковенко, В. Е. Прокопов, И. И. Фейгельман и др. Электротехника, № 3, 1977.
3. H. Fürsich. Arch. f. Elektrotech. 57, 1975, 273-280.
4. Г. Готтер. Нагревание и охлаждение электрических машин. М., 1961.
5. С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. Курс общей физики, т. II, М., 1959.
6. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. М., 1959.
7. Я. Н. Таварткиладзе, Г. А. Гоцадзе и др. Авт. свид. № 188156. Бюлл. по изобретательству и открытиям СССР, 21, 20/10—1966.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. В. МДЗИНАРИШВИЛИ

РЕШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
 ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В
 ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 14.10.1977)

Излагается методика решения функциональных уравнений динамического программирования, полученных в [1]. Пусть нелинейная стохастическая система управления задана скалярным стохастическим дифференциальным уравнением

$$dx = (ax - bx^2 + cu) dt + qd\chi. \quad (1)$$

Критерием оптимальности на интервале управления $[t_0, t_k]$ служит функционал

$$J = S_0(P_k, \varphi(t_k)) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_k} u^2(\varphi, t) dt. \quad (2)$$

Введем обозначение $V(P_k, t_k, P, t) = \min_{u(p, t)} J$.

Тогда уравнение Фоккера—Планка—Колмогорова для текущей плотности запишется в виде

$$\frac{\partial \varphi(x, \tau)}{\partial \tau} = - \frac{\partial}{\partial x} [(ax - bx^2) \varphi(x, \tau)] - cu \frac{\partial \varphi(x, \tau)}{\partial x} + \frac{q^2}{2} \frac{\partial^2 \varphi(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (3)$$

а уравнение динамического программирования в функциональном пространстве [1] будет иметь вид

$$0 = \frac{\partial V}{\partial t} - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \left\{ \frac{d}{dx} [(ax - bx^2) P(x)] + \frac{q^2}{2} \frac{d^2 P(x)}{dx^2} \right\} dx + \\
+ \min_{u(p, t)} \left[\frac{1}{2} u^2(P, t) - cu(P, t) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \frac{dP(x)}{dx} dx \right]. \quad (4)$$

После минимизации в последнем выражении получим

$$u = c \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \frac{dP(x)}{dx} dx. \quad (5)$$



Подстановка стратегии управления u , найденной согласно выражению (5), в уравнение (4) дает

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \left\{ - \frac{d}{dx} [(ax - bx^2) P(x)] + \frac{q^2}{2} \frac{d^2 P(x)}{dx^2} \right\} dx - \frac{c^2}{2} \left(\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \cdot \frac{dP(x)}{dx} dx \right)^2 = 0. \quad (6)$$

Решение уравнения (6), т. е. нахождение функционала $V(P_h, t_h, P, t)$, удовлетворяющего этому уравнению, является основной задачей настоящей работы.

Решение уравнения (6) будем искать в виде квадратичного функционала

$$V = \frac{1}{2} \lambda_{11}(t) \left(\int_{-\infty}^{\infty} xP(x) dx \right)^2 + \lambda_{12}(t) \left(\int_{-\infty}^{\infty} xP(x) dx \right) \left(\int_{-\infty}^{\infty} xP_h(x) dx \right) + \frac{1}{2} \lambda_{22}(t) \left(\int_{-\infty}^{\infty} xP_h(x) dx \right)^2. \quad (7)$$

Введем обозначения

$$\bar{x} \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} xP(x) dx, \quad \bar{x}_h \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} xP_h(x) dx, \quad r \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} x^2 P(x) dx.$$

Тогда, взяв частную производную от обеих частей выражения (7) по t , получим

$$2 \frac{\partial V}{\partial t} = [\bar{x} \bar{x}_h] \begin{bmatrix} \dot{\lambda}_{11}(t) & \dot{\lambda}_{12}(t) \\ \dot{\lambda}_{12}(t) & \dot{\lambda}_{22}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{x}_h \end{bmatrix}, \quad (8)$$

а взяв производную Фреше от обеих частей выражения (7), будем иметь

$$\frac{\delta V}{\delta P(x)} = x [\lambda_{11}(t) \bar{x} + \lambda_{12}(t) \bar{x}_h]. \quad (9)$$

Для членов уравнения (6) интегрирование по частям позволяет получить

$$- \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \cdot \frac{d^2 P}{dx^2} dx = \int_{-\infty}^{\infty} P \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\delta V}{\delta P(x)} \right) dx, \quad (10)$$

$$-\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V}{\delta P(x)} \cdot \frac{d}{dx} [(ax - bx^2)P] dx = \int_{-\infty}^{\infty} [(ax - bx^2)P] dx \left(\frac{\delta V}{\delta P(x)} \right). \quad (11)$$

Пользуясь соотношением (9), можно вычислить

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\delta V}{\delta P(x)} \right) = \lambda_{11}(t)\bar{x} + \lambda_{12}(t)\bar{x}_k; \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\delta V}{\delta P(x)} \right) = 0. \quad (12)$$

Приняв во внимание выражения (8) — (12), функциональное уравнение (6) запишется в виде

$$\begin{aligned} & [\bar{x} \ \bar{x}_k] \begin{bmatrix} \dot{\lambda}_{11}(t) & \dot{\lambda}_{12}(t) \\ \dot{\lambda}_{12}(t) & \dot{\lambda}_{22}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{x}_k \end{bmatrix} + [\bar{x} \ \bar{x}_k] \begin{bmatrix} 2a\lambda_{11}(t) & a\lambda_{12}(t) \\ a\lambda_{12}(t) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{x}_k \end{bmatrix} - \\ & - [r \ 0] \begin{bmatrix} 2b\lambda_{11}(t) & 2b\lambda_{12}(t) \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{x}_k \end{bmatrix} - c^2 [x \ x_k] \begin{bmatrix} \lambda_{11}^2(t) & \lambda_{11}(t)\lambda_{12}(t) \\ \lambda_{11}(t)\lambda_{12}(t) & \lambda_{12}^2(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{x}_k \end{bmatrix} = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Система дифференциальных уравнений (13) должна быть решена относительно неизвестных коэффициентов $\lambda_{ij}(t)$. После нахождения этих коэффициентов искомым функционал (7) будет полностью определен. Очевидно, что изложенный подход к решению уравнения (6) предполагает иметь возможность решения уравнения (3) с тем, чтобы были вычислены величины \bar{x} , \bar{x}_k , r .

Таким образом, решение задачи оптимального управления [1] сводится к нахождению функционала $V(P_h, t_h, P, t)$, удовлетворяющего уравнению (6) и граничным условиям

$$V(P_h, t_h, P, t) = S_0(P_h, P(t_h)). \quad (14)$$

НИИ автоматизации производственных
процессов в промышленности
г. Гори

(Поступило 20.10.1977)

ავტომატური მართვა და ბაზოთვლითი ტექნიკა

3. მინარეზივილი

დინამიური პროგრამირების ფუნქციონალურ განტოლებათა ამოხსნა
ფუნქციონალურ სივრცეში

რეზიუმე

ფუნქციონალური განტოლების ამოხსნას ვეძებთ უცნობკოეფიციენტებთან კვადრატული ფუნქციონალის სახით. ამ ფუნქციონალის ჩასმით საწყის განტოლებაში მივიღებთ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემადე, რომლის ამოხსნა საშუალებას გვაძლევს ვიპოვოთ უცნობი კოეფიციენტები და განვსაზღვროთ საძიებელი კვადრატული ფუნქციონალის სახე.

V. V. MDZINARISHVILI

SOLUTION OF FUNCTIONAL EQUATIONS OF DYNAMIC
PROGRAMMING IN FUNCTIONAL SPACE

Summary

The solution of a functional equation is sought in the form of quadratic functional with unknown coefficients. By substituting this functional in the initial equation we arrive at a system of differential equations, solution of which enables to find the unknown coefficients and to determine the form of the sought quadratic function,

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

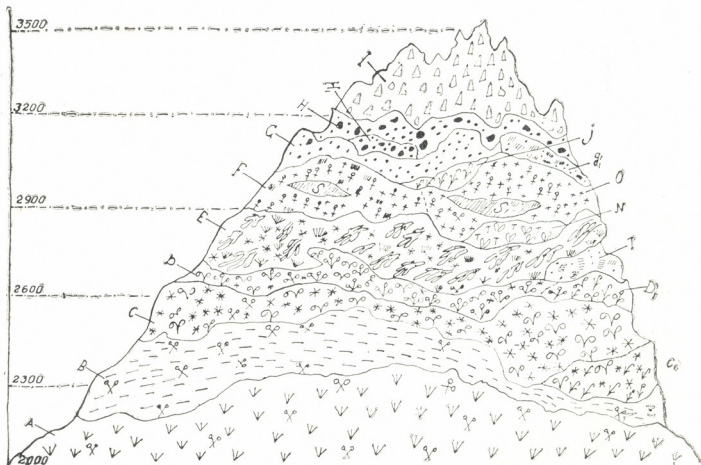
1. В. В. Мдзинаришвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977.

ზ. ზამთარაძე

ზემო სვანეთის მდელოსა და ბუჩქნარი მცენარეულობის ზოგიერთ თანასაზოგადოებათა ცენოლოგიური თავისებურებისა და ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 25.10.1977)

მეზოფილურ პირობებში ცალკეულ ცენოზთა ზონალობა და სივრცობრივი განაწილება ყველაზე მეაფიოდ ზემო სვანეთის მაღალმთიან რეგიონებში ჩანს, რაც გაპირობებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური პირობებითა და მცენარეთა ბიოეკოლოგიური და ფიტოცენოტური თავისებურებებით [1]. ზონალობის ამსახველ სურათს გვაძლევს მთა წრნას სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობის (ბეჩო, გულის ხეობა) სქემატური პროფილი (იხ. სურ. 1).



სიმბოლოები: ♀ - *Sibbaldia peruviflora* V - *Agrostis capillaris* = = *Alchimilla caucasica*
 ♀ - *Rhododendron caucasicum* ♀ - *Alchimilla stellulata* ♀ - *Nardus stricta*
 ♀ - *Festuca varia* ♀ - *Alchimilla retinervis* + + *Sibbaldia semigrada*
 * - *Juniperus depressa* ♀ - *Beranium ibericum* ♀ - *Ranunculus sudeticus*

სურ. 1. მთა წრნა (ბეჩო, გულის ხეობა), სამხრეთი და სამხრეთ-დასავლეთი ექსპოზიციის ფერდობის ძირითად დაჯგუფებათა ვერტიკალური განაწილების სქემატური პროფილი

იგი მოიცავს ტერიტორიას სოფ. გულიდან (2000 მ.ზ. დ.) დაწყებული 3500 მ.ზ. დ. ფერდობზე მცენარეულ თანასაზოგადოებათა განაწილება ძირითა-

დად ზონალურ-სარტყლობრივია [2], ფიტოცენოზებს შორის გენეტიკური კავშირები დიფუზიური ხასიათისაა, განსაკუთრებით კლდიან-ლორღიან და გორაკ-ბორცვიან ადგილსამყოფელოებზე, კერძოდ, ღვიანებში (C), ღეკიანებში (E), ნემსიწვერიან-მარმუჭიანებში (D) და სხვა, სადაც ედიფიკატორებია *Rhododendron caucasicum*, *Alchimilla stellata*, *Juniperus depressa*, *Festuca varia*. აღნიშნულ ცენოზებს შორის ეკოლოგიური განსხვავებულობაც შედარებით ნაკლებად შეიმჩნევა. მარმუჭიანებთან (B) ურთიერთობისას ნამიკროფიანების (A) საკონტაქტო ღონის (1900—2000 მ ზ.ღ.) დაწევა აღინიშნება, რაც ეკოლოგიური ევოლუციის ქსეროფილური მიმართულების გამომხატველია, მას კი მარმუჭიანი ფიტოცენოზების (*Alchimilla caucasicus*) არეალის გაფართოება მოსდევს. ასეთი ცვლილებები ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენის შედეგია. კლდიან-ლორღიან-ნემსიწვერიან-ღვიანებში (C) დიდ როლს თამაშობს *Festuca varia*, რომელიც ღრმა ეროზიულ ხეობებისპირა ფერდობის ნაწილში (C₁ D₁) სწრაფად ვრცელდება პასტორალურ დიგრესიის გაძლიერებასთან დაკავშირებით, რომელსაც შეიძლება კლდიან-ლორღიან-ნემსიწვერიან-ღვიანების (C) შეცვლა მოყვეს.

ღეკიანები—*Rhododendreta caucasicus* (E) და ღვიანები—*Junipereta depressae* (C), *Calamagrostis arundinacea*-ს მონაწილეობით სინგენეზურად ახლოს დგანან კლდიან-ნემსიწვერიან-მარმუჭიანებთან (D), აქაც მონაწილეობს ღეკა—*Rhododendron caucasicum*. მათ ურთიერთდამოკიდებულებაში. მკაფიოდ ჩანს აღმნიშნული ბიოტური როლი და მიუხედავად ღეკას რეგრესიულობისა, იგი საკმაოდ ფართოდ არის გავრცელებული. საერთოდ ისინი სუბტროპიკული ფიტოცენოზებია, რომლებშიც გვხვდება ერთმანეთისაგან იზოლირებული ბიომორფული ჯგუფები. ამავე დროს მიკროცენოზების კავშირების შესწავლას, სადაც ჯერ კიდევ ჩანს *Juniperus depressa*-ს, *Rhododendron caucasicum*-ის, *Alchimilla caucasica*-ს, *A. retinervis*-ის და სხვათა გავლენა, მიუხედავად ცენტრული ჯგუფების კონვერგენციამდე, რაც დასტურდება საერთო ელემენტების *Calamagrostis arundinacea*, *Hedysarum caucasicum*, *Vaccinium myrtyllus*, *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum hermaphroditum*, *Polygonum carneum*—მონაწილეობით. ღვიან ღეკიანების (E) ეკოგენეტიკური და ფიტოცენოტიკური კავშირი ნემსიწვერიან-ღვიანებთან (C) ჯერ კიდევ ძლიერია, მაშინ, როცა კავშირი სუსტია ფესვმაგარიან-ძიგვიან-მარმუჭიანებთან (F) და სამყურთან-ბაიიან-მარმუჭიანებთან (N). ეს კი ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედებითაა გამოწვეული [3].

ნემსიწვერიან-ღვიანებიც (C) სინგენეზური ფიტოცენოზებია, ღვიან-ღეკიანის შემდგომ განვითარებული, სადაც ჯერ კიდევ ძლიერია მოსაზღვრე ფიტოცენოზების მსგავსი, შიგაეკოლოგიური ჯგუფების როლი, გამოწვეული ეკოლოგიური და ფიტოცენოტიკური ფაქტორების გავლენით. ეს ფაქტორები აძლიერებენ ნემსიწვერიან-ღვიანების (C) კავშირ-ურთიერთობას ღვიან-ღეკიანებთან (E), რომლებიც ამავე დროს ეკოლოგიურად ურთიერთდაკავშირებულ ჯგუფებს განეკუთვნებიან და გვევლინებიან საარსებო პირობების ინდიკატორებად. აქედან გამომდინარე, ფიტოცენოტიკური კავშირი ღეკიანებთან და ღვიანების ბიომორფულ ჯგუფებთან (E, C) უფრო ძლიერია, ვიდრე ბაიიან-მარმუჭიანებთან (N). ფესვმაგარიან-მარმუჭიანებთან (F) და მარმუჭიან-ფესვმაგარიანებთან (O). ფესვმაგარიან-მარმუჭიანების (F) და ბაიიან-მარმუჭიანების (N) სივრცებრივი განაწილება მთა წრანას სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობებზე ზონალურია. მიკროდაჯგუფებათა შიგაეკოლოგიური კავშირები, მათი დამოკიდებულება მარმუჭიან-ფესვმაგარიანებთან (O) საკონტაქტო (გარდაამავალ) ზონაში უფრო ჩანს, სადაც ცალკეული მცენარეული ელემენტების გაცვლა ხდება მიკრორელიეფის თავისებურების მიხედვით, ერ-

თის მხრივ, ღვიან-დეკიანებთან (E) და, მეორე მხრივ, ლოდნარ-ჭრელწივიანებთან (J). აქ მარმუჭი (*Alchimilla retinervis*) რამდენადმე სცილდება საკონტაქტო ზონას, იჭრება ფესვმაგარიანებში (O) და იქ სუბედიფიკატორებამდე აღწევს. სუქცესიური კავშირი მოსაზღვრე ფიტოცენოტიპურ ჯგუფებს შორის ეგზოდინამიურ ხასიათს ატარებს და ეკოლოგიური განსხვავებულობაც მკაფიოდ შეიმჩნევა. ვინაიდან მთის აღნიშნული ფერდობი მთლიანად საძოვარს წარმოადგენს, ამიტომ მარმუჭიანების სტრუქტურის ძირეული შეცვლა ანთროპოგენური ფაქტორების ცვალებადობითაც არის გამოწვეული. ეს ზემოქმედება ნიადაგის მუდმივი ტენიანობის გამო ისე ძლიერი არ არის, მაგრამ მეზოფილური და ქსერომეზოფილური ელემენტების განაწილებაზე მაინც შესამჩნევად მოქმედებს. ამას ადასტურებს ძიგვას, მარმუჭის და სხვათა გავრცელება.

მარმუჭიან-ფესვმაგარიანების — *Alchimilleto Sibbaldietum semiglabrae* (O)—სივრცობრივი განაწილებაც ზონალურია, მაგრამ მისი არსებობა დაკავშირებულია ძირითადად წვრილმიწიან ნიადაგობრივ პირობებთან, აგრეთვე მანდნის ნოტიო, ცივ კლიმატურ პირობებთან, რომელსაც აქ თოვლის ზეგების ხანგრძლივობა და ფირნის თოვლის ლაქები (S, S₁) ქმნიან. ასეთ ბიოკლიმატურ პირობებში სხვა ფორმაციათა გავრცელება, გარდა *Sibbaldietum* და *Alchimilleto*-ისა თითქმის გამორიცხულია, ამიტომ ფესვმაგარიანთა შიგაეცენოტიპური ჯგუფები ფლორისტიკულად მსგავსნი არიან. სხვადასხვაობა კონტაქტების ზონაში უფრო ჩანს, განსაკუთრებით ლოდნარ-ჭრელწივიანებთან (J) და ქვა-ღორღის მცენარეულობასთან (G), სადაც ცენოზი გაკორდების მუდმივი ცვალებადობის პროცესში იმყოფება. ასეთივე კავშირ-ურთიერთობა დამყარებულია ქვა-ღორღის-კორდიან მცენარეულობასთან (b, b₁) თხემურ ნაწილში, მაგრამ ეს კავშირი შედარებით სუსტია რენჯის გაძლიერების გამო. მარმუჭიან-ფესვმაგარიანების — *Alchimilleto-Sibbaldietum semiglabrae* (O)— ფიტოცენოტიპური კავშირი პირველად დეკიანებთან (E) შედარებით სუსტია. ასეთი დეკიანები ფართოდაა წარმოდგენილი სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ექსპოზიციის ძლიერი დახრილობის ფერდობებზე, განსაკუთრებით ზემო სვანეთში.

მწვერვალის ქვა-ღორღის (G) და კლდენახავათა (H) მცენარეულობა სინგენეზური განვითარების სხვადასხვა სტადიაშია, ინტენსიურ ცვლილებათა პროცესში, სადაც კარგად განიჩნევა დაკორდების პროცესში მყოფი ორი ჯგუფი მცენარეულობისა: 1) მოძრავი ქვა-ღორღის მცენარეულობა (H₁) წაგრძელებული ღეროებით, ფესვებითა და ფესურებით, რომლებითაც სადღაც ღორღის სიღრმეშია მიმაგრებული, 2) ქვა-ღორღის რამდენადმე კორდიანი მცენარეულობა (G₁), განვითარებული გამიწებულ ნიადაგებზე, სადაც მალაშობის მღვლოს ელემენტებიც მონაწილეობენ. კლდენახავათა მცენარეულობა (H) ღარიბია ფლორისტულად, გენეტიკურად კავშირშია ქვა-ღორღის (G) და ქვა-ღორღის კორდიან მცენარეულობასთან (T). *Sibbaldia semiglabra*-ს ცენოზების გავრცელება ზედალპური სარტყელიდან სუბნივალურში გადადის. აქ მკაფიოდაა გამოხატული ნიადაგის ჩამოყალიბების პროცესი. ადგილ-ადგილ გვხვდება განუვითარებელი ან თითქმის განუვითარებელი ნიადაგები. ზოგჯერ მცენარეები ღორღიან-ფესვმაგარიანებში განცალკევებულ კორდულა ეგზემპლარების სახით იზრდება ან შეკრულ საფარს ქმნის მიკროცენოზების სახით. ასეა, მაგალითად, სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ექსპოზიციის ფერდობებზე, სადაც ფიზიკური გამოფიტვის პროდუქტების ინტენსიური დაგროვება ხდება ან ყინვარების უკანდახვევისას, ფირნის თოვლის დნობის პროცესში განთავისუფლებულ ტერიტორიებზე, სადაც ფართო დაჯგუფებებს ქმნის *Sibbaldia semiglabra* (C). ეს იმიტომ, რომ *S. semiglabra*-ს ერთიანი ცენოზების წარმოშობა, მათი განვითარება საკმაოდ ჩამოყალიბებულ ნიადაგობრივ პირობებთანაა დაკავშირებული. ამიტომ, რომ სუბნივალურ სარტყელში გავრცელებული *S. semiglabra*-ს ფიტოცენოზები უმეტეს შემთხვევაში მჭიდრო კავშირშია ზედალპური სარტყელის ფესვმაგარიანებთან. ასე რომ მსგავსი კლიმატური და ნიადაგობრივი პირობე-

ბის გამო საკონტაქტო ზონა ორ სარტყელს — ზედაალპურსა და სუბნივალურს — შორის შეუმჩნეველია, მაშინ, როცა ეს საზღვარი კარგად ჩანს ქვედა- და ზედაალპური სარტყელის მდებლს მცენარეულობას შორის, სადაც ბაიიან-მარმუჭიანები (N) კონტაქტშია *Sibbaldia seriglabra*-ს *Alch'milla retinervis*-ის ედიფიკატორობით შექმნილ ფიტოცენოზებთან (O, F). ქვა-ლორღის მცენარეულობა, რომელიც ალპური ხალების მცენარეულობის დიდ გავლენას განიცდის, უშუალოდ ესაზღვრება შიშველ კლდეთა ან კლდენაზავთა მცენარეულობას (H, J). ეს კი ზღვარია სუბნივალურ და ნივალურ სარტყელს შორის. ეს საზღვარი მკვეთრადაა გამოსახული, კერძოდ, — კავშირი და დამოკიდებულება ორ სარტყელს, სუბნივალურსა და ნივალურს შორის.

ამგვარად, ზონალურ დაჯგუფებათა ურთიერთკავშირი, მათი ურთიერთ-მსგავსება და განსხვავება, შიგაცენოტური ჯგუფების კონვერგენციულ ხასიათზე კი არ მიუთითებს, არამედ ფერდობის ცენოტური ჯგუფების ეკოგენეტიკურ კავშირზე. ეს კავშირი კი მცენარეულობის დასახლებისა და განვითარების ბუნებრივ-ისტორიულ და ანთროპოგენურ პროცესებზეა დამოკიდებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.10.1977)

БОТАНИКА

Г. К. ЗАМТАРАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И
ВЗАИМООТНОШЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ГРУППИРОВОК ЛУГОВОЙ
И КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ
Резюме

Зональное распространение, ценотическое своеобразие и взаимоотношения различных луговых и кустарниковых группировок были изучены на юго-западном склоне горы Црна Верхней Сванети (Гульское ущелье). Составлен схематический профиль поясного распределения растительности.

BOTANY

G. K. ZAMTARADZE

TOWARD THE STUDY OF THE CENOTIC CHARACTERISTICS
AND INTERRELATIONSHIP OF SOME VEGETATION GROUPS
IN UPPER SVANETI

Summary

The zonal distribution, cenotic peculiarity and interrelationship of various meadow and shrubby (vegetation) groupings were studied on the southwestern slope of the mountain Tsrna, in Upper Svaneti (Gul Gorge). A schematic profile of the zonal distribution of vegetation has been compiled, showing that interrelationship of zonal phytocoenoses, their similarities or differences are related to the ecology of coenological groups. The development of meadow vegetation at the altitude of 2000-3200 m a. s. l. is due to both natural-historical and secondary, anthropogenic factors, the latter becoming especially manifested owing to the development of cattle-breeding.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Гулисашвили. Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. М., 1964.
2. А. Г. Долуханов и др. Труды Тбил. бот. ин-та, VIII, 1941.
3. გ. კეცხოველი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960.

В. В. МЖАВАНАДЗЕ, И. Л. ТАРГАМАДЗЕ, Л. И. ДРАНИК

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 18.10.1977)

Целью настоящей работы было исследование химического состава листьев кукурузы сорта Аджаметис тетри.

Об изучении фенольного состава различных сортов кукурузы в литературе имеются следующие данные. В оболочках темноокрашенных зерновок кукурузы обнаружен изокверцетин [1]. Из листьев кукурузы сорта Австрийский Петтендер выделены два флавоноида — гликозидные производные трицина и апигенина [2]. О нахождении в кукурузе фенолкарбоновых кислот сообщается в работе Германа [3], который выявил феруловую, *n*-кумаровую, синаповую и кофейную кислоты в виде сложных эфиров. Матур также обнаружил *n*-оксибензойную, ванилиновую, феруловую, протокатеховую, *n*-кумаровую, синаповую и кофейную кислоты в результате гидролиза экстракта из пыльцы кукурузы [4]. В работе Урбан [5] также имеются указания на наличие соединений, отнесенных к производным оксикоричных кислот. Наиболее полно изучен состав листьев кукурузы сорта Воронежская 76 [6], из которой были выделены сложные эфиры *n*-кумаровой, феруловой и кофейной кислот, 10 веществ флавоноидной природы и до 10 соединений, отнесенных к производным кумарина.

Материалом исследования служили десятидневные проростки кукурузы, выращенные в лабораторных условиях. Свежесобранные листья кукурузы в количестве 100 г (на сырой вес) обрабатывали жидким азотом, измельчали и экстрагировали 80% этанолом на кипящей водяной бане с обратным холодильником 3 раза по 30 минут. Объединенные экстракты упаривали до водного остатка и обрабатывали хлороформом. Очищенный водный остаток экстрагировали этилацетатом. Этилацетатный экстракт объединяли, упаривали и исследовали методом двумерной хроматографии на бумаге (I направление — 2% уксусная кислота, II — бутанол-уксусная кислота-вода, 4:1:5, верхняя фаза). В УФ-свете на хроматограмме обнаружили четыре пятна с характерной для оксикоричных кислот флуоресценцией: вещество 1 с $R_f=0,28$ (А) и 0,82 (Б), вещество 2 с $R_f=0,47$ (А) и 0,89 (Б), вещество 3 с $R_f=0,33$ (А) и 0,88 (Б), вещество 4 с $R_f=0,45$ (А) и 0,75 (Б). Выделение этих соединений проводили методом препаративной хроматографии на бумаге FN-11 в 2% уксусной кислоте. Для идентификации полученных соединений использовали качественные реакции, хроматографию с аутентичными образцами, УФ-спектроскопию с различными комплексообразующими реагентами. Данные по идентификации оксикоричных кислот приводятся в таблице.

На основании полученных данных вещество 1 идентифицировали как кофейную, вещество 2 как *n*-кумаровую, вещество 3 как феруловую и вещество 4 как ванилиновую кислоты.



Физико-химические свойства оксикоричных кислот из проростков кукурузы

Вещество	Значение Rf		Флуоресценция		Диазотированная <i>n</i> -нитроанилин	Диазотированный сульфаниловая кислота	$\lambda_{\text{макс}}$ нм		$\Delta\lambda$	То же +5% AlCl ₃	$\Delta\lambda$
	А	Б	УФ-свет	УФ-свет +NH ₃			70% этанол	То же +5% КОН			
Вещество 1	0,28	0,82	Голуб.	Светлоголуб.	Светлогорич.	Корич.	245, 325	250, 350	25	363	38
Вещество 2	0,33	0,88	Голуб.	Темно-голуб.	Сине-зелен.	Фиолет.	291, 314	306, 349	35	322	8
Вещество 3	0,47	0,89	фиолет.	Ярко-фиолет.	Фиолет.	Оранж.	309	340	31	314	5
Вещество 4	0,45	0,75	—	—	Фиолет.	Оранж.	260, 290	300	10	292	2
Вещество 5	0,62	0,38	Голуб.	Зелен.	Светлогорич.	Сирен.	290, 320	295, 370	50	320	0

А—2% уксусная кислота. Б—*n*-бутанол-уксусная кислота-вода, 4:1:5, верхняя фаза

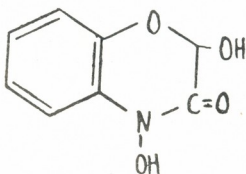
В водном остатке методом двумерной хроматографии на бумаге обнаружили еще одно соединение с Rf=0,62(А) и 0,38(Б), обладающее голубой флуоресценцией, которое обозначили веществом 5. Для выделения этого соединения использовали методы колоночной хроматографии на полиамиде (3×46 см, в качестве элюента использовали этанол и водноэтаноловые смеси). Полученную фракцию, содержащую данное вещество, разделяли методом препаративной хроматографии на бумаге FN-11, в качестве растворителя использовали 2% уксусную кислоту. Получили соединение в виде желтого порошка, которое подвергали щелочному гидролизу (2N NaOH, 1,5 часа в атмосфере азота). При исследовании продуктов щелочного гидролиза выявили феруловую и хинную кислоты. Хинную кислоту обнаружили на хроматограмме (растворители А и Б) при помощи барбитурового реактива [7] и бром-фенолового синего при наличии аутентичного образца.

На основании продуктов щелочного гидролиза и вышеуказанных методов вещество 5 идентифицировали как ферулоилхинную кислоту.

Следует отметить, что до сих пор при изучении фенольного состава различных сортов кукурузы оксикоричные кислоты обнаруживались в виде сложных эфиров. Из исследованного нами сорта кукурузы оксикоричные кислоты выделены в свободном виде, за исключением феруловой кислоты, которая обнаружена в виде сложного эфира с хинной кислотой.

Кроме перечисленных соединений, из проростков кукурузы получено еще одно соединение, которое было выделено следующим образом: свежесобранные листья в количестве 100 г обрабатывали жидким азотом, измельчали и экстрагировали ацетоном на кипящей водяной бане с обратным холодильником 3 раза по 30 мин. Объединенные экстракты упаривали до водного остатка и обрабатывали серным эфиром. Из упаренного эфирного остатка при стоянии на холоде вынали кристаллы розового цвета. Двумерная хроматография кристаллов (I направление — 2% уксусная кислота, Rf=0,78, II — *n*-бутанол-уксусная кислота-вода, 4:1:5, Rf=0,02) показала одно вещество, которое поглощает в УФ-свете, с *n*-нитроанилином дает сиреневую окраску, с ниндрином — фиолетовую. Температура плавления выделенного веще-

ства 152—154°. При элементарном анализе найдено в %: С 53,43, Н 4,05; N 7,19. Рассчитано для $C_8H_7O_4$: С 53,43; Н 3,98; N 7,40. Спектры поглощения, снятые в УФ-области, в этаноле $\lambda_{\text{макс}}$ 265, 280 нм, при добавлении КОН $\lambda_{\text{макс}}$ 295 нм, при добавлении CH_3COONa $\lambda_{\text{макс}}$ 290 (310) нм. На основании полученных данных выделенное вещество идентифицировали как 2-ОН-1,4-бензооксазин-3-(4-ОН)-он (бензоксазинон):



Литературный анализ показал, что этот агликон, как и его гликозиды, ранее был обнаружен в кукурузе [8—10]. Отмечено, что все они обладают фунгицидными свойствами, а также способствуют устойчивости некоторых линий кукурузы в отношении гербицидов [11, 12].

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

Харьковский научно-исследовательский
химико-фармацевтический
институт

(Поступило 21.10.1977)

ბიოქიმიკა

ვ. მზავანაძე, ი. თარგამაძე, ლ. დრანიკი

სიმინდის ნაზარდების ფენოლური ნაერთები

რეზიუმე

ლაბორატორიის პირობებში გაზრდილი სიმინდის ნაზარდებიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია შემდეგი ფენოლური მკაეები: ყვამკაევა, ფერულმკაევა, პ-კუმარმკაევა, ვანილინმკაევა და ფერულოილ-ქინაქინის მკაევა. სიმინდის ნაზარდების აცეტონური ექსტრაქტიდან გამოყოფილია აგრეთვე ნაერთი, რომელიც იდენტიფიცირებულია როგორც 2-ОН-1,4-ბენზოქსაზინ-3-(4-ОН)-ონი (ბენზოქსაზინონი).

BIOCHEMISTRY

V. V. MZHAVANADZE, I. L. TARGAMADZE, L. I. DRANIK

PHENOLIC COMPOUNDS OF ZEA MAYS SEEDLINGS

Summary

Five phenolic acids have been isolated from *Zea mays* seedlings grown in laboratory conditions. They have been identified as caffeic, ferulic p-coumaric, vanillic and feruloylquinic acids. 2-OH-I, 4-benzoxazine-3-(4-OH)-on (benzoxazinone) has also been identified in an acetone extract from *Zea mays* seedlings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. E. Sando, H. H. Barlett. *J. Biol. Chem.*, 54, 1922, 629.
2. R. Urban. *Planta*, 52, № 1, 1958, 47.
3. K. Herrman. *Naturwissenschaften*, 45, № 5, 1958.
4. J. M. S. Mathur. *Curr. Sci.*, (India), 38, № 23, 1969.
5. R. Urban. *Planta*, 52, 1959, 565.
6. Т. А. Крупникова. Тезисы III симпозиума по фенольным соединениям. Тбилиси, 1976.
7. M. J. Michaud. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 104, 1961, 233.
8. Ö. Wahlroos, A. Viztanen. *Suomen Kemistilehti*. B32, 1959, 139.
9. Ö. Wahlroos, A. Viztanen. *Acta Chem. Scand.* 13, 1959, 1906.
10. H. Gahagan, R. Mumme. *Chem. Ind.* № 47, 1967.
11. R. Hamilton, D. Mozeland. *Science*, 135, 1962, 373.
12. R. Hamilton. *Weeds*, 12, 27, 1964.

С. И. МЕДВЕДЕВ, Я. С. ДЖАМБАЗИШВИЛИ

НОВЫЙ ВИД *APHODIUS OSETINUS* MEDV. ET DZAM.
(COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) ИЗ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Д. Рчеулишвили 10.10.1977)

Описан новый вид из семейства пластинчатоусых (Scarabaeidae) — *Aphodius osetinus* Medv. et Dzam., sp. n. Черный или черно-бурый, на вершине более или менее красно-бурый, иногда надкрылья полностью красно-бурые, слабо блестящие, почти матовые. Вся верхняя сторона в густых, коротких, светлых, более или менее торча-

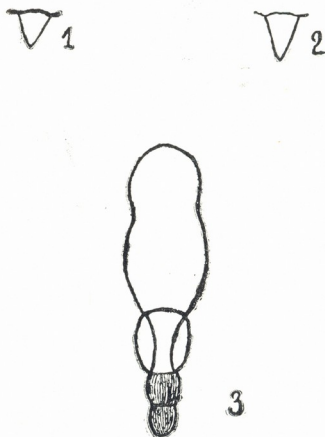


Рис. 1—щиток *Aphodius osetinus* sp. n.;
2—щиток *Aphodius scrofa* F.;
3—наружный половой аппарат *Aphodius osetinus* sp. n. (вид сверху)

щих волосках, ноги в темных красно-бурых щетинках. Голова посередине в тонких и редких, совсем спереди и сзади в более сильных точках. Наличник со слегка, но явно изогнутыми краями, спереди



слабо закруглен, по краям с выемками, щеки лишь немного выходят за глаза, лобная линия слегка намечена. Переднеспинка у самца более выпуклая, также к основанию опущена, частично или полностью закруглена. Задние углы тупо закруглены, несколько набегающие на вершину. Пунктировка повсюду довольно густая. Щиток несколько углубленный, неясно пунктированный. Надкрылья явственно заштрихованы, в рядах мелких точек. Шовный штрих от середины к вершине постепенно расширяется и углубляется, сзади явственно пунктированный, в каждом зернышке по одному волоску. Шовная бороздка к вершине с густой точкой; двурядные зернышки разделены довольно заметными точками, иногда промежутки также спереди, лишь гуще пунктированы. Метатарзус задней ноги такой же длины, как следующие 2 членика, вместе взятые. Длина 3—3,8 мм.

Систематические замечания. Наиболее близок к *Aphodius scrofa* F., но отличается от него более коротким и более широким щитком (рис. 1), а не длинным (рис. 2). По бокам на краях надкрылий более длинные и светлые чешуйки.

Распространение. Грузия (Южная Осетия). Найден в Джавском районе близ с. Рока (23.VI.1972), на Южном склоне Большого Кавказского хребта (1500 м н. у. м.), в лесной зоне, в коровьем помете.

Экология. Мезофил. Лет жуков наблюдается в июне. Довольно редок.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 13.10.1977)

ენტომოლოგია

ს. მედვედივი, ი. ჯამბაზიშვილი

ახალი სახეობა *APHODIUS OSETINUS* MEDV. ET. DZAM.
(COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) საქართველოდან

რეზიუმე

ნაშრომში აღწერილია ახალი სახეობა უღვაშფირფიტოვანთა ოჯახიდან (Scarabaeidae)—*Aphodius osetinus* Medv. et. Dzam., sp. n.

ეს მწერი მოპოვებულია დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე (ს. როკას მიდამოებში, ჯავის რაიონი) 23.06.1972 წ. ზღვის დონიდან 1500 მეტრის სიმაღლეზე, ტყის ზონაში.

S. I. MEDVEDEV, Ya. S. JAMBAZISHVILI

NEW SPECIES OF *APHODIUS OSETINUS* MEDV. ET. DZAM.,
(COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) FROM GEORGIA

Summary

A new species of the Lamillicornia (Scarabaeidae)-*Aphodius osetinus* Medv. et. Dzam; sp. n. is described.

This insect was found in cow's dung on 23 June, 1972 in the western ridge of Caucasian mountains (vil. Roka, Java district) at 1500m a. s. l., in the woodland zone.

Ш. Г. СИЧИНАВА, Г. Ю. ШЕНГЕЛИЯ

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДОЕМОВ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ *GAMBUSIA AFFINIS HOLBROOKII* В БОРЬБЕ
С ВОДНЫМИ ФАЗАМИ *CULEX PIPIENS* L. И *CULISETA*
ANNULATA SEHR.

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 11.10.1977)

Комары *C. p. pipiens* и *C. p. molestus* в Сухуми, Ткварчели и Гульрипши интенсивно нападают на человека в помещениях ночью и являются активными компонентами гноса в этих местах. Поэтому борьба с ними в городах и на курортах Абхазии необходима [1]. Вначале хлорорганические инсектициды (ДДТ, ГХЦГ) давали высокий эффект по уничтожению этих комаров, но у *C. pipiens* в условиях г. Сухуми выработалась устойчивость к этим препаратам [2, 3]. Гамбузия, завезенная впервые из Италии в СССР (в Абхазию доктором Н. П. Рухадзе в 1925 г., широко была внедрена для борьбы с преимагинальными фазами комаров [4—10]. Однако имеются сведения о сожительстве гамбузии и личинок *Aporheles* в сильно заросших водоемах Азербайджана [11].

Во время наших многолетних наблюдений в городах и поселках Абхазии при обследовании мутных и загрязненных органическими веществами водоемов под гамбузией часто обнаруживались в них личинки и куколки *C. pipiens* и *Cs. annulata*. Поэтому мы поставили перед собой цель изучить ларвифагную способность гамбузии в указанных типах водоемов в Сухуми и Ткварчели. Для этого в обоих городах выделили по пять открытых загрязненных водоемов с гамбузией и без нее. Контролем служили такие же открытые загамбузированные водоемы с сравнительно чистой водой. В течение сезона (апрель—ноябрь) в водоемах с гамбузией количество этой рыбки варьировало на 1 м² от 10 до 30 экземпляров. Обследование водоемов на наличие и сезонный ход численности личинок и куколок наблюдаемых комаров производили стандартным водяным сачком в декаду один раз. Кроме того, сравнительно взрослых гамбузий расселяли из расчета 10—20 рыбок на 1 м² в подвальных водоемах г. Сухуми и вели наблюдения за их выносливостью и эффективностью в борьбе с водными фазами *C. p. molestus* в этих водоемах. По указанным вопросам работу проводили в 1975—1977 гг.

В результате наблюдений можно отметить, что в открытых водоемах с гамбузией с сравнительно чистой водой личинки и куколки *C. p. pipiens* и *Cs. annulata* ни разу не были обнаружены. В сезоне в 43. „მეცნიერებათა“, ტ. 88, № 3, 1977



гамбузированных мутных и загрязненных органическими веществами водоемах число личинок и куколок *C. p. pipiens* и *Cs. annulata* варьировало от 2 до 1026 и от 3 до 46 экземпляров соответственно. Однако в таких же водоемах без гамбузии число личинок и куколок указанных комаров втрое и больше превышало число водных фаз указанных видов в загрязненных водоемах с гамбузией (см. таблицу). Следовательно, эффективность гамбузии в борьбе с преимагинальными фазами *C. p. pipiens* и *Cs. annulata* в мутных и загрязненных органическими веществами водоемах составляет в среднем 65—70%, а в биотопах с сравнительно чистой водой она полностью уничтожает водные фазы этих комаров. Снижение эффективности гамбузии в мутных и загрязненных водоемах, по нашему мнению, объясняется ее пониженной видимостью в этих биотопах.

Сезонный ход численности личинок и куколок *C. p. pipiens* и *Cs. annulata* в открытых загрязненных водоемах на 1 м² водной поверхности

Вид комара	Место наблюдения	Число личинок и куколок в водоемах с гамбузией по месяцам							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>C. p. pipiens</i>	г. Сухуми	35	122	332	819	1026	974	565	62
<i>Cs. annulata</i>	"	5	7	14	21	37	46	40	25
<i>C. p. pipiens</i>	г. Ткварчели	2	53	264	648	845	513	208	8
<i>Cs. annulata</i>	"	—	3	11	16	30	41	34	17

Вид комара	Место наблюдения	Число личинок и куколок в водоемах без гамбузии по месяцам							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>C. p. pipiens</i>	г. Сухуми	105	380	1226	2757	3234	3120	1056	185
<i>Cs. annulata</i>	"	16	31	48	66	161	198	145	87
<i>C. p. pipiens</i>	г. Ткварчели	12	176	914	2115	2630	1842	753	34
<i>Cs. annulata</i>	"	—	16	37	51	86	124	92	63

Расселение гамбузии в водоемах темных подвалов, богатых разлагающимися органическими веществами и являющихся характерными местами развития преимагинальных фаз *C. p. molestus*, не дает никакой пользы в борьбе с ними, так как эта рыбка не выдерживает подобных экологических условий. В подобных биотопах с умеренно прязной водой, освещаемых солнцем через форточку, гамбузия может существовать некоторое время, но ее ларвифагная способность заметно снижена.

Таким образом, в открытых водоемах с чистой или с умеренно грязной водой гамбузия дает высокий эффект по уничтожению преимагинальных фаз развития *C. p. pipiens* и *Cs. annulata*, а в мутных и загрязненных органическими веществами водоемах из-за ограниченной видимости этой рыбки ее эффективность заметно снижена. В подвальных водоемах гамбузия для борьбы с водными фазами *C. p. molestus* не применима, так как она не может существовать в подобных экологических условиях.

Институт медицинской паразитологии
и тропической медицины
им. С. С. Вирсаладзе
МЗ ГССР

(Поступило 13.10.1977)

ენტომოლოგია

შ. სიჩინავა, გ. შენგელია

წყალსატევების ბაზინძურების გავლენა *GAMBUSIA AFFINIS*
HCLBRCKII-ს ეფექტურობაზე *CULEX PIIPIENS*-ის L. და
CULISETA ANNULATA-ს *SCHR.* წყლის ფაზებთან ბრძოლისას

რეზიუმე

სუფთა ან ზომიერად გაბინძურებულ ღია წყალსატევებში გამბუზია საე-
სებით ანადგურებს *C.p. pipiens*-ის და *Cs. annulata*-ს იმაგოსწინა ფაზებს, ხოლო
მღვრიე ან ორგანული ნივთიერებებით ძლიერ გაბინძურებულ წყალსატევებ-
ში ამ თევზის შეზღუდული ხილვადობის გამო, მისი ეფექტურობა შესამ-
ჩნევად დაბალია. სარდაფის წყალსატევებში *C. p. molestus*-ის წყლის ფაზებ-
თან საბრძოლველად გამბუზიის გამოყენება შეუძლებელია, რადგან იგი
მსგავს ეკოლოგიურ გარემოს ვერ იტანს.

ENTOMOLOGY

Sh. G. SICHINAVA, G. Yu. SHENGELIA

THE INFLUENCE OF BASIN POLLUTION ON THE EFFECTIVENESS
OF *GAMBUSIA AFFINIS* *HCLBRCKII* AGAINST PREIMAGINAL
PHASES OF *CULEX PIIPIENS* L. AND *CULISETA ANNULATA* *SCHR.*

Summary

In open basins with clean or moderately polluted water gambusia is highly effective against preimaginal phases of *C. p. pipiens* and *Cs. annulata*, and in basins with turbid and polluted with organics water its effectiveness is considerably reduced due to limited visibility. Gambusia is unsuitable for control of preimaginal phases of *C. p. molestus* in basement reservoirs as it cannot survive under such ecological conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. გ. Сичинаვა. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974.
2. გ. შენგელია. სამედ. პარაზ. და ტროპ. მედ. ინსტ. შრ. კრებ., ტ. 7, 1967.
3. Е. С. Куприянова, Ш. Г. Сичинава, Г. Ю. Шенгелия, Т. Я. Авдеева. Мед. паразитол., т. 41, № 2, 1972.
4. Н. П. Рухадзе. Труды Центр. станции троп. мед., т. 1, 1937.
5. Н. П. Рухадзе. Мед паразитол., т. 3, № 1, 1934.
6. ლ. კალანდაძე. თბილისის სახ. უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 4, 1936.
7. П. С. Джапаридзе. Труды Троп. ин-та Абхазской АССР, т. 3, 1937.
8. ლ. კალანდაძე, ა. თაიროვა. კოლოების საწინააღმდეგოდ გამბუზიის მასობრივად გამოყენების საკითხისათვის. თბილისი, 1942.
9. А. И. Таирова. Канд. дисс. Тбилиси, 1946.
10. Т. Я. Авдеева, И. А. Зимин, К. И. Элигулашвили. Мед. паразитол., т. 21, № 6, 1952.
11. Н. А. Богоявленский. Мед. паразитол., т. 5, № 1, 1936.

П А Р А З И Т О Л О Г И Я И Г Е Л Ь М И Н Т О Л О Г И Я

Г. В. МАЦАБЕРИДЗЕ, Э. Ш. КВАВАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ (LUMBRICIDAE)—
НОВЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ХОЗЯЕВА ЦЕСТОД

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Д. Рчеулишвили 5.10.1977)

Исследованиями ряда ученых [1—4] установлено, что дождевые черви являются промежуточными хозяевами более 10 видов цестод.

В течение 1975—1976 гг. нами изучалась естественная зараженность дождевых червей личинками гельминтов. В полости тела люб-рицид обнаружены личиночные стадии трех видов цестод (семейства Dilepididae, Choanotaeniidae).

Семейство Dilepididae Furrnann, 1907

Dilepis undula (Schrank, 1788)

Промежуточные хозяева и интенсивность инвазии: из 16 экземпляров *Dendrobaena schmidti* заражено два (количество личинок 1—3), из 13 экземпляров *D. byblica*—один (2), из 12 экземпляров *Eisenia foetida*—четыре (4—5), из 15 экземпляров *E. lagodechensis*—два (1—3), из 18 экземпляров *D. veneta*—один (4).

Локализация — полость тела.

Место обнаружения: Лагодехский заповедник, с. Цицамури Мцхетского района (Грузинской ССР).

Описание. Тело моноцерка заключено в овальную цисту. Длина цисты 1,53—1,55 мм, ширина 0,91—0,92 мм. Циста в прозрачной оболочке. Освобожденное от нее тело имеет длину 2,44—2,68 мм при ширине 0,99—1,00 мм. Сколекс вооружен четырьмя хорошо развитыми присосками. Размеры присосок 0,17×0,18 мм в диаметре. На хоботке 52—54 крючка, расположенных в два ряда. Крючья ундулоидного типа. Длина крючков первого ряда 0,096—0,102 мм, второго 0,075—0,083 мм. Длина хоботкового влагалища 0,41—0,43 мм, ширина 0,36—0,40 мм (рис. 1а).

Цестода *D. undula* — широко распространенный вид, к настоящему времени зарегистрирована у 35 различных воробьиных, из млекопитающих отмечена у насекомыхядных [5]. Е. М. Матевосян [6] предполагает, что в определении указанного гельминта допущена ошибка. Учитывая мнение Е. М. Матевосяна, мы дополнительно изучили цестоду из кишечника кавказского крота (рис. 1б) на основе чего ее можно с уверенностью отнести к данному виду.

Дождевые черви *D. schmidti*, *D. byblica*, *D. veneta*, *E. lagodechensis* впервые регистрируются как промежуточные хозяева *D. undula*.

Sacciuteringa paradoxa (Rudolphi, 1802)

Промежуточные хозяева и интенсивность инвазии: из 37 экземпляров *Dendrobaena veneta* заражен один (988), из 43 экземпляров *Eiseniella tetraedra*—два (3—5) (Мцхетский район), из 11 экземпляров *Lumbricus rubellus*—один (4), из 10 экземпляров *Stololus lacteus*—один (11) (окрестности г. Вильнюса).

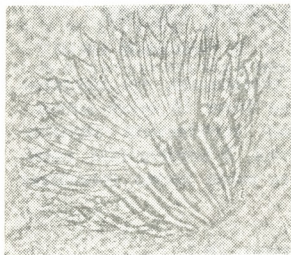


Рис. 1а

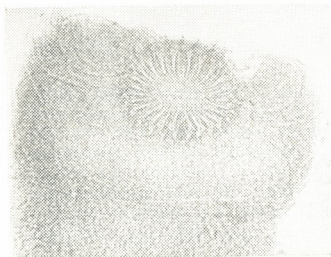


Рис. 1б

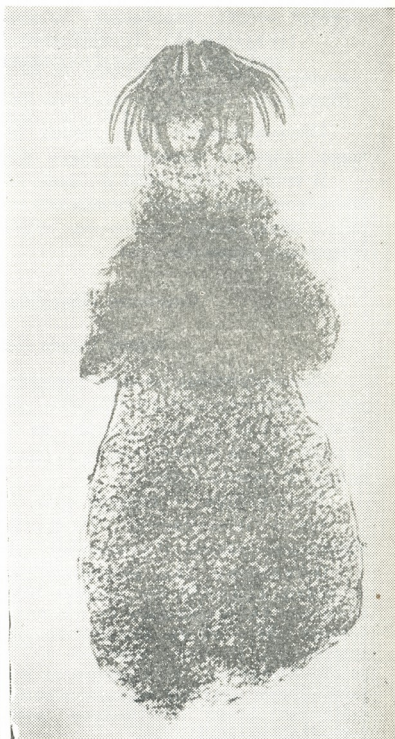


Рис. 1с

Локализация — полость тела.

Место обнаружения: сс. Цицамури и Зедазени Мцхетского района (Грузинская ССР), окрестности г. Вильнюса (Литовская ССР).

Описание. Тело моноцерка заключено в прозрачную шаровидную цисту. Диаметр цисты 0,25—0,43 мм. Освобожденное от оболочки тело имеет длину 0,68—0,80 мм и максимальную ширину 0,28—0,35 мм.

Сколекс вооружен четырьмя хорошо развитыми присосками. Размеры присосок 0,12—0,13 мм в диаметре. На хоботке 14 крючков, расположенных в один ряд. Длина крючков 0,105—0,109 мм, длина лезвия 0,06 мм, длина рукоятки 0,055 мм (рис. 1с).

В Грузии резервуарным хозяином *S. paradoxa* зарегистрирован барсук [7].

Дождевые черви *D. veneta*, *E. tetraedra*, *L. rubellus*, *O. lacteum* впервые регистрируются как промежуточные хозяева цестоды *S. paradoxa*.

Семейство Choanotaeniidae Mathevossian, 1953

Amoebotaenia cuneata (Linstow, 1872)

Промежуточные хозяева и интенсивность инвазии: из 18 экземпляров *Dendrotaenia veneta* заражен один (2), из 26 экземпляров *D. schmidtii* — три (2—4) (Лагодехский заповедник), из 13 экземпляров *Eisenia lagodechensis* — один (5) (Закатальский заповедник), из 28 экземпляров *Allolobophora chlorotica* — два (3—5) (окрестности Тбилиси).

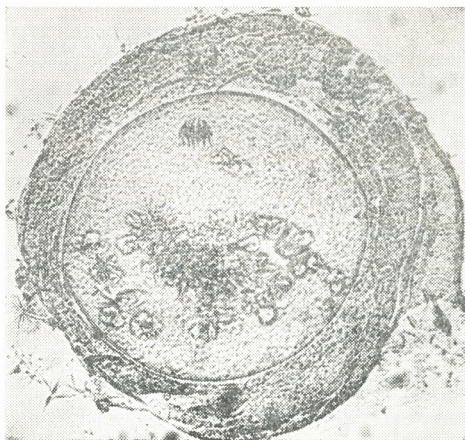


Рис. 1д

Локализация — полость тела.

Место обнаружения: Лагодехский заповедник окрестности Тбилиси (Грузинская ССР), Закатальский заповедник (Азербайджанская ССР).

Описание. Моноцерк имеет яйцевидную форму. Он заключен в прозрачную наружную цисту диаметром 0,54—0,56 мм. Освобожденное от внутренней оболочки тело длиной 0,24—0,25 мм и шириной 0,16—0,17 мм. Сколекс вооружен четырьмя присосками эллипсоидной формы. На хоботке 14—15 крючьев купеатоидного типа (рис. 1д).

Дождевые черви *D. veneta*, *D. schmidtii*, *E. lagodechiensis*, *A. chlotica* впервые регистрируются как промежуточные хозяева *A. cuneata*.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило 7.10.1977)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ბ. მაცაბერიძე, ე. შვადაძე

ზოგიერთი მინაწელა (LUMBRICIDAE) — ცესტოდების ახალი
 უშაღედური მასპინძელი

რეზიუმე

დადგენილია ცესტოდების *Dilepis undula*, *Sacciuterina paradoxa* და *Amoebotaenia cuneata* ახალი უშაღედალი მასპინძლები ჭიკელებიდან.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

G. V. MATSABERIDZE, E. Sh. KVAVADZE

SOME EARTHWORMS (LUMBRICIDAE)—NEW INTERMEDIATE
 HOSTS OF CESTODES

Summary

New intermediate hosts (earthworms) for the cestodes: *D. undula*, *S. paradoxa* and *A. cuneata* have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Vogel. Zib. Bacteriol., 8. S. 1921, 370-372.
2. B. Rysavy. Pedobiologia, Bd. 9, 1969, 171-174.
3. Н. Г. Чибиченко, М. М. Токобаев. Изв. АН КиргССР, 1, 1972, 37—46.
4. Н. И. Демшин. Олигохеты и пиявки как промежуточные хозяева гельминтов. Новосибирск, 1975.
5. Г. В. Мацаберидзе. Паразитологический сб. Ин-та зоологии АН ГССР, 3, 1973, 90—99.
6. Е. М. Матевосян. Основы цестодологии, т. 3. М., 1963.
7. Т. Э. Родоная. Гельминты охотничье-промысловых млекопитающих Грузии. Тбилиси, 1971.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. С. ЖОРДАНИЯ, Ш. В. ДЖАПАРИДЗЕ

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛУХОВОГО ПРОТЕЗА ИЗ СИЛИКОНОВОГО КАУЧУКА У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОБЩЕПОЛОСТНОЙ ОПЕРАЦИИ УХА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 5.10.1977)

Общеполостная операция — радикальная мастоидэктомия относится к числу наиболее надежных способов хирургической санации уха при хроническом гнойном среднем отите. Однако эта операция часто ведет к прогрессирующему ухудшению слуха.

В настоящее время особенно усердствованы электронные слуховые протезы, которые широко используются при различных формах тугоухости.

Сравнительно мало внимания уделяется усовершенствованию слуховых протезов механического типа, улучшающих звукопроводение путем экранировки круглого окна или создания эффекта трансформации звукового давления. Эти протезы обладают рядом достоинств. Они незаметны для окружающих и не требуют замены или зарядки элементов питания.

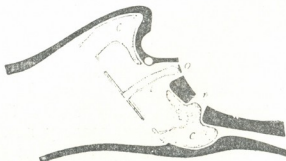
В отоларингологической клинике Тбилисского ГИДУВа используются протезы из силиконового каучука [1, 2], названные К. Седлачком «искусственным средним ухом».

Седлачек использовал для изготовления механического протеза индифферентный для тканей материал — силиконкаучук. Наряду с этим, он обеспечил надежную фиксацию протеза в барабанной полости при помощи рамы, являющейся слепком с рельефа ее медиальной стенки.

Автор следующим образом определил показания к использованию протеза типа «искусственное среднее ухо»: 1 — полная эпидермизация полости, 2 — сохранение достаточного улиткового резерва, 3 — подвижность лабиринтных окон.

В связи с тем что использование протеза типа «искусственное среднее ухо» не нашло отражения в отечественной литературе, приводим описание его изготовления и установки.

Рис. 1. Схематическое изображение протеза в полости после общеполостной операции уха: о — овальное окно, г — круглое окно, с — рама протеза, т — мембрана протеза, к — колумелла



На рис. 1 показано схематическое изображение протеза в полости после общеполостной операции уха. Протез состоит из трех частей: рамы, перепонки и колумеллы. Рама и перепонка изготавливаются из

силиконового каучука, который не вызывает раздражения тканей. Этот материал имеет базой полимеры силиконов, в которых атомы силиция объединены кислородной связью, а оставшиеся валентности связаны с органической основой. Стереохимическая организация молекул придает эластичность данному материалу.

Полимеризация происходит после добавления соответствующего катализатора, время полимеризации можно регулировать при помощи количества катализатора.

Для взятия слепка медиальной стенки полости силиконкаучук с катализатором вводится в нее. После полимеризации слепок извлекается и по нему создается гипсовый муляж, рельеф которого точно соответствует рельефу медиальной стенки полости. Муляж заполняется силиконкаучуком с более высоким удельным весом. После полимеризации полученная масса извлекается из муляжа и обрабатывается тонким бором до толщины 1—2 мм так, чтобы рама была достаточно прочной и одновременно эластичной. Рама перекрывается перепонкой из силиконкаучука, выполняя роль барабанной перепонки. В основании рамы в точке, соответствующей овальному окну, делается отверстие, через него пропускается колумелла, которая приклеивается лукопреном к искусственной барабанной перепонке.

Введение протеза в ухо, так же как и все работы по созданию конструкций, производится под хирургическим микроскопом.

По этой методике нами осуществлено слухопротезирование 18 больным. Для протезирования выбирались больные, страдающие двусторонним понижением слуха. Из 18 больных давность после проведенной общеполостной операции составляла: у одного — 4 месяца, у двух — один год, у остальных — 5—10 лет.

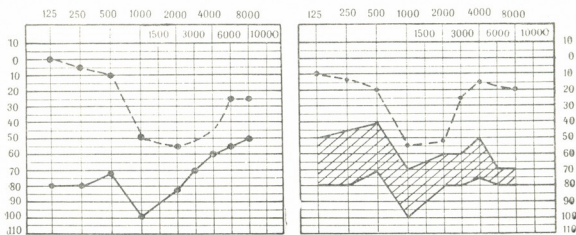


Рис. 2. Тональная пороговая аудиограмма больной П. Повторное протезирование на левое ухо спустя 1 месяц после стапедэктомии. — — — — — Кривая костной проводимости, ————— кривая воздушной проводимости. Заштрихован прирост слуха после протезирования

У 16 больных из 18 результат был удовлетворительным, причем у 14 эффект был получен при первичном протезировании, а у двух — при повторном. У двух последних больных после протезирования улучшения слуха не отмечалось, у них при оперативной ревизии была обнаружена тимпаносклеротическая фиксация основания стремени. В таких случаях К. Седлачек производит фенестрацию горизонтального полукружного канала и устанавливает дистальный конец колумеллы протеза на новообразованное окно. При тимпаносклеротической фиксации основания стремени в обоих случаях вместо фенестрации горизонталь-

ного полукружного канала нами производилась стапедэктомия с последующим закрытием ниши овального окна рыхлой соединительной тканью и предварительно отслоенным эпидермисом, а через определенный промежуток времени — повторное протезирование.

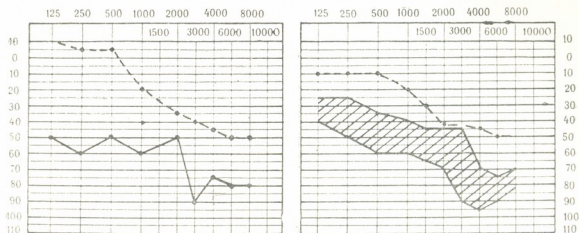


Рис. 3. Тональная пороговая аудиограмма больной Л. Повторное протезирование на левое ухо спустя полтора месяца после стапедэктомии. — — —. Кривая костной проводимости, — кривая воздушной проводимости. Заштрихован прирост слуха после протезирования

На рис. 2 и 3 показаны две тональные пороговые аудиограммы этих больных, подвергшихся стапедэктомии с последующим протезированием. У больной П. на правом ухе хронический гнойный средний отит, а левое ухо прооперировано два раза: сперва общеполостная операция, а потом тимпаноластика. У больной Л. с обеих сторон состояни после перенесенной общеполостной операции.

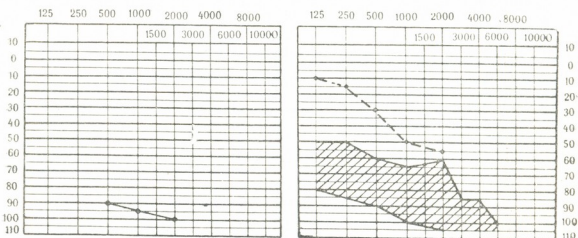


Рис. 4. Тональная пороговая аудиограмма больной Н. Протезирование на единственно слышащем ухе спустя 6 месяцев после общеполостной операции. — — —. Кривая костной проводимости, — кривая воздушной проводимости. Заштрихован прирост слуха после протезирования

Часто встречаются больные, которые имеют единственно слышащее ухо. Как известно, у таких больных тимпаноластика противопоказана, а при пользовании электронным слуховым протезом нельзя полностью исключить опасность акустической травмы единственно слышащего уха. В этих случаях особенно удобно пользоваться протезом «искусственное среднее ухо», действующим по принципу трансформации звукового давления.



На рис. 4 приведена тональная пороговая аудиограмма больной Н., которая была почти полностью глухая в течение 15 лет. Как видно на аудиограмме, у больной на правое ухо полная глухота, а на левом — единственно слышащем ухе очень высокий порог воздушной проводимости. После протезирования прирост слуха в среднем 30 дБ.

Как уже отмечалось, протез из силиконового каучука не вызывает раздражения тканей, но со временем из-за десквамации эпидермиса происходит его смещение, в результате чего теряется контакт колумеллы с овальным окном. Поэтому каждые 8—10 месяцев приходится вынимать протез и очищать полость от эпидермиса. После этого обычно удается использовать тот же протез.

На основании нашего опыта можно рекомендовать использование слухового протеза из силиконового каучука у части больных хроническим гнойным средним отитом, подвергшихся общеполостной операции.

Тбилисский государственный институт
совершенствования врачей

(Поступило 12.10.1977)

მეცნიერებათა აკადემია

თ. შორდანი, შ. ჯაპარიძე

რადიკალური ოპერაციის შემდეგ სილიკონკაუჩუკისაგან
დამზადებული სმენის პროთეზის გამოყენების შესახებ
რეზიუმე

ჩვენი გამოცდილების საფუძველზე შეგვიძლია რეკომენდაცია გავუწიოთ სილიკონკაუჩუკისაგან დამზადებული პროთეზის გამოყენებას სმენადაქვეითებულ ავადმყოფების ნაწილზე, რომელთაც წარსულში ჩატარებული აქვთ რადიკალური ოპერაცია.

უზანგის საფეხე ფირფიტის ტიმპანოსკლეროზული ფიქსაციის შემთხვევებში მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სტაპედექტომიის წარმოება და შემდეგში განმეორებითი პროთეზირება კოლუმელის დისტალური ბოლოს მოთავსებით ოვალური სარკმლის მიდამოში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. S. ZHORDANIA, Sh. V. JAPARIDZE

ON THE USE OF HEARING PROSTHESIS MADE OF SILICONE RUBBER IN PATIENTS AFTER RADICAL MASTOIDECTOMY

Summary

The use of a mechanic silicone rubber prosthesis (artificial middle ear) in patients who have undergone radical mastoidectomy is discussed.

When there is a tympanosclerotic fixation of the stapes, it seems expedient to perform stapedectomy with closing of the oval window by connective tissue and epidermal grafts. After healing the distal end of the prosthetic columella is placed on the fenestra ovalis area.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. J. Sedlacek. Revue de Laryngologie, 7-8 de Juillet Août, 1965.
2. K. Sedláček. Acta oto-laryngologica, 63, 1967, 290-296.

В. С. ШАГИНЯН, Т. К. ЖОРЖОЛАДЗЕ, Б. Р. ХУДАЙДАТОВ

КЛИНИКО-ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРТОСТАТИЧЕСКОГО КОЛЛАПСА У БОЛЬНЫХ ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 9.11.1977)

Выяснение физиологических механизмов, обеспечивающих гомеометрическую структуру кардиогеодинамических сдвигов под влиянием ортостатической пробы у больных детским церебральным параличом с вынужденным долговременным постельным содержанием, представляет особый научно-практический интерес.

Целью настоящей работы являлась попытка определения механизмов нарушений толерантности к ортостатическому положению у больных детским церебральным параличом.

Обследовано 11 больных детским церебральным параличом, атипичным и перинатальным, со спастической диплегией, элементами моторной алалии и незначительным снижением интеллекта, в возрасте от 8 до 12 лет (5 мальчиков и 6 девочек). Контрольную группу составляли 5 здоровых школьников того же возраста (2 мальчика и 3 девочки).

Право-левосторонняя кардиогеодинамика изучалась с помощью комплексно-синхронной поликардиографии по нашей методике (В. С. Шагинян, 1977) с применением ортостатической пробы. В составе методики использовались общепринятые методы исследования кардиогеодинамики. Кроме того, наша методика дополнялась методами определения величин венозного возврата крови (VRC), а также сердечного выброса (OC). В построении формулы расчета венозного притока крови в желудочек в условиях целостного организма в клинике нами использованы принципы экспериментального расчета венозного притока. В структурный состав формулы VRC вошли величины клинического расчета среднего давления в предсердии [3]:

$$VRC_d = \frac{(Pms - Pra) \cdot DFV \cdot 10^{-2}}{Pra}, \quad (1)$$

где VRC_d — коэффициент венозного возврата крови в правый желудочек; Pms — среднее системное давление, мм рт. ст.; Pra — среднее давление в правом предсердии, мм рт. ст.; DFV — объемная скорость диастолического наполнения желудочка, мл/сек; 10^{-2} — стандартный множитель для упрощения математических действий;

$$VRC_s = \frac{(Pmp \cdot 7 - Pla) \cdot DFV \cdot 10^{-2}}{Pla}, \quad (2)$$

где VRC_s — коэффициент венозного возврата крови в левый желудочек; Pmp — среднее давление в легочной артерии, мм рт. ст.; Pla — среднее давление в левом предсердии, мм рт. ст.; 7 — семикратная ве-

Сопоставление комплексных показателей право-левосторонней кардиогемодинамики у больных детским церебральным параличом и у здоровых детей под влиянием ортостатической пробы (в числителе—показатели у здоровых детей, в знаменателе— у больных) ($M \pm m$)

Показатели	В покое, горизонтальное положение		Пассивное ортостатическое положение			
			на 10-й минуте		на 20-й минуте	
Частота сердечного ритма P	$\frac{80,0 \pm 2,2}{90,5 \pm 4,7}$ > 0,05		$\frac{91,4 \pm 4,0}{115,7 \pm 7,1}$ < 0,01		$\frac{95,4 \pm 3,0}{120,3 \pm 7,4}$ < 0,01	
Парциальные параметры	Правостор.	Левостор.	Правостор.	Левостор.	Правостор.	Левостор.
ОСВ, мл/сек P	$250,0 \pm 21,85$ $205,2 \pm 11,01$ > 0,05	$262,2 \pm 22,7$ $210,4 \pm 11,02$ > 0,05	$157,0 \pm 14,2$ $83,2 \pm 9,43$ < 0,001	$168,5 \pm 15,47$ $85,1 \pm 9,13$ < 0,001	$158,5 \pm 23,57$ $72,4 \pm 10,03$ < 0,01	$161,1 \pm 23,66$ $74,2 \pm 9,33$ < 0,01
ОЛСС—ОПСС, ди·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹ P	$254,5 \pm 25,6$ $377,4 \pm 36,92$ > 0,05	$1390,4 \pm 131,0$ $1714,6 \pm 82,59$ > 0,05	$423,5 \pm 49,8$ $1804,3 \pm 319,1$ < 0,001	$1943,3 \pm 231,9$ $4439,4 \pm 586,8$ < 0,01	$552,9 \pm 65,3$ $2334,8 \pm 469,1$ < 0,01	$2044,0 \pm 350,6$ $5064,1 \pm 827,3$ < 0,01
Работа желудочка по Старру, кг/м/мин P	$1,11 \pm 0,13$ $1,30 \pm 0,21$ > 0,2	$6,15 \pm 0,79$ $5,56 \pm 0,35$ > 0,5	$0,82 \pm 0,13$ $0,93 \pm 0,15$ > 0,5	$3,66 \pm 0,43$ $2,31 \pm 0,34$ < 0,05	$0,92 \pm 0,15$ $0,94 \pm 0,18$ > 0,2	$3,19 \pm 0,42$ $2,00 \pm 0,32$ < 0,05
Индекс реституции, % P	$62,3 \pm 1,7$ $44,2 \pm 4,1$ < 0,01	$59,2 \pm 1,3$ $43,5 \pm 3,2$ < 0,001	$57,4 \pm 2,9$ $30,1 \pm 3,3$ < 0,001	$53,5 \pm 2,4$ $33,4 \pm 2,7$ < 0,001	$54,2 \pm 2,5$ $27,2 \pm 3,9$ < 0,001	$52,1 \pm 2,2$ $29,2 \pm 4,2$ < 0,001
МГ, усл. ед. P	$1,03 \pm 0,10$ $1,51 \pm 0,32$ > 0,001	$4,12 \pm 0,50$ $5,78 \pm 0,68$ > 0,05	$1,45 \pm 0,27$ $3,92 \pm 0,93$ < 0,05	$4,93 \pm 0,74$ $6,84 \pm 0,55$ < 0,05	$1,51 \pm 0,20$ $3,59 \pm 0,69$ < 0,02	$4,65 \pm 1,05$ $6,96 \pm 0,44$ > 0,05
К Э В Р P	$103,16 \pm 20,15$ $76,48 \pm 19,26$ > 0,2	$4,92 \pm 0,94$ $2,63 \pm 0,40$ < 0,05	$46,31 \pm 8,49$ $13,47 \pm 4,78$ < 0,01	$3,04 \pm 0,47$ $1,47 \pm 0,25$ < 0,02	$38,99 \pm 9,22$ $11,95 \pm 4,69$ < 0,05	$4,53 \pm 1,78$ $1,34 \pm 0,17$ > 0,05

Условные обозначения: ОЛСС—общее легочно-сосудистое сопротивление, ОПСС—общее периферическое сосудистое сопротивление, МГ—механическая гиперфункция желудочка.

Примечание: данные динамичности показателей в восстановительном периоде не пригодятся ввиду ограниченного объема статьи.

личина давления в малом круге в соотношении с давлением в большом круге кровообращения (общепринятая закономерность соотношения 1:7);

$$OC = CO \cdot CVV \cdot 10^{-2}, \quad (3)$$

где OC — коэффициент минутного выброса крови (нагнетательная функция сердца); CO — минутный объем кровообращения, л/мин; CVV — объемная скорость сердечного выброса, мл/сек.

Фазовый синдром гиподинамии миокарда у больных детей на 10-й и 20-й мин ортостаза сопровождался легким коллаптоидным состоянием (побледнение лица, липкий пот, нитевидный учащенный пульс, пошатывание), что иногда вынуждало прерывать ортостатическую пробу. При этом снижалась OC правого ($P < 0,01$) и левого ($P < 0,01$) желудочков, по сравнению со здоровыми, на 10-й и 20-й мин ортостаза ($P < 0,05$). Это снижение OC продолжалось до окончания восстановительного периода ($P < 0,01$). Заслуживает особого внимания отрицательный баланс OC левого желудочка на 10-й мин ортостаза: VRC_s равнялся 12,03 при OC , равном 1,76, что в расчете баланса выражало отрицательную величину, равную $-10,27$. Отрицательный баланс насосной функции левого желудочка объяснил, во-первых, механизм увеличения резидуального объема крови в левом желудочке при ортостазе и, во-вторых, механизм ортостатического коллапса, ортостатической анемии мозга.

Сопоставление комплексных показателей кардиогемодинамики, представленное в таблице, позволяет дополнить объяснение механизмов ортостатического коллапса у больных детей. Резко замедлялась объемная скорость сердечного выброса (OCB) из правого и левого желудочков на всех этапах пробы (от $P < 0,01$ до $P < 0,001$) при компенсаторном учащении сердечного ритма ($P < 0,01$). Как известно, замедление объемной скорости системного и тканевого кровотока стимулирует метаболическую активность катехоламина и является одной из причин транзиторной гипоксии, рефлекторно вызывающей гипертонию в бассейне легочной артерии, что получило подтверждение в наших исследованиях. Не меньшей выраженности достигло компенсаторно-рефлекторное сужение резистивных сосудов, выразившееся в повышении тонуса сосудов мышечного (C_m) и эластического (C_e) типов в ответ на уменьшение венозного притока в правый желудочек у больных в ортостатическом положении. Так, скорость распространения пульсовой волны по C_m и C_e в ортостазе у больных достоверно превышала величины C_m и C_e у здоровых ($P < 0,01$) и находилась в обратной коррелятивной зависимости с величинами VRC_d соответственно: $r = -0,98 \pm 0,07$, $r = -0,99 \pm 0,05$, по табл. Стьюдента t $P < 0,001$, по табл. r $P < 0,01$, в отличие от здоровых детей, у которых эта коррелятивная зависимость оказалась недостоверной. Эта высокодостоверная обратная коррелятивная зависимость между падением величины VRC_d и повышением величин C_m и C_e у больных детей нами рассматривалась как компенсаторно-рефлекторное повышение сосудистого тонуса в ответ на чрезвычайную кардиогемодинамическую ситуацию резкого снижения VRC в правое сердце в ортостазе.

Гиперфункция правого желудочка сердца у больных детей еще в покое, увеличившаяся в ортостазе при повышении входного сопротивления в легочной артерии, одновременном уменьшении минутного объ-



ема сердца и падении уровня процессов восстановления энергетических ресурсов (снижение индекса реституции, $P < 0,001$), создала экономически невыгодную ситуацию преобладания гиперфункции над работой сердца, что сопровождалось понижением коэффициента эффективности внешней работы сердца (КЭВР). КЭВР снижался в достоверном различии с КЭВР у здоровых в ортостазе ($P < 0,01$, $P < 0,02$).

Таким образом, наша методика исследования позволила вскрыть пусковые механизмы ортостатического коллапса и выявить конкретные параметры кардиогемодинамики в участии компенсаторно-рефлекторной активизации в ответ на чрезвычайную ситуацию резкого снижения венозного возврата крови в правое сердце при ортостазе у больных детским церебральным параличом.

Результаты наших клинико-электрофизиологических исследований позволяют рекомендовать ускорение темпов психической и физической активизации у больных детским церебральным параличом в комплексном лечении этого заболевания.

Детский врачебно-физкультурный диспансер

(Поступило 11.11.1977)

მასპერინმენტული მიღწევა

ვ. შაგინიანი, თ. ჯორჯოლაძე, ბ. ხუდაიდათოვი

ბავშვთა ცერებრალური დამბლით ავადმყოფთა ორთოსტატიული კოლაფსის კლინიკურ-ელემენტროფიზიოლოგიური თავისებურებანი რეზიუმე

ბავშვთა ცერებრული დამბლით 11 ავადმყოფზე და 5 ჯანმრთელ მოსწავლეზე (საკონტროლო ჯგუფი) კლინიკური და კომპლექსურ-სინქრონული პარციალური პოლიკარდიოგრაფიული გამოკვლევის მასალაზე და ჰემოდინამიკის შესწავლით, გაანალიზებულია ფიზიოლოგიური მექანიზმების ტოლერანტობა ორთოსტატიულ სინჯთან. ამასთან დადგენილია ორთოსტატიული კოლაფსის გამწეები კარდიოჰემოდინამიკური მექანიზმები ავადმყოფ ბავშვებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V. S. SHAGINYAN, T. K. ZHORZHOLADZE, B. P. KHUDAIDATOV

CLINICAL-ELECTROPHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF ORTHOSTATIC COLLAPSE OF PATIENTS AFFECTED WITH CEREBRAL PARALYSIS

Summary

Physiological mechanisms of tolerance to the orthostatic test were analysed on the basis of data obtained from clinical and complex-synchronous partial polycardiographic and haemodynamic studies of 11 patients affected with child cerebral paralysis as well as of 5 healthy schoolchildren of the same age (a control test group).

The trigger cardiohaemodynamic mechanisms of orthostatic collapse of the sick children were identified.

В. И. ШУМАКОВ, Е. Ш. ШТЕНГОЛЬД, О. П. БЕРДЫШЕВА,
Р. Д. МАГАЛАШВИЛИ, Г. П. ИТКИН

ДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В УСЛОВИЯХ ИМПЛАНТАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО СЕРДЦА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14.9.1977)

Среди многочисленных задач проблемы искусственного сердца особо значимой представляется задача оценки адекватности работы имплантированных насосов [1—5]. Если при искусственном кровообращении адекватность перфузии может быть оценена по таким показателям, как насыщение кислородом венозной крови, объемная скорость перфузии на единицу веса или поверхности, величина артериального давления, показатели КЩР и т. д., то в условиях работы искусственного сердца эта информация приобретает второстепенное значение и лишь косвенно может быть привлечена для внесения корректирующих сигналов при выборе адекватных режимов функционирования сердечных насосов.

В связи с тем, что в условиях работы искусственного сердца малейшие нарушения КЩР корректируются извне без учета кислородного долга организма, при интерпретации только одной динамики КЩР может сложиться ложное впечатление благополучия или адекватности работы искусственного сердца. Вместе с тем, только учет истинных энергетических трат организма с реальной доставкой энергии позволяет выносить суждение об оптимальности функционирования сердечного насоса. Общие энерготраты организма могут быть определены по уравнению

$$W = rO_2 + DO_2,$$

где W — скорость энергетических трат организма, мл O_2 /мин; rO_2 — скорость потребления организмом кислорода, мл O_2 /мин; DO_2 — скорость образования кислородного долга, мл O_2 /мин.

Для выяснения динамики взаимодействия недоокисленных продуктов обмена с буферными системами крови и механизмов регуляции КЩР крови нами построена математическая модель регуляции КЩР. Модель позволяет исследовать нарушения КЩР при различных причинах возникновения кислородного долга (недостаточность кровообращения, сниженная вентиляция, повышенное потребление кислорода, угнетение функции системы внутренних органов по удалению и утилизации кислот, а также эффект от коррекции метаболического ацидоза путем введения бикарбоната). Входными параметрами модели являются: количество кислорода, которое может поступить из легких в кровь при нормальном rCO_2 и максимальной производительности сердца, скорость потребления O_2 при нормальном рН, начальные концентрации CO_2 , кислот и HCO_3^- , производительность сердца в процентах (максимальная принята за 100%), скорость удаления CO_2 легкими.



скорость удаления кислот внутренними органами и скорость введения HCO_3^- для коррекции нарушений КЩР. Модель КЩР описывается следующими уравнениями:

$$r_{\text{O}_2} = r_{\text{O}_2 \text{ зад}} \cdot f_1(\Delta \text{pH}), \quad (1)$$

$$\text{O}_2 \text{ кров} = [\text{O}_2 \text{ легк} + k_7(C - C \text{ min})] \cdot f_2(\Delta \text{pH}) k_c, \quad (2)$$

$$q_{\text{O}_2} = \begin{cases} r_{\text{O}_2}, & \text{O}_2 \text{ кров} \geq r_{\text{O}_2}, \\ \text{O}_2 \text{ кров}, & \text{O}_2 \text{ кров} < r_{\text{O}_2}, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{KD} = 11,2 (A - A_0) \text{ мл O}_2/\text{л}, \quad (4)$$

$$\frac{dA}{dt} = k_4(r_{\text{O}_2} - q_{\text{O}_2}) - k_5(A - A \text{ min}), \quad (5)$$

$$k_5 = 0 \text{ при } A \leq A \text{ min}, \quad (6)$$

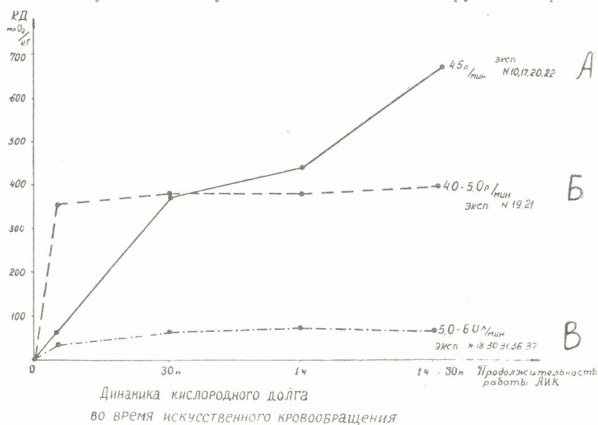
$$\frac{dC}{dt} = 0,8 q_{\text{O}_2} - k_7(C - C \text{ min}) + \frac{dA}{dt}, \quad (7)$$

$$k_7 = 0 \text{ при } C \leq C \text{ min}, \quad (8)$$

$$\text{HCC}_3 = \text{HCC}_3 \text{ норм} - \beta \cdot \Delta \text{pH} - k_6(A - A \text{ min}), \quad (9)$$

$$\Delta \text{pH} = (\text{pH} \text{ норм} - \text{pK}) + \lg \frac{\text{HCO}_3^-}{C}. \quad (10)$$

С помощью данной модели проанализирована динамика энергетического обмена у 30 телят в условиях имплантации и функционирования



искусственного сердца. На этапе имплантации искусственного сердца в условиях экстракорпорального кровообращения отмечено три характерных типа изменений энергетического обмена (рис. 1). Первый тип (кривая А) характеризуется непрерывным ростом уровня кислородно-

го долга и постепенным снижением к концу экстракорпорального кровообращения величины потребления кислорода. Второй тип (кривая Б) — кислородный долг интенсивно увеличивается в первые 5—10 мин экстракорпорального кровообращения и, стабилизируясь на уровне 300—400 мл O_2 /кг, в основном не претерпевает дальнейших изменений. Общее потребление кислорода в этих экспериментах устанавливается на постоянном уровне к 10—15 мин работы аппарата искусственного кровообращения. Третий тип (кривая В) характеризуется низким уровнем кислородного долга (50—70 мл O_2 /кг.) на всем протяжении экстракорпорального кровообращения. К основным причинам развития кислородной задолженности следует отнести неадекватность перфузии, большую степень гемодилюции, недостаточность анестезии, травму крови и т. д.

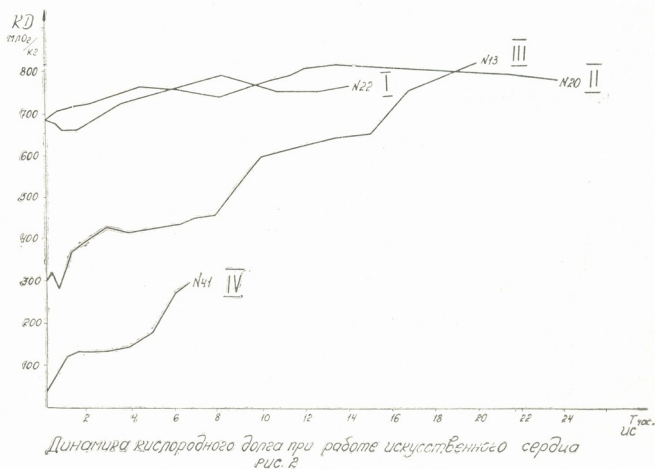


Рис. 2

На втором этапе при переходе с аппарата искусственного кровообращения на искусственное сердце можно выделить два типа энергетического обмена (рис. 2).

Первый тип (кривые I, II) — в условиях работы искусственного сердца кислородный долг, достигнув некоторого уровня, в дальнейшем не изменяется, постоянным остается также потребление кислорода. В подобных условиях наблюдается наибольшая выживаемость телят, однако рассчитывать на длительную выживаемость не приходится в связи с недостаточной производительностью сердца и отсутствием возможности ликвидации кислородного долга, что в конечном счете влечет за собой потерю устойчивости организма.

Второй тип (кривые III, IV) характеризуется постоянной скоростью нарастания кислородного долга и сниженным уровнем потребления кислорода, связанным с альвеоло-капиллярным блоком. В таких условиях продолжительность выживаемости животных составляет не



более 8—20 часов. К причинам нарушения доставки энергии следует отнести кровотечения из области анастомозов, множественную микро-тромбоземболию, нарушение газообмена на уровне альвеоло-капиллярной мембраны, падение сосудистого тонуса, нарушение венозного возврата и т. д. В этих условиях потеря устойчивости организма связана с невозможностью обеспечить адекватное кровообращение, а следовательно, адекватный приток энергии. В целях динамического расчета энергетической задолженности (кислородного долга) нами создано специализированное цифровое устройство, позволяющее в течение 1—2 мин по показателям КЩР независимо от введения щелочных растворов рассчитывать динамику кислородного долга и таким образом судить об адекватности работы искусственного сердца.

Подобный анализ энергетического обмена животного позволяет оценивать устойчивость организма в условиях работы искусственного сердца, определять обратимость состояния и целесообразность дальнейшего продолжения эксперимента.

Институт трансплантации
органов и тканей
МЗ СССР

(Поступило 16.9.1977)

მასპარეზობის მდივანი

3. შუმაკოვი, ე. შტენგოლდი, ო. ბერდისევა, რ. მაგალაშვილი, გ. იტკინი
ენერგეტიკული ცვლის დინამიკა ხელოვნური გულის იმპლანტაციის
და ფუნქციონირების პირობებში

რეზიუმე

შესწავლილია ენერგეტიკული ცვლა დინამიკაში ხელოვნური გულის იმპლანტაციის და ფუნქციონირების ექსპერიმენტში 30 ხეობზე. შენიშნულია ენერგეტიკული ცვლის ცვალებადობის სხვადასხვა ტიპები, რომლებიც გაპირობებულია ორგანიზმის უანგბადით დავალიანების ამა თუ იმ დონით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V. I. SHUMAKOV, E. Sh. SHTENGOLD, O. P. BERDYSHEVA,
R. D. MAGALASHVILI, G. P. ITKIN

THE DYNAMICS OF ENERGY METABOLISM IN CONDITIONS OF PACE-MAKER IMPLANTATION AND FUNCTIONING

Summary

The study of the title problem involved 30 calves. Various types of the change of energy metabolism due to various levels of oxygen deficiency were noted.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Шумаков, Т. Л. Егоров, Ю. М. Киселев. Сб. «Трансплантированные почки и искусственные органы». М., 1976, 174—179.
2. В. И. Шумаков, Т. Д. Егоров, В. А. Дробышев, А. А. Дробышев. Там же, 179—181.
3. T. Akufsu. Ann. Rep. NIH-NHL. 169-2185-4 april. 1975.
4. W. I. Kolff. Kunstliche Organs in der 70-er Jahren. Frankfurt/M. Heft 2. 1971.
5. C. S. Kivan-Geff, Nu. I. et al. I. Nu. Collan, S. Jackobsen, W. I. Kolff. Trans. Amer. Soc. Art. Organs 15, 245, 1949.

მ. ჩხანიძე

ღვიძლის და გულის კუნთის ჰისტოლოგიური და ჰისტომორფიკული ცვლილებები მასპირიმენტული მწვავე ქოლეცისტიტის დროს

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 20.10.1977)

ლიტერატურული მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ყველაზე დეტალურად შესწავლილია ღვიძლის ფუნქციური ცვლილებები ქრონიკული და მწვავე კალკულოზური ქოლეცისტიტის დროს [1—4]. შესწავლილია აგრეთვე ღვიძლის მორფოლოგიური ცვლილებები ოპერაციული (ინციზიური) ბიოპსიის, ხოლო ბოლო წლებში — პუნქციური ბიოპსიის მეთოდით [4—7].

ქრონიკული კალკულოზური ქოლეცისტიტის დროს ინციზიური და პუნქციური ბიოპსიის გზით ღვიძლიდან აღებული მასალის შესწავლისას ღვიძლში სხვადასხვა სიმძიმის მორფოლოგიური ცვლილებები აღმოაჩნდა ოპერირებულ ავადმყოფთა 35—88% -ს, რაც გამოიხატებოდა პროდუქციული ან ინტერსტიციული ტიპის ჰეპატიტით ან ამა თუ იმ ინტენსივობით გამოხატული დისტროფიული ცვლილებებით დადგენილ იქნა, რომ მწვავე დესტრუქციული ქოლეცისტიტის დროს ღვიძლის პარენქიმულ უჯრედებში დასაწყისში ვითარდება დისტროფიული ცვლილებები, ხოლო მოგვიანებით — ანთებადი ცვლილებები. ამას მოსდევს ქრონიკული ჰეპატიტი, ღვიძლის ციროზი, ქოლანგიტური აბსცესები და სხვა [3,8—10].

როგორც ფუნქციური, ისე მორფოლოგიური გამოკვლევებით [11—16]. დადგინდა, რომ ღვიძლში პათოლოგიური პროცესის ხასიათი და მიმდინარეობა მთლიანად არის დამოკიდებული სანაღვლე გზებისა და ნაღვლის ბუშტის დაავადების სიმძიმეზე, ხანგრძლივობასა და გამწვავების სისწორეზე.

ექსპერიმენტული ქოლეცისტიტის პირობებში პარენქიმულ ორგანოთა შესწავლა ჯერ კიდევ ახალი საკითხია [17, 18].

იმ მიზნით, რათა დავკვირვებოდით მწვავე ქოლეცისტიტის დროს ღვიძლსა და გულის კუნთში განვითარებულ ცვლილებებს, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ პათოლოგიის სწორი კლინიკური აღქმისა და ოპერაციული ტექტიკის არჩევის საქმეში, ჩვენ ჩავატარეთ ექსპერიმენტული კვლევა. მწვავე ქოლეცისტიტის ექსპერიმენტული მოდელი აღწერილია [19, 20].

ჩატარებული მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევებით დადგინდია, რომ ცვლილებები ღვიძლში გამოვლინდება ცდის დაყენების მეორე დღიდანვე. დავკვირვების ამ ვადაზე უშუალოდ ნაღვლის ბუშტის მიმდებარე ნაწილში ღვიძლის ქსოვილი დაწვავილია, აღინიშნება ვრცელი სისხლჩაქცევები. ნაღვლის ბუშტიდან დაცილებით ღვიძლის ქსოვილში აღინიშნება კეროვანი ნეკროზები, მათ ირგვლივ სხვადასხვა ინტენსივობით გამოხატული ინფილტრატები. ღვიძლის ქსოვილის არქიტექტონიკა დარღვეულია, ჰეპატოციტები განიცდიან სხვადასხვა ინტენსივობის დისტროფიულ ცვლილებებს. შუამდებარე სუბსტანცია მეტ-ნაკლებად შეშუაებულია, სისხლძარღვები გაგანიერებულია და სისხლსავსე. დასახელებულ ცვლილებათა ინტენსივობა ღვიძლში ნაღვლის ბუშტიდან დაცილების შესაბამისად სუსტდება, ხოლო საკმაოდ დაშორებულ უბანში რაიმე ცვლილებები, გარდა მცირეოდენი სისხლმეტობისა და ჰეპატოციტებში გლიკოგენის დაგროვების შემცირებისა, არ დადგინდა.

გულის კუნთში სელიეს მეთოდის გამოყენებით დადგინდა თითო-ორჯო კუნთოვანი ბოჭკოს ფუქსინოფილური დისტროფია. მიოციტებში გლიკოგენი

არათანაბარზომიერადაა შემცირებული: მეტ-ნაკლებად გლიკოგენით დატვირთული მიოციტების გვერდით მოჩანს თითქმის უგლიკოგენო მიოციტები.

კიდევ უფრო მკვეთრია ცვლილებები ღვიძლსა და გულის კუნთში ცდის მე-3—4 დღეს: ნაღვლის ბუშტიდან დაცილებით აღებულ ღვიძლის ქსოვილში წინა ვადასთან შედარებით გაცილებით სწირია სხვადასხვა ზომის კეროვანი ნეკროზები და ანთებითი ინფილტრატები, აღინიშნება ჰეპატოციტების პარენქიმული და ცხიმოვანი დისტროფია. ჰისტოქიმიურად გლიკოგენი არ აღინიშნება არამარტო ნაღვლის ბუშტთან მიმდებარე ნაწილში, არამედ მისგან დაცილებით აღებულ უბნებშიც; იგი აღინიშნება მხოლოდ ანთებადი ინფილტრატის უჯრედოვან ელემენტებში — ნეიტროფილურ გრანულოციტებში. ჰეპატოციტებში საკმაოდ შემცირებულია რნპ-ს დაგროვებაც.

გულის კუნთში ჰისტოლოგიურად რაიმე ცვლილებების დადგენა მართალია არ ხერხდება, მაგრამ წინა ვადებისგან განსხვავებით ყურადღებას იპყრობს მიოციტების გაცილებით მკვეთრად გამოხატული ფუქსინოფილური დისტროფია, რომელიც ზოგან დიფუზურ ხასიათსაც კი ატარებს. ასევე მკვეთრად არის შემცირებული გულის კუნთის ბოჭკოებში გლიკოგენის დაგროვება. უკანასკნელი შედარებით შენახულია გულის გამტარი სისტემის ბოჭკოებში. რნპ-ს დაგროვების მხრივ ცვლილებები არ აღინიშნება.

ღვიძლის მორფოლოგიური ცვლილება მაქსიმალურად არის გამოხატული ცდის დაყენებიდან მე-5—7 დღეს: წინა ვადებიდან განსხვავებით ყურადღებას იქცევს ღვიძლის პარენქიმის მკვეთრი დისტროფიული ცვლილებები ვრცელი ნეკროზებით და ანთებითი ინფილტრატებით. აღინიშნება ჰეპატოციტებში გლიკოგენის სრული გაქრობა. მკვეთრ მუკოპოლისაქარიდების დაგროვება ძირითადად აღინიშნება ნეკროზულ კერებში, ანთებადი ინფილტრატებსა და მათ ირგვლივ როგორც უჯრედულ სტრუქტურებში, ისე მათ შორის. რნპ-ის დაგროვება ღვიძლის პარენქიმაში მეტად არათანაბარია, საერთოდ კი მათი რაოდენობა ჰეპატოციტებში მკვეთრად შემცირებულია.

ამავე ვადებზე გულის კუნთში აღინიშნება მიოციტების ფუქსინოფილური, ზოგან დიფუზური დისტროფია. გლიკოგენის რაოდენობა, ისევე როგორც წინა ვადაზე, მკვეთრად არის შემცირებული, მაგრამ აქ ყურადღებას იქცევს გარკვეული კონტრასტი — ზოგ უბანში კუნთოვანი ბოჭკოები საერთოდ არ შეიცავენ გლიკოგენს, მაშინ როცა მათ მეზობლად მიოციტები და მათი გროვები შეიცავენ გლიკოგენის გარკვეულ — ზოგან მცირე, ზოგან მეტ რაოდენობას. რნპ-ის დაგროვების მხრივაც მკვეთრი სიჭრელაა — ზოგან გულის კუნთის ბოჭკოებში აღინიშნება ოდნავ შემცირებული რაოდენობით, სხვაგან კი მათი რაოდენობა მკვეთრად შემცირებულია.

მომდევნო ვადებზე (მე-8—11 დღე) ღვიძლსა და გულის კუნთში ანთებითი ცვლილებების ინტენსივობა თანდათან იკლებს: ნაღვლის ბუშტიდან ღვიძლის დაცილებულ უბნებში კეროვანი ნეკროზების და ანთებადი ინფილტრატების გავრცელება მცირდება, შედარებით სუსტად არის გამოხატული პარენქიმული უჯრედების დისტროფიული ცვლილებებიც. ჰისტოქიმიურად ყურადღებას იქცევს გლიკოგენის დაგროვების მკვეთრი არათანაბრობა — ალავ იგი სრულიად არ აღინიშნება, ალავ მკვეთრად არის შემცირებული, ხოლო ზოგან მისი დაგროვება თითქმის ნორმალურია. იმ უჯრედებში, სადაც გამჭარლია ან მკვეთრად შემცირებულია გლიკოგენი, აღინიშნება მკვეთრად მუკოპოლისაქარიდების დაგროვება. შემცირებულია, ზოგაჯერ მკვეთრადაც, რნპ-ის დაგროვებაც, მაშინ როდესაც სხვა უბნებში მისი დაგროვება თითქმის ზომიერია, ხოლო ზოგან მომატებულიც.

გულის კუნთში ყურადღებას იპყრობს ზოგიერთი კუნთოვანი ბოჭკოს გაძლიერებული ეოზინოფილია. გლიკოგენის დაგროვება მეტია, ვიდრე წინა ვადაზე, თუმცა ძალაში რჩება მისი დაგროვების კერობრიობა და არათანაბრობა. არათანაბარია რნპ-ის დაგროვებაც. გატლანქებულია და ალავ დაწყვეტილი არგიროფილური ძაფები და ბოჭკოები.

ექსპერიმენტის მე-14—15 დღეს ღვიძლში კეროვანი ნეკროზები და ინფილტრატები (ნაღვლის ბუშტიდან დაცილებით) თითქმის აღარ აღინიშნება. აქა-იქ აღინიშნება მცირე ზომის პერივასკულარული ინფილტრატები: თითქმის აღდგენილია ღვიძლის ნორმალური ტრაბეკულური შენება. ცალკეული დისტროფიული უჯრედების მეზობლად მოჩანს ჰიპერტროფიული, ორ- და ზოგჯერ მეტბირთვიანი ჰეპატოციტები. ნაღვლის ბუშტთან ახლოს ღვიძლში ჯერ კიდევ აღინიშნება მკვეთრი ჰისტოლოგიური ძვრები (ნეკროზი, ვრცელი ანთებითი ინფილტრატები, ორგანიზაციისა და ფიბროზის მოვლენები).

ექსპერიმენტის მე-16—18 დღეს ნაღვლის ბუშტის კედელში ანთებითი პროცესის ჩაცხრომის პარალელურად ღვიძლში (ბუშტის მოსაზღვრედ) მკვეთრი ფიბროზი, უფრო ღრმად ღვიძლის ქსოვილში მხოლოდ კეროვანი ანთებითი ინფილტრატებია, განსაკუთრებით პერივასკულარულად. კეროვანი ნეკროზები არ აღინიშნება. გულის კუნთში ჰისტოლოგიურად ცვლილებათა დადგენა არ ხერხდება. ფუქსინოფილური დისტროფია ნაკლები ინტენსივობითაა გამოხატული და მოიცავს მხოლოდ ერთეულ ბოქკოებს.

ექსპერიმენტის მე-20—21 დღეს ღვიძლი თითქმის ნორმალური სტრუქტურისაა, მაგრამ აქა-იქ, უფრო ბუშტის მოსაზღვრედ, აღინიშნება პარენქიმული და ცხიმოვანი დისტროფიის მდგომარეობაში მყოფი ჰეპატოციტები. გვხვდება აგრეთვე ცალკეული, კომპენსატორულად ჰიპერტროფიული ჰეპატოციტები. გლიკოგენის დაგროვება თითქმის უბრუნდება ნორმას, მაგრამ მაინც აღინიშნება გარკვეული არაკანონზომიერება: გლიკოგენი უმნიშვნელო რაოდენობითაა დისტროფიულ ჰეპატოციტებში, მაგრამ ძალიან დიდი რაოდენობითაა ჰიპერტროფიულ ჰეპატოციტებში; იგივე ითქმის რნპ-ის შესახებაც: მათი დიდი რაოდენობა აღინიშნება ჰიპერტროფიულ ჰეპატოციტთა ციტოპლაზმასა და ბირთვებში, მაშინ როდესაც დისტროფიულ ჰეპატოციტებში მათი რაოდენობა მეტ-ნაკლებად შემცირებულია. არგინოფილური კარკასი ნორმალურებულია, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ცალკეულ ბოქკოთა არათანაბარ გატლანქებას და დაკლავკნას.

მიოკარდიუმში რაიმე პათოლოგია არ აღინიშნა, მხოლოდ ზოგიერთ მიოციტში შენიშნულია გლიკოგენის სიმცირე, ნორმასთან შედარებით.

მიღებული მონაცემები მოწმობს, რომ ექსპერიმენტული მწვავე ქოლემისტიტის დროს მორფოლოგიური ცვლილებები ღვიძლში იწყება ცდის მეორე დღიდან და მაქსიმალურად გამოვლინდება მე-5—7 დღეს; აღნიშნული ემთხვევა ღვიძლის ფუნქციურ სინჯებს [18, 19]. გულის კუნთში მორფოლოგიური ცვლილებები იწყება ცდის მესამე დღიდან, ამავე დროს ცდის ყველა ვადაზე გამოვლინდება ნაკლები ინტენსივობით (ძირითადად ჰისტოქიმიურ დონეზე), ვიდრე ღვიძლში.

ჰისტოლოგიურ და ჰისტოქიმიურ ცვლილებათა ინტენსივობა ღვიძლში და გულის კუნთში თანდათანობით სუსტდება ექსპერიმენტის მე-10 დღიდან და თითქმის ნორმალურდება 20 დღის გავლის შემდეგ. სტრუქტურულ ცვლილებათა უკუგანვითარებას ღვიძლში თან ახლავს ორგანიზაციისა და კომპენსატორული რეგენერაციის და ჰიპერტროფიის მოვლენები; ეს უკანასკნელი გამოიხატება გლიკოგენითა და რნპ-ით მდიდარი, დიდი ზომის, ხშირად მრავალბირთვიანი ჰეპატოციტების გაჩენით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. ნათიშვილის სახელობის ექსპერიმენტული
მორფოლოგიის ინსტიტუტი

О. В. ЧХАИДЗЕ

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ И СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ХОЛЕЦИСТИТЕ

Резюме

У экспериментальных животных (52 собаки) морфологические изменения печени при остром холецистите (воспаление, дистрофия, очаговый некроз) начинаются со второго дня опыта и максимально выявляются на 5—7 день, что совпадает с функциональными изменениями печени. В сердечной мышце морфологические изменения начинаются с третьего дня и на всех сроках опыта выражены с меньшей интенсивностью, чем в печени.

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. V. CHKHAIDZE

HISTOLOGICAL AND HISTOCHEMICAL CHANGES OF THE LIVER AND CARDIAC MUSCLES IN EXPERIMENTAL ACUTE CHOLECYSTITIS

Summary

Morphological changes of the liver in acute cholecystitis (inflammation, dystrophy, focal necrosis) in experimental animals (52 dogs) set in within the second day of the experiment, being maximal on the 5th-7th day. This coincides with functional changes in the liver. Morphological changes in the cardiac muscle begin within the 3rd day and throughout the experiment are less intensive than are the alterations in the liver.

ЛИТЕРАТУРА — LITERATURE — REFERENCES

1. Л. В. Авдей. Вестн. хирургии им. Грекова, № 2, 1970, 27—32.
2. И. А. Беличенко, Б. А. Конрад. Хирургия, № 3, 1963, 74—81.
3. С. А. Калашников. Сов. здравоохранение Киргизии, № 4, 1965, 3—6.
4. Л. Глоуцал. Заболевания желчного пузыря и желчных путей. Прага, 1967.
5. И. И. Генкин. Нов. хирург. архив, 10, № 1, 1926, 190—196.
6. E. R. Flint. Brit. Med. J. 1, 1930, 1041-1044.
7. E. H. Auerbach. Zbl. chirurg. 133, 1962, 1412-1418.
8. H. Axenfeld. Wien klin. Wschr. 61, № 12, 1949.
9. А. А. Вышневецкий. Хирургия, № 10, 1967, 49—54.
10. Г. В. Степанов. Автореферат докт. дис. М., 1973.
11. Г. Г. Караванов, Ф. А. Спектор. Нов. хирург. архив, 3, 1959, 3—13.
12. Г. Я. Ваиленко. Труды II съезда хирургов Казахстана. 1959, 266—272.
13. Т. И. Козак. Труды госпит. хирург. клиники, VI, 1960, 198—203.
14. М. Х. Хамидова, Р. И. Данилова. Хирургия, 3, 1964, 15—20.
15. A. H. Baggenstos. Medicine, 45, № 6, 1966, 435-443.
16. И. Б. Розанов. Автореферат докт. дисс. М., 1965.
17. А. Н. Никитина, Т. М. Чурова. Архив патологии, 1, 1968, 16—20.
18. М. П. Рубин. Автореферат канд. дисс. Волгоград, 1966.
19. О. В. Чхаидзе, Б. В. Гуджабидзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.
20. О. В. Чхаидзе и др. Сообщения АН ГССР, 84, № 3, 1976, 741—744.

Т. И. ГЛОНТИ, Ю. А. МАЛАШХИЯ, Н. А. ДУГЛАДЗЕ, М. Г. ГЕЛАДЗЕ,
Г. А. НАДАРЕИШВИЛИ

О ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ШИШКОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ИММУНОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 27.10.1977)

Учитывая современные литературные данные об антипухолевом влиянии экстракта шишковидной железы, мы решили по предложению одного из соавторов настоящей статьи (Ю. А. Малашхия) изучить функции самой шишковидной железы в иммунологическом аспекте.

В этих целях изучали влияние экстракта и эпифиза на реакцию спонтанного и комплементарного розеткообразования и бласттрансформацию лимфоцитов, т. е. на Т- и В-систему иммунитета.

Экстракт готовили из телячьей шишковидной железы. Всего было обработано 45 эпифизов. Эпифиз очищали от сосудов, измельчали, заливали физиологическим раствором, в котором их держали в течение 3 суток. Полученный таким образом материал центрифугировали при 3000 об/мин и надосадочную жидкость использовали для стимуляции лимфоцитов. Экстракт приготавливали в стерильных условиях.

Для определения влияния эпифизарного экстракта на содержание Т- и В-роzetкообразующих лимфоцитов к предварительно приготовленной суспензии лимфоцитов периферической крови добавляли экстракт из эпифиза. Контрольные опыты ставили при добавлении экстракта из белого и серого (из гипоталамуса) вещества мозга и без добавления какого-нибудь экстракта.

Для изучения влияния эпифизарного экстракта на реакцию бласттрансформации к культуре лимфоцитов добавляли ФГА и названные экстракты. Клетки культивировали в течение 3—6 суток, трансформированные лимфоциты считали обычным способом. Результаты исследований представлены в таблице. Полученные данные показывают, что экстракт из эпифиза вызывает достоверное повышение общего количества Е-роzetкообразующих клеток ($P < 0,001$) и увеличивает бласттрансформационную активность Т-лимфоцитов на ФГА ($P < 0,01$).

Изучали также влияние эпифизарного экстракта на лимфоциты больных с опухолями разной локализации и морфологической структуры (6 больных с опухолями внутренних органов и 4 с опухолями головного мозга) (см. таблицу).

Как видно из таблицы, у больных с опухолями разной локализации содержание Е-роzetкообразующих клеток после стимуляции экстрактом из эпифиза достоверно увеличивается ($P < 0,01$), тогда как при стимуляции экстрактом из белого и серого вещества мозга оно остается без изменений ($P > 0,5$). На содержание ЕАС-роzetкообразующих клеток экстракт из эпифиза влияния не оказывает. При добавлении экстракта из эпифиза возрастает бласттрансформационная способность клеток на ФГА ($P < 0,02$). Добавление экстракта из белого

вещества мозга и гипоталамуса не влияет на бласттрансформированную активность лимфоцитов ($P > 0,05$).

На основании приведенных данных, несмотря на малое количество наблюдений, можно сделать предположение об участии шишковидной железы в иммунологических процессах организма. Признание за шишковидной железой иммунологической функции позволяет допустить,

Розеткообразующие и бласттрансформированные лимфоциты периферической крови практически здоровых лиц и больных со злокачественными опухолями

Проведенные исследования		Количество случаев	Без добавления экстракта	С добавлением экстракта эпифиза	С добавлением экстракта белого вещества мозга	С добавлением экстракта гипоталамической области
Е-розеткообразование	Здоровые	10	53,7±4,4	69,9±4,6	51,9±3,7	50,0±2,0
	Больные	10	40,0±6,7	64,4±1,8	37,2±4,0	34,4±5,6
ЕАС-розеткообразование	Здоровые	10	12,2±0,3	12,0±1,4	10,2±2,2	11,0±1,2
	Больные	10	14,2±3,8	13,8±3,5	12,6±4,3	12,0±2,2
Бласттрансформация с ФГА	Здоровые	10	64,1±4,5	78,1±3,2	65,0±2,1	67,2±4,1
	Больные	10	43,6±4,6	57,4±5,1	41,6±3,0	42,1±0,6

что наблюдавшееся разными авторами [1, 2] противоопухолевое действие экстракта эпифиза обусловлено стимуляцией указанным экстрактом Т-системы иммунитета в организме, которая, как признано к настоящему времени, обеспечивает противоопухолевую защиту организма.

Тбилисский государственный институт
 усовершенствования врачей
 МЗ СССР

(Поступило 28.10.1977)

მეცნიერებათა აკადემია

თ. ლლონტი, ი. მაღაზია, ნ. დუბლაძე, მ. ბელაძე, ბ. ნაღარაძე
 ჯალალუზინებრი ჯირკვლის ფუნქციის იმუნოლოგიურ ასპექტში
 შემსავლის კერსპექტივობის შესახებ
 რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ხბოს ეპიფიზის ექსტრაქტის ზემოქმედება პრაქტიკულად ჯანმრთელ და სხვადასხვა ლოკალიზაციის ავთვისებიანი სიმსივნით დაავადებულ პირთა სისხლის ლიმფოციტების როზეტწარმოქმნისა და ფჰპ-თი გამოწვეულ ბლასტრანსფორმაციაზე.

ჯანმრთელ და სიმსივნით დაავადებულთა ლიმფოციტების ეპიფიზის ექსტრაქტთან ინკუბაციის შემდეგ მნიშვნელოვნად იმატებს E როზეტწარმოქმნელი და ფჰპ-ს ზეგავლენით ბლასტრანსფორმირებული ლიმფოციტების რაოდენობა კონტროლთან შედარებით ($p < 0,001$).

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ შესაძლებელია ეპიფიზი მონაწილეობს ორგანიზმის იმუნურ რეაქციებში, კერძოდ, T იმუნური სისტემის სტიმულაციაში. ამით უნდა აიხსნას ეპიფიზის ექსტრაქტით ავთვისებიანი სიმსივნეების მკურნალობის დადებითი შედეგები.

T. I. GLONTI, Yu. A. MALASHKHIA, N. A. DUGLADZE, M. G. GELADZE,
G. A. NADAREISHVILI

ON STUDYING THE FUNCTION OF EPIPHYSIS IN THE IMMUNOLOGICAL ASPECT

Summary

The authors have studied the effect of epiphysial extract on the spontaneous and complementary rosette-forming reaction (E-RFC and EAC-RFC) and blood lymphocytes blast-transformation in 10 patients with tumours of various localization and histological structure, as contrasted to 10 practically healthy individuals. In all the 20 cases epiphysial extract was added to the suspension and culture of lymphocytes taken from the Ss.

To reveal the effect of the epiphysial extract on the E- and EAC-rosette forming and blast-transformed cells, the content of the above cells was measured in each of the 20 Ss under stimulation of the suspension and cultures of the cells in question by: a) extract from the white matter of the brain; b) extract from the hypothalamic area of the brain and c) without any stimulation.

Analysis of the data obtained shows that epiphysial extract reliably causes an increase of the level of E-rosette-forming cells ($p < 0.01$) and raises the transformation activity of T-lymphocytes on PHA ($p < 0.001$).

The authors conclude that the epiphysis is involved in the immunologic processes of an organism.

Developing the surmise that the epiphysis has an immunological function, the authors suggest further that the tumour-suppressing effect of epiphysial extract, as proved by many researchers, is due to this extract stimulating the T-system of immunity, for, as is generally known, it is the T-system that is responsible for suppressing tumours in an organism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Морозов, В. Х. Хавинсон. Экспериментальная хирургия и анестезиология, № 1, 1974, 34—38.
2. Руководство по внутренним болезням, т. VII. М., 1966, 409—416.

ბ. მიქელაძე

ქართულიდან ნასესხებ სიტყვათა ზმარითი ბარსის მორფოლოგიური
ალაბატაციისათვის ბაცბურ ენაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 30.9.1977)

ბაცბურზე ქართული ენის გავლენის პროცესს ხანგრძლივი, 8—10 საუკუნოვანი ისტორია უჩანს. ამ ხნის მანძილზე ასობით და ათასობით ქართული თუ ქართულის გზით ნასესხები სიტყვა შეეთვისა ბაცბური ენის ლექსიკურ ფონდს.

ნასესხებ სიტყვათა ბგერითმა გარსმა ამ ენაში რიგი ცვლილება განიცადა. დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ეს ცვლილებები გარკვეულ სისტემას ქმნის და შეპირობებულია კონტაქტში მყოფი ენების ფონოლოგიურსა და მორფოლოგიურ მოდელებში არსებული სხვადასხვაობით.

ქვემოთ ჩვენ განვიხილავთ ნასესხებ სიტყვათა ადაპტაციის ისეთ შემთხვევებს, რომლებსაც საფუძვლად უდევს ბაცბურ ენაში მოქმედი ლექსემათა აგებისა თუ მათივე მეტყველების ნაწილებად გაფორმების თავისებური წესები.

1. გეოგრაფიული სახელები ბაცბურში ქართულისაგან რამდენადმე განსხვავებულ ვითარებას გვიჩვენებენ; სოფლებისა, ქალაქებისა თუ ქვეყნების სახელწოდებებში საგანგებოდ აღინიშნება ამ პუნქტების განფენილობა, სივრცობრივი ხასიათი და დაახლოებით ისეთი შინაარსის ტოპონიმები გვაქვს, როგორცაა ქართული **აქაურობა**, **მანდაურობა**. ამ სპეციფიკურ შინაარსს გადმოსცემს სუფიქსი **ა**, ზოგჯერ კი **ო-ც**.

აღნიშნული გარემოება გახდა მიზეზი იმისა, რომ ნასესხებ გეოგრაფიულ სახელებს, როგორც წესი, ფუძეზე ემატება ხმოვანი **ა**. მახვილი, რომელიც ამ ენის სხვა სიტყვებში თავიდან პირველ ხმოვანზეა, ასეთ სახელებში ბოლო ხმოვანზე გადაინაცვლებს, რაც იწვევს მის გაგრძელებას და წინამავალი ხმოვნის დავიწროებას. ამიტომაც, რომ ეს ერთიანი წესი გეოგრაფიული სახელების სესხებისა სხვადასხვა წყობის ფუძეებში სხვადასხვაგვარად ვლინდება:

ა) ქართულ გეოგრაფიულ სახელთა **ეთ**, **ელ**, **ეტ**, **ან** სუფიქსების ადგილას ბაცბურში გვაქვს **ითა**, **ილა**, **იტა**, **ინა** დაბოლოებები, მაგალითად: ქართ. თიანეთი — ბაცბ. თინითა, ქორეთი — ქორითა, ქარელი — ქარილა, ყვარელი — ყვარილა, ახმეტა — ახმეტა, ბუშეთი — ბუშიტა, მატანი — მატინა, ახშანი — ახშინა (1).

ბ) ისეთ ფუძეთანხმოვნიან გეოგრაფიულ სახელებში, სადაც ფუძის ბოლო მარცვლის ხმოვანად **ი** გვაქვს, ბგერითი გარსის ადაპტაცია მხოლოდ ახალი სუფიქსის დართვით განისაზღვრება, **ო-სა** და **უ-სთან** კი იმავე პოზიციაში ჩნდება **ი**, რომელიც სუსტდება და წინამავალ ხმოვანებთან ერთად ქმნის დიფთონგს. გვაქვს: ქართ. ინგლისი — ბაცბ. ინგლისა, მანგლისი — მანგლისა... კოჯორი — კოჯუარა (<კოჯორა), ყადორი — ყადუარა, ბათუმი — ბათუამა.

გ) ფუძეხმოვნიან გეოგრაფიულ სახელებს აუსლაუტის **ა** და **ო** შერჩება, რადგან მათ ეკისრება აღნიშნული სუფიქსის ფუნქცია, **ე** ხმოვანი კი ეკვეცება და **ა-თი** ეცვლება; **უ-ზე** დაბოლოებული ნასესხები გეოგრაფიული სახელი ვერ

(1 ნასესხები **ორ-** და **მეტმარცვლიანი** სახელები ბაცბურ ენაში აუსლაუტის ხმოვნის სრულ ან ნაწილობრივ რედუქციას განიცდიან.



დავადასტურეთ. გვხვდება: ქართ. შუამთა — ბაცბ. შუამთჲ, მარაბდა — შუამთჲ — შუამთჲ, იყალთო — იყალთოჲ, საქობო — საქობოჲ... ველისციხე — ველისციხჲ, საცხენე — საცხენჲ.

დ) ერთმარცვლიანი ფუძეების შიგნით ცვლილებები არ ხდება: წყნეთი — წყნეთჲ, ქედი — ქედჲ, გორი — გორჲ, ფოთი — ფოთჲ...

2. ზედსართავ სახელებს ბაცბურ ენაში სხვა მეტყველების ნაწილებისაგან ბოლოში დართული ნაზალური ხმოვანი განასხვავებს; ყველაზე უფრო ხშირად ამ ფუნქციით ნაზალური ე გამოიყენება. ქართულ ენაში, როგორც ცნობილია, ნაზალური ხმოვანი საერთოდ არა გვაქვს და მათზედსართავებელი ფუნქციისა სხვადასხვა სუფიქსი, რომლებიც, თავის მხრივ, ყველა უცხოა ბაცბურისათვის.

ქართულიდან ნასესხებ იან დაბოლოების მქონე ზედსართავ სახელებს აუსლაუტის ნ-ს წინ მდგარი ხმოვნის სავალდებულო ნაზალიზაციის ფონოლოგიური წესით ეს სუფიქსი იან სახით უნდა შეცვლოდათ, მაგრამ სიტყვათა ადაპტაციის პროცესში თავი იჩინა მორფოლოგიურმა ფაქტორებმაც და ნაზალური ა ამ ენის ზედსართავებისათვის უფრო ბუნებრივმა ნაზალურმა ე-მ შეცვალა. ასე მივიღეთ:

ქართ.: ღალიანი — ბაცბ. ღაღლე < ღაღლა < ღალიან,
კუდიანი — კუჲდე < კუჲდან < კუდიან,
კუზიანი — კუჲზე < კუჲზან < კუზიან,
მადლიანი — მაჲღლე < მაჲღლან < მადლიან,
წუწიანი — წუჲწე < წუჲწან < წუწიან...⁽¹⁾

შეიძლება გვეფიქრა, რომ დასახელებულ შემთხვევებში ჯერ მოხდა ძირეული არსებითი სახელების სესხება, ხოლო შემდეგ მათზე საკუთარი მაწარმოებლის დართვით ზედსართავთა წარმოება, მაგრამ მაშინ ზედსართავებს სხვა სახე უნდა მისცემოდა; მაგალითად, სიტყვები: ღალა და კუდი ფონოლოგიური წესების დაცვით ღაღ და კუღ შესატყვისებს მოგვეცემდნენ, მათზე ნაზალური ე-ს დართვით კი გვექნებოდა ზედსართავები: ღაღლე და კუღლე. ჩვენგან დამოწმებულ ფორმებში ა-ს სახით დაცულია დასუსტებული და ადგილგადანაცვლებული იან სუფიქსისეული ი-ს კვალი, რაც უგულებელყოფს მოცემულ შემთხვევაში ჰიბრიდული კვლავწარმონაქმნების საკითხს.

3. რთული სახელების მიღების წესები ბაცბურსა და ქართულ ენებში ძირითადად ერთნაირია, მაგრამ ზოგჯერ ვხვდებით სხვადასხვაობასაც; მხედველობაში გვაქვს ის ფაქტი, რომ ბაცბურ ენაში ფუძეგაორკეცებული ზედსართავი სახელების თხზვისას კომპოზიტის პირველ ნაწილად იღებენ ამოსავალი სიტყვის მხოლოდ ძირს, მეორე ნაწილად კი მთლიან ფუძეს. ასეა აგებული მრავალი ერთეული. გვაქვს, ერთი მხრივ, მარტივი ზედსართავები: ღაღე (მაღალი), წეგე (წითელი), ღაზე (კარგი), ხოლო, მეორე მხრივ, მათგან მიღებული რთული ზედსართავები: ღაღ-ღაღე (მაღალ-მაღალი), წეგ-წეგე (წითელ-წითელი), ღაზ-ღაზე (კარგ-კარგი)...

აღნიშნული განსხვავება დაედო საფუძვლად ზოგიერთი ნასესხები ქართული კომპოზიტის ბევრითი გარსის ცვლას ბაცბურ ენაში; გვაქვს, მაგალითად: ქართ.: მაღალ-მაღალი — ბაცბ. მაღ-მაღალ, დაბალ-დაბალი — დაბ-დაბალ, ღამაზ-ღამაზი — ღამ-ღამაზ, არეულ-გარეული — არ-გარეულ, ნახევარ-ნახევარი — ნახ-ნახევარ.

4. ბაცბურ ენაში მასდარულ ფორმებს მეშველი ზმნები დარ (ქმნა, კეთება) და დაღარ (გახდომა, გარდაქცევა) აწარმოებს; განსხვავება მათ შორის

(1) მრავალმარცვლიანობის თავიდან ასაცილებლად სათანადო ფონეტიკურ გარემოში ხმოვანთა ეპენთეზისი ბაცბური სიტყვებისათვის დამახასიათებელია.

გარდამავლობა-გარდაუვალობაშია. ქართული ენა სათანადო მაწარმოებლის როლში უმთავრესად ა ხმოვანს იყენებს, ხოლო რაც შეეხება გარდამავლობის კატეგორიას, ამ ენის მასდარული ფორმები მას იშვიათად გამოხატავენ.

ეს სხვადასხვაობა სესხების შემთხვევაში იმით სწორდება, რომ მზა, გაფორმებულ ქართულ მასდარებს ბაცბური ენა ხელახლა ურთავს სუფიქსებად გამოყენებულ დარ და დალარ ზმნებს [1]. გვაქვს, მაგალითად: წერა-დარ, თოჯნა-დარ, ხერხა-დარ, დაშლა-დარ, აყრა-დარ... კვნესა-დალარ, გლეჯა-დალარ, აფრენა-დალარ.

5. ბაცბურ ენაში ზმნისწინი მხოლოდ გეხსა და ორიენტაციას აღნიშნავს, ასპექტი კი ზმნის ხმოვნების მონაცვლეობით გადმოიცემა. თანამედროვე ქართულში ზმნისწინი სამსავე დასახელებულ ფუნქციას ითავსებს, რის გამოც ასპექტის გამოსახატავად ძირითადია ზმნისწინიან და უზმნისწინო ფორმების დაპირისპირება.

ქართული ენის ძლიერი გავლენით ბაცბურმა შეითვისა ასპექტის გამოხატვის ახალი სისტემა, მაგრამ გამოიყენა მხოლოდ ქართულიდან ნასესხებ ზმნებში [2]. დღეს ამ მიზნით უკვე ყველა ქართული ზმნისწინი ემსახურება ბაცბურს, მაგრამ, ჩანს, ორენოვნების განვილი საფეხურზე მხოლოდ ერთი, და ზმნისწინი გამოიყენებოდა. არჩევანი იმას უნდა განეპირობებინა, რომ სხვა ზმნისწინებს შორის გეხსისა და ორიენტაციის საკითხში ის ყველაზე ზოგადი მნიშვნელობისაა და ხშირად მხოლოდ ასპექტის გამოხატვა აკისრია. სწორედ ეს ერთი, ასპექტის გამოხატვის ფუნქცია აკლდა ქართულთან შეპირისპირებით ბაცბურ ზმნისწინებს.

ვფიქრობთ, ორენოვნების ამ საფეხურს გამოხატავს ა. შიფნერის ბაცბური ენის გრამატიკაზე დართულ ლექსიკონში და ზმნისწინით შესული ისეთი მასდარული ფორმები, რომლებიც ქართულში, ჩვეულებრივ, სხვა ზმნისწინებს დაირთავს [3].

გვაქვს: ქართ. გა-გრილება — ბაცბ. და-გრილბად-დარ, მო-ხიბლვა — და-ხიბლად-დარ, გა-რკვევა — და-რკვევად-დარ, გა-თოხნვა — და-თოჯნად-დარ [1].

ორენოვნების ამავე საფეხურზე და ამავე მოტივით უნდა იყოს ქართული აბსტრაქტული სახელი **ვაჭირვება** ბაცბურში **დაჭირებ** სახით შესული.

უცხო სიტყვათა შეთვისებამ კიდევ უფრო ინტენსიური ხასიათი მიიღო ამ ორი ენობრივი კოლექტივის ურთიერთობის ბოლო, საბჭოურ პერიოდში, როცა ორენოვნება ბაცბებს შორის საყოველთაო გახდა, ქართული ენის ცოდნის დონე კი ისე ამაღლდა, რომ ის მეორე დედაენად იქცა მათთვის. დიდ ნაკადად მოძალეებულ უცხო ლექსიკას ენა ვეღარ მოერია. მოვლენათა განვითარებაში დიდი როლი შეასრულა იმანაც, რომ სიტყვათა შეთვისება ახლა ძირითადად წიგნური გზით ხდება.

აღნიშნულ ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედებით ნასესხებ სიტყვათა ცვლის მორფოლოგიურ წესებში, რაც თავის წილ, იცავდა თვით საკუთრივ ბაცბურ სიტყვებსაც ქართული ენის სათანადო მოდელის გამოვლენისაგან, მოხდა გარღვევები, საიდანაც შესესხებულ ენაში ვადავიდა და დამკვიდრდა ერთეული უცვლელად დატოვებული ფორმები. ამ ერთეული გამოხატვის მემშვეობით წინათ უცხო და მიუღებელი ფორმები დროთა სვლაში ჩვეულებრივი გახდა, რასაც მსგავსი წყობის მრავალი სიტყვის უცვლელად შეთვისება მოჰყვა.

დაიწყო ბაცბური ენის მორფოლოგიურ სტრუქტურაზე ქართული ენის მორფოლოგიური სტრუქტურის გავლენის აშკარა პროცესი. თითქმის უკვე დამთავრდა ნასესხებ სიტყვათა მორფოლოგიური ადაპტაციის ბაცბურ ენაში მოქმედი ზოგიერთი წესის უკუგანვითარება. ნასესხებ სიტყვათათვის ენაში გაჩნდა ახალი მორფოლოგიური მოდელები, თითქმის უცვლელად შედის ახლად ნასესხები ლექსიკური ერთეულები, „გასწორდა“ ძველად შეცვლილი ბევრი

(1) ორენოვნების ამ საფეხურზე ბაცბურ ზმნურ ფუძეთა დახურულმარცვლიანობის გავლენით ნასესხებ მასდარულ ფორმებს მემშველი ზმნის წინ დონი დაერთვოდა.



ქართული სიტყვა. გაბაცბურებული ფორმები ასეთ შემთხვევაში ორენოვნების განვლილ საფეხურს ასახავს და შემორჩენილია ენობრივი ტრადიციის ძალით. ასე, მაგალითად:

I. სესხების პროცესში აღარაა სავალდებულო ზედსართავ სახელთა ქართული დაბოლოებების გაბაცბურება; გვხვდება ახლად ნასესხები: მარილიან, თოვლიან, წვიმიან, დარდიან, ხალისიან, სახელიან, ყვავილიან, ბარაქიან.

პარალელები გაუჩნდა აღრე ნასესხებ სიტყვებს: მაძღვრე || მადლიან, ღაძღვრე || ღალიან, კუძხვრე || კუზიან, კუძღვრე || კუდიან...

II. ჩვეულებრივი გახდა ისეთი რთული სიტყვების უცვლელად სესხება, სადაც ფუძის კომპონენტები სრულადაა დაცული: მთელ-მთელ(ი), დამპალ-დამპალ(ი), მართალ-მართალ(ი), წითელ-წითელ(ი), მშრალ-მშრალ(ი).

გვერდი-გვერდ იხმარება: მალ-მალალ||მალალ-მალალ, ლამ-ლამაშ||ლამაშ-ლამაშ, ნახ-ნახევარ||ნახევარ-ნახევარ.

III. ერთი ნასესხები ზმნისწინის და-ს ადგილას გაჩნდა ყველა სხვა თოთხმეტივე ქართული ზმნისწინი: გვაქვს: მო-წერა-დარ, ჩა-გდება-დარ, წა-შლა-დარ, ამო-ფხეკა-დარ, გა-თლა-დარ, შე-ჩვევა-დალარ.

პარალელური ხმარებაშია: და-გრილბა-დარ||გა-გრილბა-დარ, და-ხიბლა-დარ||მო-ხიბლა-დარ, და-რკვევა-დარ||გა-რკვევა-დარ, და-თოჯნა-დარ||გა-თოჯნა-დარ.

დღეს ბაცბურში უცვლელად ფუნქციონირებს მხოლოდ გეოგრაფიულ სახელთა ადაპტაციისა და მასდარული ფორმების მეშველი ზმნებით გაფორმების წესები; ერთეული დარღვევები მართალია, აქაც უკვე შეინიშნება, მაგრამ საერთო სისტემა ჯერ ისევ მწყობრი და თანამიმდევრულია.

ი. გოგებაშვილის სახ. თელავის
პედაგოგიური სახელმწიფო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.10.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

М. Г. МИКЕЛАДЗЕ

К MORFOЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЗВУКОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГРУЗИНСКИХ ЗАИМСТВОВАННЫХ СЛОВ В БАЦБИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

На материалах бацбийско-грузинского двуязычия показано, что одним из факторов изменения звуковой оболочки заимствованных слов является разница морфологических систем контактирующих языков.

LINGUISTICS

M. G. MIKELADZE

CONCERNING THE MORPHOLOGICAL ADAPTATION OF THE SOUND ENVELOPE OF GEORGIAN LOAN-WORDS IN THE BATSBIAN LANGUAGE

Summary

Using the material of Batsbian-Georgian bilingualism it is shown that the difference of the morphological systems of contacting languages is one of the factors of the change of the sound envelope of loan-words.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. რ. გაგუა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ენათმეცნ. ინ-ტის XXVIII სამეცნ. სესიის თეზისები, თბილისი, 1972, 24—26.
2. რ. გაგუა იქმ, XIII, 1962, 261—266.
3. A. Schiefner. Versuch über die Thusch-Sprache oder die Khistische Mundart in Thuschetien, St. Petersburg, 1856.

ა. ჰვალაშა

კლასობრივი სტრუქტურა და სოციალური ურთიერთობა ქვემო
ანუ საღაღიანო სვანეთში XIX საუკუნის პირველ ნახევარში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. სურგულაძემ 28.9.1977)

ქვემო სვანეთი XVII საუკუნიდან დაწყებული ძირითადად სამეგრელოს სამთავროს გავლენის ქვეშ იმყოფებოდა. ამ გარემოებამ დიდი როლი ითამაშა ქვემო სვანეთში კლასობრივი სტრუქტურისა და სოციალური ურთიერთობის ფორმირებაზე. სამეგრელოს გავლენა კიდევ უფრო საკრძნობი გახდა XIX საუკუნის დამდეგიდან, როცა ქვემო სვანეთი სამეგრელოსთან ერთად შეუერთდა რუსეთს. მანამდე დადიანების ძალაუფლება სვანეთში მტკიცე არ იყო, რადგან იმერეთის მეფეებს, რომლებიც ენერგიულად და ხშირად წარმატებითაც იბრძოდნენ სამეგრელოს სამთავროსაგან ლეჩხუმისა და საღაღიანო სვანეთის გამოყოფა — ხელში ჩაგდებასათვის, ისინი ამ მხარეების დაკარგვის შიშში ჰყავდათ. ამიტომ დადიანები იძულებული იყვნენ ადგილობრივი მოსახლეობისათვის შეღავათები მიეცათ. შემთხვევით როდი აღნიშნავდა რუსი მოხელე ლეტვინოვი, რომ „დადიანის უფლებები სვანეთში საგრძნობლად სუსტი იყო“ [1]. საარქივო საბუთში ვკითხულობთ:

«Податями и службою владетелю Сванетии Дадриановские гораздо легче обложены, чем крестьяне в Одиши, кроме обработки нескольких небольших участков земель, принадлежавших лично князю Дадриану и содержание пограничных караулов, с целой деревни берется в год несколько штук скота от 5 до 7 не более. Дадриан Мингрельские всегда ласкали своих сванетов как людей храбрых и преданных и в прежние времена выбирали из них своих телохранителей» [2].

XIX საუკუნის დამდეგიდან ქვემო სვანეთისა და სამეგრელოს მთავრების ურთიერთობაში ახალი ხანა დაიწყო. საღაღიანო სვანეთი რუსეთის ხელისუფლების მიერ ცნობილ იქნა სამეგრელოს სამთავროს სამფლობელოდ. მალე გაუქმდა იმერეთის სამეფოც, რომლის არსებობის პირობებში საღაღიანო სვანეთს მერყეობისა და განზე გადგომის უფრო რეალური შესაძლებლობა ჰქონდა. ზემო სვანეთში კი გამეფებული იყო დინასტიური შუღლი და მტრობა. ასეთ პირობებში საღაღიანო სვანეთში დადიანებს უწინდელი შეღავათების ძალაში დატოვება აღარ ესაჭიროებოდათ და იქაურ მოსახლეობას მძიმე საბატონო უღელი დაადგეს.

ქვემო სვანეთი ამ დროს დაქუცმაცებული იყო სამ მცირე ერთეულად: ლენტეხის, ლაშხეთის და ჩოლურის თემებად.

ლენტეხის თემი 12 სოფლით — დაახლოებით 164 კომლით — შედიოდა დადიანების უშუალო საკუთრებაში. მათვე ეკუთვნოდათ ლაშხეთის თემიდან ციხე-სიმაგრე ლუჯი და სოფ. სასაში. ლაშხეთის თემის დანარჩენ 12 სოფელში, სადაც თითქმის 215 კომლი ცხოვრობდა, ბატონობდნენ გელოვანები, ხოლო ჩოლურის თემს 8 სოფლითა და 131-ზე მეტი კომლით ფლობდნენ გარდაფხაძეები [3]. ე. ი. ვაბატონებულ კლასს ეკუთვნოდნენ დადიანები, გელოვანები და გარდაფხაძეები. „შედარებით ძლიერი იყვნენ ლაშხეთის აზნაურები, მაგრამ არსებითად ისინიც გელოვანთა გამგებლობაში იყვნენ“ [4].

გელოვანები და გარდაფხაძეები დადიანთან ვასალურ დამოკიდებულებაში იყვნენ [2] მათ ევალეობდათ შეესრულებინათ დადიანის მიერ არჩეული



სარდალ-მოურავის (მოურავ-მდივანბეგის ან მოურავ-სახლთუხუცესის) ნება. მოურავებად დადიანები გელოვანებს ნიშნავდნენ, რადგანაც მათ ამ მხარეში ყველაზე ძლიერი გავლენა ჰქონდათ. ერთ-ერთი სააარქივო ცნობის თანახმად, მაშინ რაჭა-ლეჩხუმსა და სადადინო სვანეთში გელოვანების 1000-ზე მეტი კომლი ცხოვრობდა [2]. მოურავი კრეფდა გადასახადებს, არჩევდა საჩივრებს და სხვ. იგი ახორციელებდა სამეგრელოს მთავრის ყველა ნება-სურვილს. გელოვანების სასახლე იყო ლაშხეთში — შგედში, ხოლო გარდაფხაძეებისა ჩოლურში — თეკაში. ეს სასახლეები გაბარიტებითა და გაძლიერებული თავდაცვითი ნაგებობებით მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ რიგითი გლეხის კარმიდამოს კომპლექსისაგან, რაშიც მკვეთრად ჩანდა სადადიანო სვანეთისათვის დამახასიათებელი წოდებრივი დაპირისპირება [5].

ლენტეხის თემში ადგილობრივი თავადები და აზნაურები არ არსებობდნენ, რადგან ამ თემს უშუალოდ ფლობდნენ დადიანები, მაგრამ აქაც, მოურავის წყალობით, ისევე როგორც ჩოლურსა და ლაშხეთში, ფეოდალური ძალადობა ბატონობდა.

სადადიანო სვანეთში არსებობდა გლეხთა შემდეგი კატეგორიები: მოჯალაბე, მებეგრე და აზატი გლეხები [6].

რამდენადაც სადადიანო სვანეთში გლეხობა ძირითადად იგივე ბეგარა-გადასახადებს იხდიდა, რასაც ლეჩხუმ-სამეგრელოს გლეხობა, ამიტომ ჩვენ არ შეგვიჩვენებთ გადასახადების მთელ სისტემაზე და ყურადღებას გავამახვილებთ მხოლოდ სპეციფიკურ მხარეებზე.

სვანეთსა და ლეჩხუმში მოჯალაბე არ ასრულებდა სამეგრელოს სამთავროს სხვა მხარის მოჯალაბეთა მსგავსად ღომის ცეხვას, რაც ყველაზე უღირს სამუშაოდ ითვლებოდა [6].

მებეგრე გლეხებს სვანეთში ცხენებისათვის მეტ საკვებს აყრევიანდნენ, ხოლო ყველიერის კვირამი სვანი გლეხები ყველაზე მეტ (30-დან 40 ცალამდე) კვერცხს იხდიდნენ [6].

სვანეთში აბრეშუმისა და თუთის ფოთლის გადასახადის ნაცვლად იხდიდნენ კანაფს და დამატებით გამხმარ ბალახს — ჭალაკოდას მარხვაში საკმელოდ [6].

„ცხენის ნათხოვრობის დავალებას ყველაზე მეტად სვანები ასრულებდნენ“ [6]. დადიანების სასარგებლოდ ნაქურდალი ცხენის შენახვა სვანი მებეგრე გლეხის ერთ-ერთი მოვალეობა უნდა ყოფილიყო [7]. სვანი გლეხები არ იხდიდნენ საღვთოვლო გადასახადს, რომელიც სხვაგან თითო გორო ხორბალს უღრიდა კომლზე. ასევე სვანი გლეხობა არ იხდიდა ყოველ მეორე წელიწადს ეკლესიის სასარგებლოდ თითო გორო ღვინოს [6].

„რაც შეეხებოდა აზატთა ნატურალურ ბეგარას, მაგალითად, ქვემო სამეგრელოში ყოველ კომლს ორ წელიწადში ერთხელ უნდა გადაეხადა ერთი ძროხა, 1—2 ქილა ღომი, 1—2 კოკა ღვინო და გამასპინძლებოდა ბატონს. ლეჩხუმის მაზრაში აზატებს გამასპინძლება არ ევალეობოდათ, ხოლო სვანეთში ისინი მებატონეს ყოველწლიურად აძლევენდნენ თითო ხარს ან ძროხას“ [8].

ზემოთ მოყვანილი ცალკეული ფაქტებით მტკიცდება, რომ გარდა ზოგიერთი მკირედი გამონაკლისისა სადადიანო სვანეთში ბეგარა-გადასახადი იგივე ყოფილა, რაც ლეჩხუმსა და სამეგრელოში. რიგ შემთხვევაში სპეციფიკური და უფრო მძიმეც. ამას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ საგლეხო რეფორმის გატარების დროს მეფის მთავრობამ სადადიანო სვანეთის მოსახლეობის მიმართ რაიმე გამონაკლისის გაკეთება გამოირიცხა ([6], გვ. 376).

გარდა შრომითი და ნატურით გადასახადისა, სადადიანო სვანეთის ყოველი კომლი წლიურად იხდიდა ფულად გადასახადს 5 კაპიკის ოდენობით, ვარდა ამისა, თუ გლეხს არ შეეძლო ბეგარის ნატურით გადახდა, ლევან დადიანის მიერ დაწესებული იყო ფულადი შესატანი შემდეგი რაოდენობით. ძროხაში — 7—8 მანეთი, ცხვარსა და თხაში — 1 მან. და 20 კაპ., ღორში 1 მან. და 50 კაპ., ათ კვერცხში — 5 კაპიკი, ოყა სანთელში — 1 მანეთი, ქილა ხორბალში — 40 კაპიკი, ას ცალ ყავაში — 1 მანეთი, კოკა ღვინოში 40 კაპიკი და ა. შ. [9].

ლაშხეთის თემის სოფ. სასაშიდან დაღიანი 52 მან. ფულად ბეგარას იღებდა [9].

როგორც ჩანს, სადადიანო სვანეთში ძალაში იყო ფულადი გადასახადი, რასაც საბატონო სვანეთში არ ჰქონდა ადგილი.

საბატონო სვანეთში ყველაზე მძიმედ დაბეგრულად ითვლებოდნენ ეცერი-სა და ბეჩოს თემები, ბეჩოს თემზე, ისიც XIX ს. 60-იან წლებისათვის, გადასახადები მხოლოდ ნატურით იყო. ერთ-ერთ საბუთში ვკითხულობთ: „Имение Бечу заключает в себе 56 дымов, крестьяне этого имения не обложены никакой денежной повинностью“ [10].

ყოველივე ზემოთ თქმულს თუ გავითვალისწინებთ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ სადადიანო სვანეთში კლასობრივი სტრუქტურა და სოციალური ურთიერთობა იგივე დონეზე იდგა, როგორც სამეგრელოს სამთავროში და აქ ფეოდალური ურთიერთობა საბატონო სვანეთთან შედარებით უფრო ღრმა იყო. შემთხვევით როდი უწოდებდნენ XIX ს. საბუთები ქვემო სვანეთს „მორჩილს“, ბალსქვემოურს, — „ნახევრად მორჩილს“, ხოლო ბალსზემოურს — „ურჩებს“ [5].

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 30.9.1977)

ИСТОРИЯ

А. А. ЧКАДУА

КЛАССОВАЯ СТРУКТУРА И СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В НИЖНЕЙ ИЛИ В ДАДИАНОВСКОЙ СВАНЕТИИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

Резюме

В формировании классовой структуры и социальных отношений в Дадриановской Сванетии большую роль сыграло Мингрельское княжество.

В Дадриановской Сванетии в первой половине XIX в. развитие феодализма вступило в высшую фазу и по своей глубине равнялась Мингрельскому княжеству.

HISTORY

A. A. TCHKADUA

THE CLASS STRUCTURE AND SOCIAL RELATIONS IN LOWER OR DADIANI SVANETI IN THE FIRST HALF OF THE NINETEENTH CENTURY

Summary

The principality of Samegrelo played a considerable role in the formation of the class structure and social relations of the Dadiani Svaneti.

In the first half of the nineteenth century feudalism was as highly developed in the Dadiani Svaneti as it was in the principality of Samegrelo.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. АКАК, т. 2, стр. 407.
2. ЦГАОРМ, ф. 792, д. 4 л. 8.
3. რ. კანდელაკი. ა. პუშკინის სახ. თბილისის სახ. პედ. ინსტ. შრომები, ტ. 14. თბილისი, 1959.
4. გ. გასვიანი. დასავლეთ საქართველოს მთიანეთის ისტორიიდან. თბილისი, 1973.
5. რ. ხარაძე, აღ. რობაქიძე. სვანეთის სოფელი ძველად. თბილისი, 1964.
6. Документы по истории Грузии, часть первая (1862—1866). Тбилиси, 1954.
7. ЦГИАЛ, ф. 1719, оп. 2, ед. 1035.
8. მ. დუმბაძე. დასავლეთ საქართველო XIX ს. პირველ ნახევარში. თბილისი, 1957.
9. რ. კანდელაკი. საკანდიდატო დისერტაცია. თბილისი, 1961 (იხ. ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტ. არქ. ეთნ. ინსტ. ბიბლიოთეკა).
10. სცსსა, ფ. 545, აღ. I. საქ. 6. ფურც. 193.

88-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

აბდელ აზიზ იბრაჰიმი 152	გეგერდწითელი ი. 87, 596	თოთიბაძე ნ. 463
აბულაძე გ. 171	გიგაური რ. 604	თოფურია ე. 84
ავალიშვილი ქ. 562	გიორგიძე თ. 55	
აზარიანი ლ. 316	გოგავა თ. 199, 451	
ალანია მ. 72	გოგავა მ. 199	იაშვილი დ. 225
ალექსიძე გ. 457	გოგოლაშვილი გ. 493	იაშვილი ნ. 87
ალექსიძე მ. 72	გოდერძიშვილი ლ. 604	ივანიცკი თ. 127
ალიევი ტ. 240, 488	გომელაური ლ. 212	ინწკირველი ნ. 120
ანდრიანოვი კ. 100	გორიუხინა თ. 183	ინჯგია რ. 348
ანდრონიკაშვილი თ. 359	გოცაძე გ. 655	იტყინი გ. 468, 692
ასკუტავა ზ. 403	გულისაშვილი ა. 547	
ასლანიდი ნ. 40		
ასლანიკაშვილი ნ. 624		
ასათოვი ა. 489	დათუაშვილი თ. 20	კაკაბაძე დ. 323
ახვლედიანი ა. 152	დათუნაშვილი ე. 435	კაკიაშვილი მ. 484
ახვლედიანი ლ. 199, 576	დალაქიშვილი გ. 427	კაკუბავა რ. 420
	დარსალია ლ. 136, 640	კაკულაია მ. 457
	დორეული ვ. 376	კაკუშაძე ლ. 380
ბაბუშკინი ა. 104	დოლიძე ლ. 76	კალოევი მ. 311
ბაერინი ი. 31	დორმანი ლ. 72	კანდელაკი რ. 463
ბახტაძე ი. 587	დრანიკი ნ. 667	კაპანაძე რ. 308
ბეგიშვილი ც. 194	დუგლაძე ნ. 698	კახიანი ო. 556
ბეიტრიშვილი თ. 280	დუღმეშიძე ნ. 551	კეკელიძე ნ. 576
ბენაშვილი ე. 620		კვერნაძე მ. 76
ბერდიშვილი ო. 468, 692		კვინიხიძე ზ. 367
ბერიძე ა. 159	ეგოროვი ი. 440	კლდიაშვილი ვ. 391
ბერიძე ლ. 600	ელიაშვილი მ. 331	კლდიაშვილი რ. 91
ბობოხიძე გ. 192	ენუქიძე ნ. 107	კობზევი ვ. 540
ბოკუჩავა მ. 440		კოდუა ნ. 152
ბოლქვაძე მ. 213		კოვზირიძე ზ. 616
ბორში ნ. 616	ვარდოსანიძე ზ. 336	კომსკაია მ. 616
ბრეგაძე ნ. 507	ვარძელაშვილი ნ. 356	კონდიტორინი მ. 304
ბულია ნ. 384, 636	ვახანია ზ. 283	კორელოვი ე. 319
	ვეკუა ნ. 276	კორენჭუცი ნ. 651
	ვეფხვაძე გ. 167	კორტავა ლ. 96
	ვორონოვა ნ. 188	კორძაია ე. 52
გაბესკირია შ. 499		კორტევა დ. 163
გაბუნია ა. 68	ზამთარაძე გ. 661	კორტრელები ვ. 100
გავაშვილი ა. 371	ზეგაშვილი ვ. 120	კორტიკაძე ვ. 391
გავრილენკო ტ. 592	ზევიადაძე გ. 104	კუპრავა შ. 91
გამყარელიძე გ. 503	ზლოკაზოვა გ. 371	კუჭუხიძე ზ. 139
გაფრინდაშვილი გ. 616		
გედევანიშვილი დ. 167, 432		
გელაშვილი ე. 87	თავართქილაძე ი. 635	ლავერუხინი ბ. 100
გელაშვილი ნ. 600	თავაძე ა. 291	ლაითაძე გ. 27, 299
გელაძე მ. 698	თარგამაძე ი. 667	ლაიტარერი ი. 543
გვაზავა გ. 363		ლალიევი ვ. 120
		ლაფერაშვილი ლ. 359

- ლაღიძე რ. 91
 ლაცაბიძე თ. 287
 ლეკიშვილი ნ. 100
 ლითანიშვილი უ. 648
 ლობჯანიძე გ. 116
 ლობჯანიძე თ. 206, 455
 ლოლაძე ნ. 91
 ლომია თ. 325
 ლორთქიფანიძე ჯ. 148
- მაისურაძე გ. 359
 მალაშხია ი. 698
 მანჯგალაძე ი. 112
 შალალაშვილი რ. 468, 692
 შაცაბერძე გ. 680
 მაჩხოშვილი რ. 76
 მაჭუყარიანი მ. 194
 მეღვეღვეი ს. 670
 მელიქაძე ლ. 84
 მენაბდე დ. 446
 მენთეშაშვილი ნ. 179
 მითაიშვილი თ. 176, 444
 მითაიშვილი რ. 562
 მინდაძე რ. 435
 მინდელი გ. 655
 მიქაბერიძე ა. 336
 მიქაძე ი. 420
 მიქელაძე დ. 179
 მიქელაძე მ. 388, 701
 მიშენევა ვ. 183
 მჭავანძე ვ. 667
 მუზავეი ი. 304
 მუმლაძე ვ. 336
 მუნჯიშვილი ზ. 311
 მუსერიძე რ. 391
 მუსხელიშვილი გ. 416
 მუსხელიშვილი თ. 578
 მუვიდობაძე მ. 220
 მძინარიშვილი ვ. 424, 659
 მჭედლიშვილი ი. 96
- ნადარეიშვილი გ. 698
 ნანობაშვილი ე. 587
 ნარიმანიშვილი ლ. 396
 ნერსესიანი ა. 583
- ნაიჭაძე თ. 120
 პაპავა გ. 600
 პაპავა დ. 120
- პეტრიაშვილი გ. 412
 პეტროვა ტ. 440
 პოლიექტოვი-ნიკოლაძე ნ. 416
 პოპოვი ა. 560
 პოხოლოკი კ. 104
 პულუზაშვილი ნ. 408
- ქიქიაშვილი ლ. 43, 295
 ქორდანი თ. 684
 ქორეოლაძე თ. 688
- რადოსლავოვა ც. 63, 343
 რამიშვილი ნ. 194
 რეზცოვა ვ. 183
- სავატეევი ნ. 104
 სამსონია გ. 91
 სანადირაძე გ. 167, 432
 სეიდერი ა. 435
 სიამაშვილი ი. 592
 სიღამონიძე შ. 608
 სიჭინავა შ. 675
 სკობელევა ნ. 440
 სტეპანიშვილი რ. 468
 სტოროჟენკო ე. 47
 სტრეკოვა ტ. 100
 სულამანიძე ნ. 201
 სულაქველიძე დ. 23
 სულაძე ა. 234, 479
 სხირტლაძე ლ. 96
- ტარანი ვ. 323
 ტეკაევი ე. 336
 ტვილიდიანი დ. 224
 ტულუში მ. 144
- უგრეხელიძე დ. 176, 444
 ულარჯიშვილი ვ. 435
 უშარული ე. 84, 96
- ფავლენიშვილი დ. 632
 ფირცხალავა თ. 156
 ფირცხალავა ნ. 76
 ფოცხვერაშვილი გ. 325
- ქამუშაძე თ. 55
 ქართველიშვილი კ. 68
 ქარუშიძე გ. 52
 ქარქაშაძე ზ. 651
 ქაჩიბაია ვ. 592
 ქაჩიშვილი ზ. 340
 ქსოველი რ. 107
 ქუთათელაძე ა. 551
 ქუთათელაძე კ. 363, 616
- ლევიჩავა ნ. 159
 ლლონტი თ. 698
- ყაველაშვილი ა. 627
 ყახაზაშვილი მ. 188
 ყალბაგაშვილი მ. 132
 ყაყიჩაშვილი შ. 427
 ყვავაძე ე. 680
 ყიფშიძე კ. 648
 ყორიაული ი. 648
- შავინიანი ვ. 688
 შავგულიძე ვ. 107
 შანშიაშვილი მ. 84
 შაპოვლი ვ. 611
 შარაბიძე ლ. 608
 შატკაშვილი თ. 604
 შაშიაშვილი მ. 536
 შენგელია გ. 675
 შიპატოვი ვ. 104
 შირკოვეცი ე. 468
 შტენგოლიძე ე. 468, 692
 შუმაკოვი ვ. 692
 შურღია ა. 60, 328
 შერბაკი გ. 212
- ჩადუნელი მ. 446
 ჩაკვიანი თ. 620
 ჩერკასოვი გ. 416
 ჩერნოკალსკი ბ. 604
 ჩიკვაშვილი ბ. 304
 ჩლაიძე თ. 224
 ჩხაიძე დ. 592
 ჩხაიძე თ. 473, 693
 ჩხარტიშვილი ი. 148
 ჩხუბიანიშვილი ე. 163

ციცაძე ა. 80	წიქარიძე ო. 451	ხელოძე თ. 608
ცინცაძე ჯ. 325		ხვედელიძე ლ. 55
ცისკარიშვილი პ. 367, 600		ხვინგია მ. 400
ციციშვილი გ. 608	ქავჭავაძე გ. 91	ხუდაიდატოვი ბ. 688
ცოცხალიშვილი ნ. 336	ქანტურია მ. 596	
ცქვიტიანი რ. 120	ქელიძე მ. 400	
	ქვიციანიძე მ. 183	ჯამბაზიშვილი ი. 670
	ქვარცხელი ა. 705	ჯანიაშვილი ვ. 587
შვიციანი ბ. 104	ქრიკიშვილი დ. 176, 444	ჯანჭღავა მ. 127
	ქუჭუჭაშვილი ნ. 171	ჯაფარიძე გ. 583
		ჯაფარიძე ვ. 367
წერეთელი გ. 451		ჯაფარიძე შ. 684
წაკალური ო. 611	ხარაზიშვილი ა. 36, 532	ჯაყელი ვ. 340
წილიანი ნ. 427	ხელაშვილი ა. 578	ჯმუხაძე მ. 136

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 88-го ТОМА

Абдель Азиз А. И. 149	Борщ Н. С. 613	Глурджидзе Т. Э. 53
Абуладзе Г. В. 169	Брегадзе Н. А. 505	Гогავა М. Г. 197
Авалишвили К. В. 561	Булия Н. П. 381, 633	Гогავა Т. И. 197, 449
Азарян Л. Л. 313		Гоголашвили Г. Б. 495
Алания В. М. 69	Вардзелашвили Н. С.	Годерздишвили Л. И.
Алексидзе Г. Н. 460	353	601
Алексидзе М. А. 69	Вардосанидзе З. В. 333	Гомелаури Л. А. 209
Алиев Т. М. 237, 485	Вахания З. Н. 281	Горюхина Т. А. 181
Андррианов К. А. 97	Векуа И. П. 273	Гоцадзе Г. А. 653
Андроникашвили Т. Г.	Вепхвадзе Г. Л. 165	Гулисашвили А. Б. 545
357	Воронова Н. В. 185	
Аскурава З. И. 401		Даварашвили О. И. 565
Асланиди Н. П. 37	Габескирия Ш. В. 497	Далакишвили Г. Л. 425
Асланикашвили Н. А.	Габуня А. С. 65	Дарсалия Л. Д. 133, 637
621	Гавашели А. М. 369	Датуашвили Т. И. 17
Асратов А. Ф. 491	Гавриленко Т. Б. 589	Датунашвили Е. Н. 433
Ахвледзиани А. В. 149	Гамкрелидзе Г. А. 501	Джакели В. Г. 337
Ахвледзиани Л. А. 573	Гаприндашвили Г. Г.	Джамбазишвили Я. С.
Ахвледзиани Л. У. 197	613	669
	Гасвиანი Н. А. 609	Джанджгава М. И. 125
Бабешкин А. М. 101	Гвазава Г. Г. 361	Джаниашвили В. В. 585
Баврин И. И. 29	Гвамичава Н. Э. 157	Джапаридзе Г. И. 581
Бахтадзе И. Г. 585	Гвердцители И. М. 85,	Джапаридзе К. К. 365
Бегнишвили Ц. К. 193	593	Джапаридзе Ш. В. 681
Бендришвили Т. В. 277	Гегиадзе Г. Г. 565	Джмухадзе М. И. 133
Бенашвили Е. М. 617	Гедеванишвили Д. М.	Дзевницкий Б. Э. 101
Бердышева О. П. 465,	165, 429	Долгинов Л. М. 565
689	Геладзе М. Г. 697	Долидзе Л. Д. 73
Беридзе А. Г. 157	Гелашвили Е. С. 85	Дореული В. В. 373
Беридзе Л. А. 597	Гелашвили Н. С. 597	Дорман Л. И. 69
Бобохидзе Е. А. 189	Гигаური Р. Д. 601	Драник Л. И. 665
Бокучава М. А. 437	Глonti Т. И. 697	Дугладзе Н. А. 697
Болквадзе М. П. 216		Дурмишидзе Н. Ш. 549



- Егоров В. И. 569
 Егоров И. А. 437
 Елисеев П. Г. 565
 Енукидзе Л. Г. 105
- Жижиашвили Л. В. 41, 293
 Жордания Т. С. 681
 Жоржолაძე Т. К. 685
- Замтарაძე Г. К. 664
 Звиადაძე Г. Н. 101
 Зесашვილი В. И. 117
 Злоказова Г. А. 369
 Зломанов В. П. 565
- Иашвили Д. И. 227
 Иваницкий Т. В. 125
 Инджгия Р. Г. 345
 Инцкирвели Н. З. 124
 Иткин Г. П. 465, 689
- Кавелашвили А. И. 625
 Казахашвили М. Ф. 185
 Какабадзе Д. П. 321
 Какиашвили М. Г. 481
 Какичашвили Ш. Д. 425
 Какубава Р. В. 417
 Какулия М. Д. 460
 Какушадзе Л. А. 378
 Қалабегашвили М. Г. 129
- Калоев М. А. 309
 Камушадзе Т. Д. 53
 Кандалаки Р. А. 461
 Капанадзе Р. В. 305
 Каркашадзе З. И. 649
 Картвелишвили К. М. 65
 Карумидзе К. М. 49
 Кахиани О. Н. 553
 Качибая В. Н. 589
 Качлишвили З. С. 337, 565
- Квадаძე Э. Ш. 677
 Квернадзе М. С. 73
 Квинихидзе З. Б. 365
 Кекелидзе Н. П. 573
 Кипшидзе К. С. 645
 Қлдиашвили В. И. 389
 Қлдиашвили Р. Ш. 89
 Кобзев В. Н. 537
- Ковзиридзе З. Д. 613
 Кодуа Н. Д. 149
 Комская М. С. 613
 Кондюрин М. А. 301
 Кордзая Э. В. 49
 Корелов Э. С. 317
 Коренчук Н. Ф. 649
 Кориаули И. П. 641
 Кормилицын К. А. 229, 469
- Кортава Л. М. 94
 Корчагин Ю. Н. 565
 Котаева Д. В. 161
 Котрелев Г. В. 97
 Котрикадзе В. Г. 389
 Криалашвили И. В. 565
 Ксворели Р. В. 105
 Куправа Ш. Д. 89
 Кутателадзе А. А. 549
 Кутателадзе К. С. 361, 613
- Кучухидзе З. А. 137
- Лаврухин Б. Д. 97
 Лагидзе Р. М. 89
 Лайтаძე Г. Л. 25, 297
 Лайтерер Ю. 541
 Лалиев В. А. 117
 Лаперашвили Л. Я. 357
 Лацабидзе Т. И. 285
 Лекишвили Н. Г. 97
 Литанишвили У. А. 645
 Лобжанидзе Г. П. 113
 Лобжанидзе Т. Д. 205, 453
- Лоладзе Н. Г. 89
 Ломая О. В. 349
 Лордкипанидзе Д. Л. 145
- Магалашвили Р. Д. 465, 689
- Майсурадзе Г. В. 357
 Малаххия Ю. А. 697
 Манджгалаძე И. Г. 109
 Мацаберидзе Г. В. 677
 Мачавариани М. З. 193
 Мачошвили Р. И. 73
 Мдзინარიшвили В. В. 421, 657
- Медведев С. И. 669
 Меликадзе Л. Д. 81
 Менаბде Д. А. 445
- Ментешавили Н. П. 177
- Мжаванаძე В. В. 665
 Микаберидзе А. А. 333
 Микадзе И. С. 417
 Микеладзе Д. Г. 177
 Микеладзе М. Г. 704
 Микеладзе М. Ш. 385
 Мильвидский М. Г. 565
 Миндадзе Р. К. 433
 Миндели Г. В. 653
 Митаишвили Р. Л. 561
 Митаишвили Т. И. 173, 441
- Мишенева В. С. 181
 Музаев И. Д. 301
 Мумладзе В. В. 333
 Мунджишвили З. И. 309
 Мусеридзе Р. Б. 389
 Мухелишвили Г. Н. 413
 Мухелишвили О. Г. 577
 Мхендзе Т. Д. 565
 Мчедlishვილი И. Дж. 94
- Мшвидобаძე М. В. 217
- Надарейшвили Г. А. 697
 Нанобашвили Е. М. 585
 Нариманишвили Л. А. 393
- Нерсисян А. А. 581
- Павленишвили Д. Д. 629
 Пайчадзе Т. А. 117
 Папава Г. Ш. 597
 Папава Д. Ю. 117
 Петриашвили Г. Г. 409
 Петров Т. А. 437
 Пирцхалава Н. И. 73
 Пирцхалава Т. Г. 153
 Полиевктов-Николадзе Н. М. 413
- Попов А. К. 557
 Похолок К. В. 101
 Поцхверашვილი Г. Н. 349
- Пулузашვილი Н. И. 435
- Радославова Ц. С. 61, 341
- Рамишვილი Н. М. 193

Резцова В. В. 181	Ушараули Э. А. 81, 94	Чичинадзе М. В. 181
Савватеев Н. Н. 101	Харазишвили А. Б. 33,	Чкадуа А. А. 707
Самсония Г. Г. 89	529	Члаидзе Т. И. 221
Санадирадзе Г. С. 165,	Хведелидзе Л. В. 53	Чрикишвили Д. И. 173,
429	Хвингия М. В. 397	441
Сейдер А. И. 433	Хеладзе Т. А. 605	Чучулашвили Н. А. 169
Сиамашвили И. Л. 589	Хелашвили А. А. 577	Чхандзе Д. Н. 589
Сидамонидзе Ш. И. 605	Худайдатов Б. Р. 685	Чхандзе О. В. 476, 696
Сичинава Ш. Г. 673		Чхартишвили И. В. 145
Скобелева Н. И. 437		Чхубанишвили Е. И. 161
Степанищева Р. А. 465	Церетели Г. Л. 197, 449	
Стороженко Э. А. 45	Цивадзе А. Ю. 77	Шавгулидзе В. В. 105
Стрелкова Т. В. 97	Цикаридзе З. Л. 197	Шагинян В. С. 685
Суладзе А. И. 233, 477	Цикаридзе О. Н. 197,	Шаниашвили М. И. 81
Сулаквелидзе Л. А. 21	449	Шаповал В. И. 609
Суламанидзе Н. И. 204	Циклаури О. Г. 609	Шарабидзе Л. М. 605
Схиртладзе Н. Н. 94	Цилосани З. Н. 425	Шатакишвили Т. Н. 601
	Цинцадзе Д. Г. 349	Шашиашвили М. А. 534
	Цискаришвили П. Д. 365, 597	Шенгелия Г. Ю. 673
Тавадзе А. Д. 289	Цицишвили Г. В. 605	Шинпатов В. Т. 101
Таварткиладзе Я. Н. 633	Цквитинидзе Р. К. 117	Ширковец Е. А. 465
Таран В. А. 321	Цоцхалишвили Н. В. 333	Шотов А. П. 565
Таргамадзе И. Л. 665		Штенгольд Е. Ш. 465,
Твилдиани Д. Д. 221	Чавчанидзе Д. Г. 89	589
Текаев Э. Б. 333	Чадунели М. Д. 445	Шумаков В. И. 689
Топурия Э. Н. 81	Чантурия М. Д. 593	Шургая А. В. 57, 325.
Тотибадзе Н. К. 461	Чарквиани Т. Н. 617	
Тугуши М. Б. 141	Челидзе М. А. 397	Щербак Г. И. 209
	Черкесов Г. Н. 413	
Угрехелидзе Д. Ш. 173,	Чернокальский Б. Д. 601	Яшвили Н. М. 85
441	Чиквашвили Б. М. 301	
Уларджишвили В. П. 433	Чиковани Р. И. 565	Элиашвили М. А. 329

AUTHOR INDEX TO VOLUME 88

Abdel Aziz A. I. 152	Avalishvili K. V. 563	Bolkvadze M. P. 216
Abuladze G. V. 172	Azarian L. L. 316	Borshch N. S. 616
Akhvlediani A. V. 152	Babeshkin A. M. 104	Bregadze N. A. 508
Akhvlediani L. A. 576	Bakhtadze I. G. 588	Bulia N. P. 384, 636
Akhvlediani L. U. 200	Bavrin I. I. 31	
Alania M. V. 72	Begishvili Ts. K. 194	Chaduneli M. D. 447
Aleksidze G. N. 460	Beitrishvili T. V. 280	Chanturia M. D. 596
Aleksidze M. A. 72	Benashvili E. M. 620	Charkviani T. N. 620
Aljev T. M. 240, 488	Berdysheva O. P. 468, 692	Chavchanidze D. G. 92
Andrianov K. A. 100	Beridze A. G. 160	Chelidze M. A. 400
Askurava Z. I. 403	Beridze L. A. 600	Cherkesov G. N. 416
Aslanidi N. P. 40	Bobokhidze E. A. 192	Chernokalski B. D. 604
Aslanikashvili N. A. 624	Bokuchava M. A. 440	Chichinadze M. V. 184
Asratov A. R. 492		Chikovani R. I. 568



- Chikvashvili B. M. 304
 Chirakadze G. G. 360
 Chkhaidze D. N. 592
 Chkhaidze O. V. 476, 696
 Chkhartishvili I. V. 148
 Chkhubianishvili E. I. 164
 Chlaidze T. I. 224
 Chrikishvili D. I. 176, 444
 Chuchulashvili N. A. 172

 Dalakishvili G. L. 428
 Darsalia L. J. 136, 640
 Datunashvili E. N. 436
 Datuashvili T. I. 20
 Davarashvili O. I. 568
 Dolginov L. M. 568
 Dolidze L. D. 76
 Doreuli V. V. 376
 Dorman L. I. 72
 Dranik L. I. 667
 Dugladze N. A. 699
 Durmishidze N. Sh. 551
 Dzevitcki B. E. 104

 Egorov I. A. 440
 Egorov V. I. 572
 Eliashvili M. A. 332
 Eliseev P. G. 568
 Erukidze L. G. 107

 Gabeskiria Sh. V. 499
 Gabunia A. S. 68
 Gamkrelidze G. A. 503
 Gaprindashvili G. G. 616
 Gasviani N. A. 612
 Gavasheli A. M. 371
 Gavrilenko T. B. 592
 Gedevanishvili D. M. 168, 432
 Gegiadze G. G. 568
 Geladze M. G. 699
 Gelashvili E. S. 88
 Gelashvili N. S. 600
 Gigauri R. D. 604
 Glonti T. I. 699
 Goderdzishvili L. I. 604
 Gogava T. I. 200, 452
 Gogolashvili G. B. 496
 Gomelauri L. A. 212
 Goryukhina T. A. 184
 Gotsadze G. A. 656
 Gulisashvili A. B. 547
 Gvamichava N. R. 160
 Gvazava G. G. 364
 Gverdtsiteli I. M. 88, 596

 Iashvili D. I. 228
 Iashvili N. M. 88
 Injgia R. G. 348
 Intskirveli N. S. 124
 Itkin G. P. 468, 692
 Ivanitski T. V. 128

 Jakeli V. G. 340
 Jambazishvili Ya. S. 671
 Janiashvili V. V. 588
 Janjgava M. I. 128
 Japaridze G. I. 584
 Japaridze K. K. 368
 Japaridze Sh. V. 684
 Jmukhadze M. I. 136

 Kachibaia V. N. 592
 Kachlishvili Z. S. 340, 568
 Kakabadze D. P. 324
 Kakhiani O. N. 556
 Kakiashvili M. G. 484
 Kakichashvili Sh. D. 428
 Kakubava R. V. 420
 Kakulia M. D. 460
 Kakushadze L. A. 380
 Kalabegashvili M. G. 132
 Kaloev M. A. 312
 Kandelaki R. A. 464
 Kapanadze R. V. 308
 Karkashadze Z. I. 652
 Kartvelishvili K. M. 68
 Karumidze G. V. 52
 Katsadze D. V. 360
 Kavelashvili A. I. 627
 Kazakhashvili M. R. 188
 Kekelidze N. P. 576
 Kharazishvili A. B. 36, 532
 Kheladze T. A. 608
 Khelashvili A. A. 579
 Khudaidatov B. P. 688
 Khvingia M. V. 400
 Kipshidze K. S. 648
 Kldiashvili R. Sh. 92
 Kldiashvili V. I. 391
 Kobzev V. N. 540
 Kodua N. D. 152
 Komskaya M. S. 616
 Kondyurin M. A. 304
 Korchagin Y. N. 568
 Kordzaia E. V. 52
 Korelov E. S. 319
 Korenchuk N. F. 652
 Korjauli I. P. 643
 Kormilitsyn K. A. 232, 472
 Kortava L. M. 96

 Kotaeva D. V. 164
 Kotrelev G. V. 100
 Kotrikadze V. G. 391
 Kovziridze Z. D. 616
 Krialashvili I. N. 568
 Ksovreli R. V. 107
 Kuchukhidze Z. A. 140
 Kuprava Sh. D. 92
 Kutateladze A. A. 551
 Kutateladze K. S. 364, 616
 Kvavadze E. Sh. 680
 Kvernadze M. S. 76
 Kviniikhidze Z. B. 368

 Lagidze R. M. 92
 Laitadze G. L. 27, 299
 Laliev V. A. 120
 Latsabidze T. I. 288
 Lavrukhin B. D. 100
 Leiterer Yu. 543
 Lekishvili N. G. 100
 Litanishvili U. A. 648
 Lobzhanidze G. P. 116
 Lobzhanidze T. D. 207, 456
 Loladze N. R. 92
 Lomaia O. V. 352
 Lordkipanidze D. L. 148

 Machavariani M. Z. 194
 Machkoshvili R. I. 76
 Magalashvili R. D. 468, 692
 Malashkhia Yu. A. 699
 Manjgaladze I. G. 112
 Matsaberidze G. V. 680
 Mchedlishvili I. J. 96
 Mdzinarishvili V. V. 424, 660

 Medvedev S. I. 671
 Melikadze L. D. 84
 Menabde D. A. 447
 Menteshashvili N. P. 179
 Mikaberidze A. A. 336
 Mikadze I. S. 420
 Mikeladze D. G. 179
 Mikeladze M. G. 704
 Mikeladze M. Sh. 388
 Milovidski M. T. 568
 Mindadze R. K. 436
 Mindeli G. V. 656
 Misheneva V. S. 184
 Mitaishvili R. L. 563
 Mitaishvili T. I. 176, 444
 Mkheidze T. D. 568
 Mosashvili G. A. 360
 Mshvidobadze M. V. 220

- Mumladze V. V. 336
Munjshvili Z. I. 312
Museridze R. B. 391
Muskhelishvili G. N. 416
Muskhelishvili O. G. 579
Muzaev I. D. 304
Mzhavanadze V. V. 667
- Nanobashvili H. M. 360,
588
Narimanashvili L. A. 396
Nersesian A. A. 584
- Paichadze T. A. 120
Papava D. J. 120
Papava G. Sh. 600
Pavlenishvili D. D. 632
Petriashvili G. G. 412
Petrova T. A. 440
Pirtskhalava N. I. 76
Pirtskhalava T. G. 156
Pokholok K. V. 104
Polievktov-Nikoladze N. M.
416
Popov A. K. 560
Potskhverashvili G. N. 352
Puluzashvili N. I. 408
- Radoslavova Ts. S. 64, 343
Reztsova V. V. 184
- Samsonia G. G. 92
Sanadiradze G. S. 168, 432
Savvateev N. N. 104
Seider A. I. 436
Shaginyan V. S. 688
- Shanshiashvili M. I. 84
Shapoval V. I. 612
Sharabidze L. M. 608
Shashiashvili M. A. 536
Shatakishvili T. N. 604
Shavgulidze V. V. 107
Shcherbak G. I. 212
Shengelia G. Yu. 675
Shipatov V. T. 104
Shirkovets E. A. 468
Shotov A. P. 568
Shumakov V. I. 692
Shurgaia A. V. 60, 328
Siamashvili I. L. 592
Sichinava Sh. G. 675
Sidamonidze Sh. I. 608
Skhirtladze N. N. 96
Skobeleva N. I. 440
Stengold E. Sh. 468, 692
Stepanisheva R. A. 468
Storozhenko E. A. 48
Strelkova T. V. 100
Suladze A. I. 479
Suladze I. A. 234
Sulakvelidze L. A. 24
Sulamanidze N. M. 204
- Taran V. A. 324
Targamadze I. L. 667
Tavadze A. D. 291
Tavartkiladze I. N. 656
Tchkadua A. A. 707
Tekaev E. B. 336
Topuria E. N. 84
Totibadze N. K. 464
- Tsereteli G. L. 200, 452
Tsikaridze O. N. 200, 452
Tsikaridze Z. L. 200
Tsiklauri O. G. 612
Tsilosani Z. N. 428
Tsintsadze D. G. 352
Tsiskarishvili P. D. 368,
600
Tsitsishvili G. V. 608
Tsvadze A. I. 80
Tskvitinidze R. K. 120
Tsotskhalishvili N. V. 336
Tugushi M. B. 144
Tvildiani D. D. 224
- Ugrekhelidze D. Sh. 176,
444
Ularjshvili V. P. 436
Usharauli E. A. 84, 95
- Vakhania Z. N. 284
Vardosanidze Z. V. 336
Vardzelashvili N. S. 356
Vekua N. P. 276
Vepkhvadze G. L. 168
Voronova N. V. 188
- Zamtaradze G. K. 664
Zesashvili V. I. 120
Zhizhiashvili L. V. 43, 295
Zhordania T. S. 684
Zhorzholadze T. K. 688
Zlokazova G. A. 371
Zlomanov V. P. 568
Zviadadze G. N. 104

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статья же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном

листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена табличная 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 сверху, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭრე გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.
2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.
3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიისათა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოთავის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგინად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).
4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ საესეებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.
5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უზასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.
6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განვმორება წერილის ბოლოს.
7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.
8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციობის შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვეშე წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და



ზაზების დაწვება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდევ ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წააკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არა უმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუთუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.