

524 /  
1974/9



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 74 ტომ

№ 3

ივნისი 1974 ივნისი

თბილისი \* TBILISI \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

12.445

ტომი 74 ტომ

№ 3

ივნისი 1974 იუნხ

თბილისი • ტბილისი • TBILISI

კ. შარტავა სსრ. სსრ  
საბჭოთა მეცნიერებათა  
აკადემიის ბიბლიოთეკა

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе, Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили  
(зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили,  
С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа  
(зам. главного редактора), В. В. Махалиани, Г. А. Меликишвили,  
Н. И. Мухелишвили, 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

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 5.6.1974; შვკვ. № 1264; ანაწყოების ზომა 7×12;  
ქალღლის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო  
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 00938; ტირაჟი 1800

\*\*\*

Подписано к печати 5.6.1974; зак. № 1264; размер набора 7×12; размер  
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный  
лист 22,5; УЭ 00938; тираж 1800

\*\*\*

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

\*\*\*

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

## შ ი ნ ა რ ს ი

### მათემატიკა

- \*მ. თ ს ე ლ ი ძ ე. პარაბოლური ტიპის წრფივი დიფერენციალური განტოლებების პირველი სასაზღვრო ამოცანის „სუსტი“ ამოხსნა შეარცის მეთოდით 532
- \*ა ბ დ ე ლ - ს ა ტ ა რ ა. დ ა ბ უ რ ი. ჰომოტოპიის აქსიომა პროექციული ჰომოლოგიის ჯგუფებისათვის 536
- \*ნ. მ ა რ კ ო ზ ა შ ვ ი ლ ი. ერთი ზოგადი ამოცანის შესახებ დაგვიანების შემკველ ოპტიმალურ ამოცანებში 540
- \*მ. კ ა დ ე ც ი. ფარდობითი პროექციული მუდმივებისა და ზ. ქანტურიას ერთი თეორემის შესახებ 543
- \*ა. ბ უ ა შ ე. ფუნქციათა კონსტრუქციული თეორიის ძირითადი თეორემის თავისებურება მრავალი ცვლადის ფუნქციის კუთხით მიახლოების შემთხვევაში 548
- \*გ. თ ე ვ ზ ა ძ ე. პროექციული სივრცის  $P$  ზედაპირების შესახებ 552
- \*გ. ბ ე რ ი კ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. მაღალი რიგის სიზუსტის სამშრბიანი ეკონომიური სხვაობიანი სქემები პარაბოლური სისტემისათვის 556
- \*ზ. გ ო რ გ ა ძ ე, ვ. ტ ა რ ი ე ლ ა ძ ე. გაუსის ზომები ორლიჩის სივრცეებში 559

### მიქანიკა

- \*დ. ლ ა ბ უ ნ ც ო ვ ი, ა. გ ო მ ე ლ ა უ რ ი. ცილინდრისა და სფეროს გარსდენა აფსკური დუღილის დროს უწონადობის პირობებში 563

### ღრმაპლანის თეორია

- \*გ. ე ო რ ე ო ლ ი ა ნ ი. სტრინგერის გავლენა ძაბვების განაწილებაზე კრილის ბოლოების მიდამოში 568
- \*ლ. დ ო ბ ო რ ჯ გ ი ნ ი ძ ე. ზოგიერთი ბრტყელი ამოცანის ამოხსნა ნახევრადწრფივი დრეკადი მასალისათვის 572

### ანიზოტროპია

- \*ბ. ც ე რ ც ვ ა ძ ე. საკუთრივ ორთოგონალური ოპტიმალური წრფივი კოდების კლასი 574

### ფიზიკა

- \*ზ. ჩ ი გ ო გ ი ძ ე, ნ. ხ უ ქ ე ა, ლ. გ უ ტ ნ ი კ ი. უწყვეტ რეჟიმში მომუშავე პლანარულ-ტორსული კონსტრუქციის განის დიოდების მწყობრიდან გამოსვლა 580
- \*რ. ჯ ი ბ უ ტ ი, პ. ს ა ლ ა მ ი. ნაჯერობის პრობლემისათვის კლასტერულ მოდელში 584
- \*ს. დ ო მ ა.  $A=6$  ბირთვების ენერგეტიკული სექტრის გამოკვლევა უნიტარული სქემის მოდელში 588

### ბიოფიზიკა

- ვ. ს ტ რ ა ხ ო ვ ი, ვ. ტ ყ ე ბ უ ჩ ა ვ ა. ორგანოზომიებიანი პოტენციალური ველების სექტორიალურ არეებში ანალიზური გაგრძელების შესახებ 592

\* ეარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

\*მ. ალექსიძე, ვ. მესხია. დედამიწის მოდელის დრეკადი გრავიტაციული დამაბულობები 596

\*ა. გველესიანი. მოძრაობის ერთი შემთხვევის შესახებ მაგნიტურ პილრონიზაციაში 500

ანალიზური ძივია

\*რ. ჯორენაძე, ვ. ბოსტოლანაშვილი, რ. პინიაჯო. ფენოთიაზინის წარმოებული ფარმაცევტული პრეპარატების სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა 604

ორბანული ძივია

\*გ. პაპავა, ს. აბნეროვა, ნ. მაისურაძე, პ. ცისკარიშვილი, ვ. სერგევეი, ს. ვინოგრადოვა, ვ. კორშაკი (სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. შიტიკოვი. რეზოლური ოლიგომერების წარმოქმნის კანონზომიერებები ნორბორნანის ტიპის ბისფენოლების საფუძველზე 608

ფიზიკური ძივია

\*ქ. ჯაფარიძე, ლ. დევაძე. ზოგიერთი ამორფული სპიროქრომენის ფოტოქრომია 611

\*რ. გეგენაძე, ს. კიპერმანი. იზოპროპილას სპირტის დეჰიდრირება რეაქციის კინეტიკა და მექანიზმი ნიკელის კატალიზატორზე ორთქლისებურ ფაზაში 616

ელემენტრძივია

\*ქ. მელაძე, თ. ლეჟავა. ზოგიერთი არაორგანული კათიონის გავლენა გადაძაბვაზე კადმიუმის ელემენტრგამოლექვისას 620

ფარმაცოძივია

\*ჯ. კუჭუხიძე, ე. პუჩკოვა, ნ. კოლოშიცევა, ლ. ერისთავი. *Rhodea japonica* (Thumb) Roth.-ს ფოთლებში საგულე გლიკოზიდების დავროვების დინამია მცენარის ზრდის პირობებთან და განვითარების ფაზასთან დაკავშირებით 623

ბიოლოგია

\*რ. ლამბაშიძე. ზედატურონული მოლუსკური ფაუნის მონაპოვრების შესახებ შიორე კავკასიონის აზერბაიჯანის ნაწილში 628

\*ე. გამყრელიძე. ზოგიერთი მოსაზრება ტექტოგენეზისის შესაძლებელი მოდელის შესახებ 632

საბალოთა დაბუშავება და ბამფიღრება

\*ა. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. სეფიაშვილი, ი. რატიანი. საზახტო ტურობმანქანის ნიჩბების განვი რხევების ჩაქრობისათვის 636

თ. გოჩიტაშვილი, ლ. მახარაძე. პილრობრაზიული ცვეთის ანალიზის საკითხები 640

მეტალურგია

\*რ. მუსერიძე. ემულსიის მოქმედების გავლენა განღრუების პროცესზე 643

\*ქ. პაპავა, ა. თუთხერიძე, ლ. თკლეი. ექსპერიმენტის საიმედობის კრიტერიუმი მიღების ხარისხის გამოკვლევისას 647

მანქანათმშენობლა

\*ი. მელიქიშვილი, რ. მიქაძე, შ. სარიშვილი. **CTB** ტიპის საქსოვი დაზვის ძირითადი რეგულატორის სკალას რხევის კვლევა სისტემაში დემფერების გათვალისწინებით 652

მწიკთობა

\*დ. ცხვირაშვილი. არააქროლადი ნივთიერებების განაწილების კოეფიციენტების წყლისა და ორთქლის სიმკვრივეთა ფარდობაზე დამოკიდებულების შესახებ 655

თბოტექნიკა

\*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ქაშაქაშვილი, ო. კვიციანი, ვ. სლადკოშტევევი, ო. სულაძე, რ. პოტანინი. უწყვეტად ჩამოსხმული რადიალურა ზოდის მეორადი გაცივების ოპტიმალური რეჟიმი 660

ელემენტარული ტექნიკა

\*ლ. აბელიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), თ. მალლაკელიძე. ელექტრული რკინაგზების გატარების უნარის განსაზღვრა წვეის ქვესადგურების სიმძლავრის მიხედვით არაწყვილი მოძრაობასა 664

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

\*ი. ლომოთიძე, რ. საკანდელიძე, ა. ფრადკინი. სპეციალიზებული ტრენაჟორის პიზრიდულ გამოთვლულ კომპლექსში შემავალი ანალიზური გამოთვლული მანქანის სტრუქტურის საკითხისათვის 666

ბოტანიკა

ვ. გულმაგარაშვილი. აბედა სოკოთი დაავადებული წიფლების ქარტეხილობის მიზეზის შესწავლის საკითხისათვის 659

ც. მიქაძე. *Thea sinensis* L.-ის საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი ფორმის ჩანასახის პარკის შესწავლისათვის 673

\*დ. შალამბერიძე, ნ. ანელი, გ. ზვიადაძე. თუთის ზოგიერთი ჯიშის ფოთლის ყუნწის ანატომიური აგებულება 680

ბინებისა და სელექცია

\*გ. დარასელია. *Mycobacterium phlei*-ის პიგმენტური მუტანტები — კაროტინოიდების პროდუცენტები 683

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

შ. ბირკაია, ნ. ბურკაძე. ელექტროენცეფალოგრაფიული მონაცემები ტყუპებში 687

\*მ. დედარიანი, მ. კახია, ა. ლოლაძე. მშობიარობის პროცესში ადამიანის ნაყოფის ფუნქციონალური დატვირთვა (ბერითი გალიზიანება), როგორც მისი მდგომარეობის განმსაზღვრელი მეთოდი 692

ბიომიკრობიოლოგია

\*ე. კირთაძე. ძმარმეფას შეთვისება და ვარდაქმნა საფუტრების მიერ შეორეულ სპირტულ დედილში 695

\*ე. ხუცორაული, ე. წვერაეა. ბრადიკინინოგენის და კინინაზის აქტივობის ცვლილება ქრონიკული მიელოლიფოზის დროს 699

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*მ. მაჭავარიანი, ც. ბეგოშვილი.  $\alpha$ -კეტოგლუტარის მკაფის შემცველობა ბარდის კოვრის ბაქტერიებში 702

ენტომოლოგია

- ჯ. ხავეთასი. ვერხვის პატარა ხარაბუხას (*Saperda populnea* L.) ბაოლოგიის შესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოში 705

ჰისტოლოგია

- \*ლ. შარაშიძე, ა. ხუჭუა, ნ. ჩხარტიშვილი. ძალღას ნეიროსეკრეტორული ბირთვების ფინგვა-აღდგენითი ფერმენტების ჰისტოქიმიური შესწავლა 711
- ნ. ჩხოლარია. თავის თიმუსის სუბკაპსულარული ზონის ლიმფოიდური უჯრედების პროლიფერაციული უნარი ასაკობრივ ასპექტში 713

ციტოლოგია

- \*ნ. კოზლოვა, მ. მარკოზაშვილი, გ. თუმანიშვილი. ქათმის თირკმლისა და ერიოროციტების ბირთვთა ფნმ-ის ციტოფოტომეტრიის შედეგებზე ჰიდროლიზის დროის გავლენა 720
- \*ე. ბაკურაძე, ვ. გოგინაიშვილი, გ. თუმანიშვილი. ფოლიკულური უჯრედების ურთიერთდამოკიდებულებანი სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის განვითარების პროცესში 723

ჰიფოლოგია

- \*ზ. კერესელიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს ორი სხვადასხვა ტიპის წყალსაცავის ზოლანქტონის სახეობრივი შედგენილობის ფორმირების თავისებურებანი 727

ექსპერიმენტული მიკრობიოლოგია

- \*თ. ჭურაძე. ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ჰისტოქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული პნევმონიის დროს 730
- \*მ. მშვიდლობაძე. კოლაგენური ფიბრილების დიფერენცირების ელექტრონული მიკროსკოპული და იმუნოფორფოლოგიური ანალიზი ტენოლასტიკის პირობებში 736

ექსპერიმენტული მედიცინა

- მ. კობახიძე. ოქსიპემოგლობინის დინამიკა მიოკარდიუმის ექსპერიმენტული ჰაპოქსიისა და „ატეპარინის“ გამოყენების პირობებში 737

ფილოლოგია

- ვ. კოტეტიშვილი. სპარსული რიიზმის მორფოლოგიური სტრუქტურა 741
- \*გ. შეთეკაური. სინტაქსური პარალელიზმი ქართულ ხალხურ პოეზიაში 745

ისტორია

- ვ. ვანიშვილი. მენშევიკური მთავრობის საერთო პოლიტიკის კრახი 749
- \*რ. ჭანაშია. საწარმოთა კოლექტივებისა და მეცნიერ მუშაკთა შემოქმედებითი კავშირი საქართველოში (1946—1955 წწ.) 753

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. Г. Тхеладзе. Метод Шварца для «слабого» решения первой краевой задачи линейных уравнений параболического типа	529
Абдель-Саттар А. Дабур. Аксиома гомотопии для проекционных групп гомологии	533
Н. И. Маркозашвили. Об одной общей задаче оптимального управления с запаздыванием	537
М. И. Кадец. Об относительных проекционных константах и об одной теореме Э. А. Чантурия	541
А. И. Буадзе. Особенности основных теорем конструктивной теории функций многих переменных в случае приближения «углом»	545
Г. П. Тевзадзе. О поверхностях $P$ проективного пространства	549
Г. К. Берикелашвили. Трехслойные экономичные разностные схемы повышенного порядка точности для параболических систем	553
З. Г. Горгадзе, В. И. Тариеладзе. Гауссовские меры в пространствах Орлича	557

### МЕХАНИКА

Д. А. Лабунцов, А. В. Гомелаури. Внешнее обтекание цилиндра и сферы при пленочном кипении в условиях невесомости	561
--	-----

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Г. Т. Жоржолиани. Влияние стрингера на распределение напряжений около концов разреза	565
Л. Г. Доборджгинидзе. Решение некоторых плоских задач для полуплоскостного упругого материала	569

### КИБЕРНЕТИКА

Б. И. Церцвадзе. Класс собственно ортогональных оптимальных линейных кодов	573
--	-----

### ФИЗИКА

Э. Н. Чигогидзе, Н. П. Хучуа, Л. М. Гутник. Выход из строя дюнов Ганна планарно-торцевой конструкции в непрерывном режиме работы	577
Р. И. Джибути, Х. М. Саллам. К проблеме насыщения в кластерной модели	581
С. Б. Дома. Исследование состояний положительной четности ядер с $A=6$ в модели унитарной схемы	585

### ГЕОФИЗИКА

В. Н. Страхов, В. В. Ткебучава. Об аналитическом продолжении двумерных потенциальных полей в секториальных областях	589
---	-----

\* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



- М. А. Алексидзе, В. Ш. Месхия. Упругие гравитационные напряжения в модели Земли 593
- А. И. Гвелесиани. Об одном случае движения в магнитной гидродинамике 597

#### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р. П. Джорбенадзе, В. С. Бостоганашвили, Р. М. Пиняжко. Спектрофотометрическое определение фармацевтических препаратов производных фенотиазина 601

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Ш. Папава, С. В. Абнерова, Н. А. Майсурадзе, П. Д. Цискаришвили, В. А. Сергеев, С. В. Виноградова, В. В. Коршак (член-корреспондент АН СССР), В. К. Шитиков. Закономерности образования резольных олигомеров на основе бисфенолов норборнанового типа 605

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К. Г. Джапаридзе, Л. В. Девадзе. Фотохромия некоторых спирохромонов в аморфном состоянии 609
- Т. П. Гегенава, С. Л. Киперман. Кинетика и механизм реакции дегидрирования изопропилового спирта на никеле в паровой фазе 613

#### ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- К. Г. Меладзе, Т. И. Лежава. Влияние некоторых неорганических катионов на перенапряжение при электроосаждении кадмия 617

#### ФАРМАКОХИМИЯ

- Дж. К. Кучухидзе, Е. И. Пучкова, Т. Н. Коломийцева, Л. И. Эрстави. Динамика накопления сердечных гликозидов в листьях *Rhodea japonica* (Thumb) Roth. в зависимости от места произрастания и фазы развития 621

#### ГЕОЛОГИЯ

- Р. А. Гамбашидзе. О находках моллюсковой фауны верхнего турона в азербайджанской части Малого Кавказа 625
- И. П. Гамкрелидзе. Некоторые соображения о возможной модели тектогенеза 629

#### РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), А. Д. Сепиашвили, Ю. А. Ратиани. О гашении поперечных колебаний лопаток шахтных турбомашин 633
- Т. Ш. Гочиташвили, Л. И. Махарадзе. Вопросы анализа гидроабразивного износа 637

#### МЕТАЛЛУРГИЯ

- Р. Б. Мусеридзе. Исследование эффекта эмульсии при прошивке трубных заготовок 641
- К. Г. Папава, А. И. Тутберидзе, Л. Н. Оклей. Критерий надежности эксперимента при исследовании качества труб 645

#### МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Ю. А. Меликишвили, Р. А. Микадзе, Ш. В. Саришвили. Исследование колебаний скала осевого регулятора ткацкого станка СТБ с учетом демпфирования в системе 649

ЭНЕРГЕТИКА

- Д. Г. Цхвирашвили. О зависимости коэффициента распределения нелетучих веществ от отношения плотностей пара и воды 653.

ТЕПЛОТЕХНИКА

- Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Г. В. Кашакашвили, О. Н. Квирикашвили, В. Т. Сладкоштеев, О. Н. Суладзе, Р. В. Потанин. Оптимальный режим вторичного охлаждения радиального непрерывного слитка 657

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Л. Г. Абелишвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. Маглакелидзе. Определение пропускной способности электрических железных дорог по мощности тяговых подстанций при непарном движении 661

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- И. Ф. Ломтатидзе, Р. М. Саканделидзе, А. М. Фрадкин. К вопросу выбора структуры аналоговой части гибридного вычислительного комплекса специализированного исследовательского тренажера 665

БОТАНИКА

- \* В. Х. Гулмагарашвили. К вопросу изучения причины ветровала буковых деревьев, зараженных трутовыми грибами 671
- \* Ц. А. Микатадзе. К изучению зародышевых мешков у некоторых форм *Thea sinensis* L., распространенных в Грузии 675
- Д. А. Шаламберидзе, Н. А. Анели, Г. Э. Звиададзе. Анатомическое строение черешка листа некоторых сортов шелковицы 677

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Г. Я. Дараселия. Пигментные мутанты *Mycobacterium phlei*—продуценты каротиноидов 681

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Ш. А. Биркая, Н. Н. Буркадзе. Электроэнцефалографические показатели у близнецов 685
- М. Г. Девдариани, М. И. Кохия, А. С. Лоладзе. Функциональная нагрузка человеческого плода в процессе родов (звуковой стимул) как метод определения состояния плода 689

БИОХИМИЯ

- Э. Г. Киртадзе. Усвоение и превращение уксусной кислоты дрожжами при вторичном спиртовом брожении 693
- Э. Ш. Хуцураули, Е. Н. Цверава. Брадикининоген и активность кининаз плазмы крови при хроническом миелолейкозе 697

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- М. З. Мачавариани, Ц. К. Бегишвили. Содержание  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в клубеньках гороха 701

ЭТНОМОЛОГИЯ

- \* Д. Д. Хавтаси. Изучение биологии малого осинового усача *Saperda populnea* L. в условиях Восточной Грузии 706

ГИСТОЛОГИЯ

- Л. К. Шарашидзе, А. В. Хучуа, Н. С. Чхартшвили. Гистохимическое изучение окислительно-восстановительных ферментов в нейросекреторных ядрах собак 709
- \* Н. Д. Чхолария. Проллиферативная способность лимфоидных клеток субкапсулярной зоны тимуса мышей в возрастном аспекте 715

ЦИТОЛОГИЯ

- Н. В. Козлова, М. И. Маркозашвили, Г. Д. Туманишвили. Влияние времени гидролиза на результаты цитофотометрии ДНК ядер эритроцитов и почки курицы 717
- Э. И. Бакурадзе, В. А. Гогичайшвили, Г. Д. Туманишвили. Взаимоотношения фолликулярных клеток при развитии различных форм зоба 721

ГИДРОБИОЛОГИЯ

- З. М. Кереселидзе. Особенности формирования видового состава зоопланктона в двух разнотипных водохранилищах Восточной Грузии 725

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Т. А. Чурадзе. Гистохимические изменения в ЦНС при экспериментальной пневмонии 729
- М. В. Мшвидобадзе. Электронномикроскопический и иммуноморфологический анализ дифференцировки коллагеновых фибрилл в условиях тенопластики 733

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- \* М. Л. Кобахидзе. Динамика оксигемоглобина в условиях экспериментальной гипоксии миокарда и при применении «атепарина» 738

«ФИЛОЛОГИЯ

- \* В. В. Котетишвили. Морфологическая структура персидской рифмы 744
- \* Г. Е. Шетекаури. Синтаксический параллелизм в грузинской народной поэзии 747

ИСТОРИЯ

- \* В. Н. Ванишвили. Крах земской политики меньшевистского правительства 752
- \* Р. Д. Джанашия. Творческая связь производственных коллективов и научных работников в Грузии (1946—1955 гг.). 755

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

M. G. Tkhelidze. The Schwartz method for a weak solution of the first boundary problem for a parabolic-type linear differential equation	532
Abdel-Sattar A. Dabour. Homotopy axiom for projective homology groups	536
N. I. Markozashvili. On a certain general problem of optimal control with delay	540
M. I. Kadets. On relative projection constants and on one theorem of Z. A. Chanturia	543
A. I. Buadze. The peculiarities of principal theorems of the constructive theory of many-variable functions in the case of approximation by an "angle"	548
G. N. Tevzadze. On $P$ surfaces of projective space	552
G. K. Berikelashvili. Three-level economical difference schemes of high-order accuracy for parabolic systems	556
Z. G. Gurgadze, V. I. Tarieladze. Gaussian measures in Orlicz spaces	559

### MECHANICS

D. A. Labuntsov, A. V. Gomelauri. The cylinder and sphere in cross flow during film boiling in the absence of gravity forces	563
--	-----

### THEORY OF ELASTICITY

G. T. Zhorzholiani. Influence of stringer on the distribution of stresses near section ends	568
L. G. Doborjginidze. Solution of some plane problems for semi-linear materials	572

### CYBERNETICS

B. I. Tsertsvadze. On a class of self-orthogonal optimal linear codes	575
---	-----

### PHYSICS

Z. N. Chigogidze, N. P. Khuchua, L. M. Gutnik. Failure process of d. c. biased Gunn diodes of planar-end construction	580
R. I. Jibuti, H. M. Sallam. Concerning the problem of saturation in a cluster model	584
S. B. Doma. Studies of positive parity states of nuclei with $A=6$ in the unitary scheme model	588

---

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

GEOFYSICS

- V. N. Strakhov, V. V. Tkebuchava. On an analytic continuation of two dimensional potential fields in sectorial domains 592
- M. A. Aleksidze, V. Sh. Meskhia. Elastic gravitational stresses in the Earth's model 596
- A. I. Gvelesiani. On one case of movement in magnetohydrodynamics 600

ANALYTICAL CHEMISTRY

- R. P. Jorbenadze, V. S. Bostoganashvili, R. M. Pinyazhko. Spectrophotometric determination of phenothiazine-derived pharmaceutical drugs 604

ORGANIC CHEMISTRY

- G. Sh. Papava, S. V. Abnerova, N. A. Maisuradze, P. D. Tsiskarishvili, V. A. Sergeev, S. V. Vinogradova, V. V. Korshak, V. K. Shitikov. Regularities of the formation of resolic oligomers on the basis of bisphenols of norbornylidene type 608

PHYSICAL CHEMISTRY

- K. G. Japaridze, L. V. Devadze. Photochromism of some spirochromenes in glass state 611
- T. P. Gegenava, S. L. Kiperman. The kinetics and mechanism of isopropyl alcohol dehydrogenation on nickel catalyst in vapour phase 616

ELECTROCHEMISTRY

- K. G. Meladze, T. I. Lezhava. The influence of some inorganic cations on the overpotential during electrodeposition of cadmium 620

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- J. K. Kuchukhidze, E. I. Puchkova, T. N. Kolomiitseva, L. I. Eristavi. Dynamics of accumulation of cardiac glycosides in the leaves of *Rhodea japonica* (Thumb) Roth. depending on the conditions of growth and phase of development 623

GEOLOGY

- R. A. Ghambashidze. On some finds of the Upper Turonian molluscan fauna in the Azerbaijanian part of the Lesser Caucasus 628
- I. P. Gamkrelidze. Some considerations on the possible model of tectogenesis 632

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- A. A. Dzidziguri, A. D. Sepiashvili, Yu. A. Ratiani. On the damping of cross vibrations of blades of mine turbo-machines 636
- T. Sh. Gochitashvili, L. I. Makharadze. Problems of analysis of hydroabrasion wear 640

### METALLURGY

- R. B. Museridze. Study of the effect of a coolant on the piercing of tube billets 643  
 K. G. Papava, A. I. Tutberidze, L. N. Oklei. The experiment reliability criterion in tube quality investigation 647

### MACHINE BUILDING SCIENCE

- Yu. A. Melikishvili, R. A. Mikadze, Sh. V. Sarishvili. Investigation of skala oscillations of the basic regulator of the CTB weaving machine with account of the damping in the system 652

### POWER ENGINEERING

- D. G. Tskhviraashvili. On the dependence of the distribution coefficient of non-volatile substances on the density ratio of steam and water 655

### HEAT ENGINEERING

- F. N. Tavadze, G. V. Kashakashvili, O. N. Kvirikashvili, V. T. Sladkoshteev, O. N. Suladze, R. V. Potanin. Optimum secondary cooling regime for curved mould-type machine cast ingots 660

### ELECTROTECHNICS

- L. G. Abelishvili, T. A. Maglakelidze. Determination of the capacity of electrified railways by the capacity of transformer substations under unpaired traffic 664

### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- I. F. Lomtadze, R. M. Sakandelidze, A. M. Fradkin. On the selection of the analogue part structure of a hybrid computing system for specialized research simulator 667

### BOTANY

- V. Kh. Gulmagarashvili. On the study of the cause of the windfall of beech trees infected with tinder fungi 671  
 Ts. A. Mikatadze. Towards a study of the embryo sacs of some forms of *Thea sinensis* L., common in Georgia 675  
 D. A. Shalamberidze, N. A. Anely, G. E. Zviadadze. Anatomical structure of the leaf pedicel of some varieties of mulberry tree 680

### GENETICS AND SELECTION

- G. Ya. Daraselia. Pigmental mutants, *Mycobacterium phlei*-producers of carotenoids 683

### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- Sh. A. Birkaia, N. N. Burkadze. Electroencephalographic indices in twins 687

- M. G. Devdariani, M. I. Kokhia, A. S. Loladze. The functional load of the fetus in the process of delivery (sound stimulus) as a method of determining the state of the fetus (electrophysiological investigation) 692

#### BIOCHEMISTRY

- E. G. Kirtadze. Uptake and transformation of acetic acid by yeasts during secondary alcoholic fermentation 696
- E. Sh. Khutsurauli, H. N. Tsverava. Bradykininogen and kininase activity of the blood plasma during chronic myeloleucosis 699

#### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- M. Z. Machavariani, Ts. K. Begishvili. The  $\alpha$ -keto-glutaric acid content in tubercles of the pea (*Pisum sativum*) 702

#### ENTOMOLOGY

- D. D. Khavtasi. A biological study of the poplar borer (*Saperda populnea* L.) in eastern Georgia 707

#### HISTOLOGY

- L. K. Sharashidze, A. V. Khuchua, N. S. Chkhartishvili. Histochemical study of oxidation-reduction enzymes in the dog's neurosecretory nucleus 711
- N. D. Tchkholaria. Proliferative capacity of lymphoid cells in the subcapsular zone of the mouse thymus in the age aspect 716

#### CYTOLOGY

- N. V. Kozlova, M. I. Markozashvili, G. D. Tumanishvili. The effect of hydrolysis time on feulgen stain in the nuclei of hen erythrocytes and kidney epithelial cells 720
- E. I. Bakuradze, V. A. Gogichaishvili, G. D. Tumanishvili. Interrelationships of follicular cells in the course of development of various forms of goiter 723

#### HYDROBIOLOGY

- Z. M. Kereselidze. Peculiarities of the formation of the zooplankton species composition in two different-type reservoirs in eastern Georgia 727

#### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- T. A. Churadze. Histochemical changes in the central nervous system in experimentally induced pneumonia 731
- M. V. Mshvidobadze. Electron microscopic and immunomorphological analysis of the differentiation of collagenic fibrils under conditions of tenoplasty 736

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

- M. L. Kobakhidze. Oxyhemoglobin dynamics during experimental hypoxia of the myocardium and after administration of *Ateparin* 739

---

PHILOLOGY

- V. V. Kotetishvili. Morphological structure of Persian rhyme 744  
G. E. Shetekauri. Syntactical parallelism in Georgian folk poetry 748

HISTORY

- V. N. Vanishvili. Bankruptcy of the *Zemstvo* policy of the menshevist government 752  
R. D. Janashia. Creative relations of industrial organizations and the scientists of Georgia (1946—1955) 756





М. Г. ТХЕЛИДZE

МЕТОД ШВАРЦА ДЛЯ «СЛАБОГО» РЕШЕНИЯ ПЕРВОЙ  
 КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ  
 ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 10.12.1973)

Обозначим через  $E_n$   $n$ -мерное евклидово пространство точек с координатами  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , через  $(x, t)$  — произвольную точку  $(n+1)$ -мерного пространства  $R_{n+1} = E_n \times (-\infty, +\infty)$ , через  $D$  — ограниченную область в пространстве  $R_{n+1}$ , заключенную между плоскостями  $t=0, t=T$ . Пусть  $\bar{D}$  — замыкание  $D$ . Мы предполагаем, что пересечение  $D_0$  плоскости  $t=0$  и множества  $\bar{D}$  не пусто. Через  $\bar{S}$  обозначим замыкание множества граничных точек  $D$ , для которых  $t \neq 0$  и  $t \neq T$ . Точки  $\bar{S}$ , не принадлежащие плоскости  $t=0$ , обозначим через  $S$ , совокупность точек  $S$  и  $D_0$  — через  $\Gamma$ . При этом будем считать, что  $S \in A^1$ .

Определение. Функция  $u(x, t)$  называется обобщенным „слабым“ решением первой краевой задачи для уравнения  $L$  параболического типа

$$\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left( A_{ij}(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n B_i(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_i} + c(x, t)u - \frac{\partial u}{\partial t} = F(x, t) \quad (1)$$

в области  $D$  с условиями

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad (2)$$

$$u(x, t)|_S = \psi(x, t), \quad (3)$$

если  $u(x, t) \in \dot{W}^{1,1}(D)$  и для каждой функции  $\Phi(x, t) \in \dot{W}^{1,1}(D)$  справедливо соотношение

$$\iint_D \left[ \sum_{i,j=1}^n A_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_j} \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} - \left( \sum_{i=1}^n B_i \frac{\partial u}{\partial x_i} + cu - \frac{\partial u}{\partial t} - F + \right. \right. \\ \left. \left. + L(\psi(x, t)) \Phi \right] dx dt = 0. \quad (4)$$

Предполагаем, что  $A_{ij}(x, t), B_i(x, t)$  и  $c(x, t)$  ограничены и измеримы,  $F(x, t), L(\psi(x, t)) \in L_2(D)$  и  $\varphi(x) \in W^1(D_0), \psi(x, t) \in L_2(D)$  [1].

Заметим, что требование выполнения тождества (4) для всех  $\Phi(x, t) \in \dot{W}^{1,1}(D)$  эквивалентно требованию выполнения этого тождества для всех  $\Phi(x, t) \in \dot{C}^\infty(D)$ . Это следует из того, что множество функции класса  $\dot{C}^\infty(D)$  плотно в  $\dot{W}^{1,1}(D)$  (см. [2]).

Пусть  $D$  представляет собой объединение двух областей  $D_1$  и  $D_2$ . Введем обозначения:  $S_1 = S'_1 \cup S''_1, S_2 = S'_2 \cup S''_2, S = S'_1 \cup S'_2$ , где  $S'_1, S'_2$  — те

ქ. შარვაშიძის სახ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბიბლიოთეკა

части границ областей  $D_1$  и  $D_2$ , которые лежат внутри областей  $D_2$  и  $D_1$  соответственно. Пересечение областей  $D_1$  и  $D_2$  обозначим через  $D'$ .

Докажем существование и единственность обобщенного «слабого» решения первой краевой задачи (1)–(2)–(3). Для этого применим метод Шварца.

**Теорема.** Если в областях  $D_1$  и  $D_2$  существуют единственные обобщенные «слабые» решения первой краевой задачи уравнения (1) для любых допустимых условий типа (2)–(3), то существует единственное обобщенное «слабое» решение задачи (1)–(2)–(3) в области  $D$ .

**Доказательство.** Продолжим функцию  $\psi(x, t)$  на  $S_1''$  и обозначим ее через  $\psi_1(x, t)$ . Образует две последовательности функций  $\{u_m\}$  и  $\{\bar{u}_m\}$ , удовлетворяющих уравнению (1) соответственно в областях  $D_1$  и  $D_2$  и условиям

$$n_m = \begin{cases} \varphi(x) \text{ при } t = 0, \\ \psi(x, t) \text{ на } S_1', \\ \bar{u}_{m-1}(x, t) \text{ на } S_1''; \end{cases} \quad \bar{n}_m = \begin{cases} \varphi(x) \text{ при } t = 0, \\ \psi(x, t) \text{ на } S_2', \\ u_m(x, t) \text{ на } S_2''; \end{cases} \quad (5)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots \quad \bar{u}_0 = \psi_1(x, t) \text{ на } S_1''.$$

По допущению, это всегда возможно, если, например, считать, что все коэффициенты уравнения (1) непрерывны в  $\bar{D}$ ,  $\frac{\partial A_{ij}(x, t)}{\partial t}$  ограничены, а правая часть  $F(x, t) \in L_2(D)$ . Матрица  $\|A_{ij}(x, t)\|$  – симметричная и положительно определенная:

$$\sum_{i, j=1}^n A_{ij} \alpha_i \alpha_j \geq \mu \sum_{i=1}^n \alpha_i^2, \quad \mu > 0 \quad (\text{см. [1], § 6}).$$

Итак, получим две последовательности  $\{u_m\}$  и  $\{\bar{u}_m\}$ , которые обозначим через  $v_m = u_m - u_{m-1}$  и  $\bar{v}_m = \bar{u}_m - \bar{u}_{m-1}$ . Сходимость последовательностей  $\{u_m\}$  и  $\{\bar{u}_m\}$  равносильно сходимости рядов  $\sum_{m=2}^{\infty} v_m$  и  $\sum_{m=2}^{\infty} \bar{v}_m$ , причем  $v_m$  и  $\bar{v}_m$  уже являются соответственно решениями линейного однородного уравнения

$$\sum_{i, j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left( A_{ij}(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n B_i(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_i} + c(x, t) u - \frac{\partial u}{\partial t} = 0. \quad (6)$$

Сначала докажем существование обобщенного решения задачи (1)–(2)–(3) при условии, что

$$\varphi(x) \in \dot{C}^1(D^0), \quad F(x, t) \in C(\bar{D}), \quad \psi(x, t) \in C^2(\bar{D}).$$

Для этого докажем лемму, аналогичную лемме из [3]. Пусть область  $\bar{D}$  разделена на две области  $\bar{D}_1$  и  $\bar{D}_2$  поверхностью  $n$ -го измерения  $\Omega$ ,  $\Omega \subset \bar{D}$ ,  $\Omega \cap S = \Gamma'$ . Тогда будем иметь  $\bar{D}_1 = D_1 \cup S_1 \cup \Omega$ ,  $\bar{D}_2 = D_2 \cup S_2 \cup \Omega$ ,  $S = S_1 \cup S_2$ . Предположим, что  $\Omega$  разбивает  $D$  так, что в точках пересечения поверхностей  $S$  и  $\Omega$  касательные гиперплоскости не совпадают вдоль поверхностей  $S$  и  $\Omega$ .

Справедлива следующая

Лемма. Если  $u(x, t)$  есть регулярное решение линейного параболического уравнения (5) в области  $D$ , удовлетворяющее условиям

$$u(x, t)|_{t=0} = 0, \quad u|_{S_1} = 0, \quad |u|_{S_2} \leq M,$$

то существует такое положительное число  $\theta < 1$ , зависящее от геометрических свойств области  $D$  и поверхности  $\Omega$ , но не зависящее от числа  $M$ , что на  $\Omega$  имеет место неравенство

$$|u|_{\Omega} \leq \theta \cdot M. \quad (7)$$

Теперь заметим, что для уравнения (5) лемма Шварца справедлива. Так как  $|v_m|_{S_2} \leq \max_{S_1^*} |\bar{v}_{m-1}| \cdot \theta_1$ ,  $0 \leq \theta_1 \leq 1$ , то по лемме имеем

$$|v_m|_{S_1^*} \equiv |\bar{v}_{m-1}|_{S_1^*}, \quad |v_m|_{S_2} \leq \max_{S_1^*} |\bar{v}_{m-1}| \cdot \theta_1.$$

Аналогично находим, что

$$|\bar{v}_{m-1}|_{S_1^*} \leq \max_{S_2^*} |v_{m-1}| \cdot \theta_2, \quad 0 \leq \theta_2 \leq 1.$$

Отсюда

$$|v_m|_{S_2} \leq \theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \max_{S_2^*} |v_{m-1}|. \quad (8)$$

Аналогичное неравенство получается и для  $\bar{v}_m$ . Отсюда же следует, что  $u_m$  и  $\bar{u}_m$  сходятся равномерно, причем быстрее, чем геометрическая прогрессия со знаменателем  $q = \theta_1 \cdot \theta_2$ .

Теперь докажем, что  $u(x, t) \equiv \bar{u}(x, t)$  в  $D'$ . На  $S_1^*$  и  $S_2^*$   $u_m$  и  $\bar{u}_m$  связаны соотношениями  $u_m = \bar{u}_{m-1}$  на  $S_1^*$ ,  $u_m = \bar{u}_m$  на  $S_2^*$ .

Если в этих равенствах перейти к пределу при  $m \rightarrow \infty$ , то  $u_m$  и  $\bar{u}_m$  будут иметь одинаковые значения на  $S_1^*$  и  $S_2^*$ . Из теоремы единственности решения первой краевой задачи (см. теорему 2 § 5 работы [1]) следует, что в области  $D'$   $u(x, t) \equiv \bar{u}(x, t)$ .

Остается показать, что предельная функция  $u(x, t)$  является обобщенным «слабым» решением задачи (1)—(2)—(3). Переходя к пределу в тождестве (4), переписанном для допредельных решений  $u_m(x, t)$ , получаем, что функция  $u(x, t)$  тоже удовлетворяет этому тождеству.

Если перенести рассуждения § 6 работы [1], составляя равенства (6.16), (6.17), то получим, что предельная функция  $u(x, t)$  выполняет условия (2)—(3), чем существование и единственность обобщенного «слабого» решения задачи (1)—(2)—(3) при условии, что  $\varphi(x) \in \hat{C}^1(D_0)$   $F(x, t) \in C(\bar{D})$ ,  $\psi(x, t) \in C^2(\bar{D})$ , доказаны.

Пусть теперь  $\varphi(x) \in W^1(D_0)$ ,  $F(x, t) \in L_2(D)$ ,  $\psi(x, t) \in L_2(D)$ . Построим последовательности  $\varphi_m(x) \in C^\infty(D_0)$ ,  $F_m(x, t) \in C(D)$ ,  $\psi(x, t) \in C^2(D)$ , такие, что  $\varphi_m \rightarrow \varphi$  в норме  $W^1(D_0)$ ,  $F_m \rightarrow F$ ,  $L(\psi_m) \rightarrow L(\psi)$  в норме  $L_2(D)$ .

По доказанному, для каждой тройки функций  $\varphi_m, F_m(x, t), L(\psi_m)$  в области  $D$  существует обобщенное слабое решение  $u_m(x, t)$  уравнения

$$\sum_{i, j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left( A_{ij} \frac{\partial u_m}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n B_i \frac{\partial u_m}{\partial x_i} + c(x, t) u_m - \frac{\partial u_m}{\partial t} = F_m(x, t)$$

с условиями

$$\begin{aligned} u_m|_{t=0} &= \varphi_m(x), \\ u_m|_s &= \psi_m(x, t). \end{aligned}$$

Учитывая оценку (4), получаем, что функции  $u_m(x, t)$  ограничены в норме  $W^{1,1}(D)$  равномерно по  $m$ . Следовательно, можно выбрать подпоследовательность  $u_{m_k}$ , слабо сходящуюся в  $W^{1,1}(D)$  к функции  $u(x, t)$ . Аналогично тому, как это сделано выше, доказываем, что  $u|_{t=0} = \varphi(x)$  и  $u|_s = \psi(x, t)$  и что  $u(x, t)$  удовлетворяет условию (4).

Единственность решения  $u(x, t)$  доказывается повторением рассуждения теоремы 2 § 5 работы [1].

Академия наук Грузинской ССР Тбилисский государственный университет  
Вычислительный центр

(Поступило 28.12.1973)

მათემატიკა

მ. თხელიძე

პარაბოლური ტიპის წრფივი დიფერენციალური განტოლებების  
პირველი სასაზღვრო ამოცანის „სუსტი“ ამოხსნა  
შვარცის მეთოდით

რეზიუმე

მოცემულია შვარცის მეთოდის დახმარებით პირველი სასაზღვრო ამოცანის „სუსტი“ განზოგადოებული ამოხსნის შესაძლებლობა  $(n+1)$  განზომილებიანი  $R_{n+1} = E_n \times (-\infty, +\infty)$  ორი არის  $D_1$  და  $D_2$ -ის გაერთიანებაზე. დამტკიცებულია თეორემა.

MATHEMATICS

M. G. TKHELIDZE

### THE SCHWARTZ METHOD FOR A WEAK SOLUTION OF THE FIRST BOUNDARY PROBLEM FOR A PARABOLIC-TYPE LINEAR DIFFERENTIAL EQUATION

Summary

The feasibility of solving the first boundary problem for a parabolic-type linear differential equation by the Schwartz method is indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Ильин, А. С. Калашникова, О. А. Олейник. УМН, т. 17, вып. 3 (105), 1962.
2. С. Л. Соболев. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Л., 1950.
3. М. Г. Тхелидзе. Вопросы прикладной математики. Тбилиси, 1970.



МАТЕМАТИКА

АБДЕЛЬ-САТТАР А. ДАБУР

АКСИОМА ГОМОТОПИИ ДЛЯ ПРОЕКЦИОННЫХ ГРУПП  
 ГОМОЛОГИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 10.4.1974)

Проекционной группой гомологии компактного пространства  $X$  над группой  $G$  коэффициентов мы называем группу, которая определяется следующим образом. Рассматриваем отображения  $f$  счетного локально-конечного комплекса  $K$  в пространство  $X$ —называемые регулярными отображениями—ставящие в соответствие вершинам комплекса  $K$  точки пространства  $X$  так, что, каково бы ни было конечное открытое покрытие  $O$  пространства  $X$ , образы вершин почти всех симплексов из  $K$  содержатся в элементах покрытия  $O$ . В совокупности  $\Omega(X)$  пар  $\alpha=(K, f)$ , где  $K$ —любой объект из категории всех счетных локально-конечных симплициальных комплексов и их симплициальных изоморфных вложений, а  $f:K \rightarrow X$ —любое регулярное отображение, введем порядок, полагая  $\alpha < \beta$ ,  $\beta=(K_1, f_1) \in \Omega(X)$ , если существует по крайней мере одно вложение  $\pi_{\alpha\beta}^i:K \rightarrow K_1$ , для которого  $f_1 \pi_{\alpha\beta}^i = f$ . Можно показать, что  $\Omega(X)$ —направленное множество. Каждому  $\alpha=(K, f)$  из  $\Omega(X)$  приведем в соответствие группу гомологии бесконечных  $p$ -мерных циклов  $H_\alpha = H_p(K; G)$  комплекса  $K$  над группой коэффициентов  $G$ . Если  $\alpha < \beta$ , то отображения  $\pi_{\alpha\beta}^i:K \rightarrow K_1$  индуцируют гомоморфизмы  $\pi_{\alpha\beta*}^i: H_\alpha \rightarrow H_\beta$ . Можно показать, что группы  $H_\alpha$  и гомоморфизмы  $\pi_{\alpha\beta*}^i$  порождают прямой спектр со многими гомоморфизмами  $\{H_\alpha, \pi_{\alpha\beta*}^i\}$  в смысле [1]. Предельную группу этого спектра мы и назовем  $p$ -мерной проекционной группой гомологии пространства  $X$  над группой коэффициентов  $G$  (ср. [2]). Обозначим ее через  $H_p(X; S; G)$ . Если  $X$ —компактное метрическое пространство, то можно показать, что группа  $H_p(X; S; G)$  совпадает с группой гомологии Стиррода [3]. Приведенное ниже доказательство наличия аксиомы гомотопии нам кажется имеет значение и в случае группы Стиррода.

Если  $X$  и  $Y$ —два компактных пространства, а  $g$ —непрерывное отображение пространства  $X$  в  $Y$ , то, ставя в соответствие каждой паре  $\alpha=(K, f)$  из  $\Omega(X)$  пару  $g(\alpha)=(K, gf)$  из  $\Omega(Y)$ , мы получаем гомоморфизм  $g_*: H_p(X; S; G) \rightarrow H_p(Y; S; G)$  следующим образом: если  $A_p \in H_p(X; S; G)$ , а  $h_\alpha \in H_\alpha = H_p(K; G)$  есть представитель элемента  $A_p$ , то  $h_\alpha$ , рассматриваемый как элемент группы  $H_{g(\alpha)} = H_p(K; G)$ , определяет элемент  $B_p$  группы  $H_p(Y; S; G)$ , представителем которого он является в соответствующем спектре. Мы полагаем, что  $g_*(A_p) = B_p$ , и этот гомоморфизм называем гомоморфизмом, индуцированным отображением  $g$ .

**Теорема.** Если  $g_0$  и  $g_1$  суть гомотопные отображения компактного пространства  $X$  в компактное пространство  $Y$ , то индуцированные этими отображениями гомоморфизмы  $g_{0*}$  и  $g_{1*}$  группы  $H_p(X; S; G)$  в группу  $H_p(Y; S; G)$  совпадают.

**Доказательство.** Пусть  $O = \{O_\lambda\}_{\lambda \in M}$  — семейство всех конечных открытых покрытий пространства  $X$ , а  $B = \{B_i\}_{i \in N}$  — некоторая последовательность конечных открытых покрытий единичного отрезка  $I = [0, 1]$ , удовлетворяющая следующим условиям: 1)  $B_i \subset B_j$ , если  $i < j$ ; 2)  $\text{diam } B_i \rightarrow 0$  при  $i \rightarrow \infty$ . Нам понадобится следующая

**Лемма.** Для компактного пространства  $X \times I$  семейство  $\{O_\lambda \times B_i\}_{\substack{\lambda \in M \\ i \in N}}$

состоящее из конечных покрытий, где  $O_\lambda \in O$  и  $B_i \in B$ , является конечным подмножеством множества  $\{\tau\}$  всех конечных открытых покрытий пространства  $X \times I$ .

**Доказательство леммы.** Пусть  $\tau = \{U_\nu\}$  — произвольное конечное открытое покрытие пространства  $X \times I$ ,  $x$  — произвольная точка из  $X$ , а  $(x, t)$  — какая-либо точка из  $I_x = x \times I$ . Выберем такие открытые множества  $V(x) \subset X$  и  $I_x(t) \subset I$ , что множество  $V(x) \times I_x(t)$  содержит точку  $(x, t)$  и содержится в одном из подмножеств  $U_\nu$ , именно в одном из  $U_\nu$ , содержащем точку  $(x, t)$ . Совокупность  $\{V(x) \times I_x(t)\}$  при любом фиксированном  $x \in X$  и при всех  $t \in I$  определяет открытое покрытие пространства  $I_x$ . Выберем из него конечное покрытие  $\{V_r^{(x)} \times I_x(t_{r(x)})\}$ ,  $r(x) = 1, 2, \dots, k(x)$ . Пусть  $V_x = \bigcap_{r(x)=1}^{k(x)} V_r^{(x)}$ . Система  $\omega_x = \{I_x(t_{r(x)})\}_{r(x)=1}^{k(x)}$  есть

открытое покрытие пространства  $I$ . Пусть  $\varepsilon_x > 0$  является числом Лебега покрытия  $\omega_x$ . Тогда существует покрытие  $B_{I(x)}$  из системы  $B$ , для которого  $\text{diam } B_{I(x)} < \varepsilon_x$ . Следовательно,  $B_{I(x)}$  вписано в покрытие  $\omega_x$ . Можно показать, что множество  $V_x \times b$ , где  $b \in B_{I(x)}$ , содержится в каком-либо  $U_\nu$  из  $\tau$ . Так как  $X$  — компактное пространство, то существует конечное число точек  $x_1, x_2, \dots, x_s$  из  $X$ , таких, что система  $V = \{V_{x_j}\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, s$ , покрывает  $X$ . Пусть  $m$  наибольшее из  $\{k(x_j)\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, s$ . Тогда  $B_m \in B$  является открытым покрытием пространства  $I$ , вписанным в каждое покрытие  $B_{I(x_j)}$ ,  $j = 1, 2, \dots, s$ . Можно показать, что система  $V \times B_m$  образует конечное открытое покрытие пространства  $X \times I$ , вписанное в покрытие  $\tau$ , что завершает доказательство леммы.

Для доказательства теоремы нам следует показать, что для любого элемента  $h_\alpha = [Z_p]$  группы  $H_\alpha = H_p(K; G)$ , где  $\alpha = (K, f) \in \Omega(X)$ , элементы  $h_{\alpha_0} = [Z_p]$  группы  $H_{\alpha_0} = H_p(K; G)$  и  $h_{\alpha_1} = [Z_p]$  группы  $H_{\alpha_1} = H_p(K; G)$  определяют один и тот же элемент группы  $H_p(Y; S; G)$ , где  $\alpha_0 = (K, g_0 f)$  и  $\alpha_1 = (K, g_1 f)$  принадлежат множеству  $\Omega(Y)$ , а  $Z_p$  —  $p$ -мерный цикл комплекса  $K$  над  $G$ . Пусть  $g(x, t)$ ,  $0 \leq t \leq 1$  — функция, осуществляющая гомотопию отображений  $g_0$  и  $g_1$ , а  $K \times I$  — произведение комплекса  $K$  на единичный отрезок  $I$ . Для каждой вершины  $a \in K$  ребро  $a \times I$  отображаем по формуле  $\varphi(a, t) = g(f(a), t)$ . Тогда  $\varphi$  совпадает с  $g_0 f$  на  $K \times 0$  и с  $g_1 f$  на  $K \times 1$ . Отображение  $\varphi$  можно рассматривать как композицию  $gF$ , где  $F = f \times 1_I$ ,

а  $1_I$  — тождественное отображение отрезка  $I$  на себя. Для доказательства регулярности отображения  $\varphi$  достаточно доказать регулярность отображения  $F$ . Определим подразделение призмы  $K \times I$  в симплициальный комплекс  $\widehat{K}$  так, чтобы  $F$ , рассматриваемое только на вершинах подразделения, было регулярным отображением комплекса  $\widehat{K}$  в пространство  $X \times I$ . Для этого упорядочим как-либо множество вершин комплекса  $K$  в последовательность  $\{a^n\}$ . На ребре  $a^n \times I$  введем новые  $2^n - 1$  вершин  $b_s^n = \left( a^n, \frac{s}{2^n} \right)$ ,  $s = 1, 2, \dots, 2^n - 1$ . Ясно, что расстояние на  $a^n \times I$  между соседними

вершинами равняется  $\frac{1}{2^n}$ . Каждому симплексу  $\sigma = (a^{i_0}, \dots, a^{i_p})$ ,  $i_0 < i_1 < \dots < i_p$ , комплекса  $K$  соответствуют в призме  $\sigma \times I$  новые  $p$ -мерные симплексы  $b_{i_0(r)}^{i_0}, \dots, b_{i_p(r)}^{i_p}$ ,  $r = 1, 2, \dots, 2^{i_0} - 1$ , где  $l_k(r) = r \cdot 2^{i_k - i_0}$ . Таким образом, призма  $\sigma \times I$  подразделяется в  $2^{i_0}$  невыражающиеся призмы, каждую из которых будем обозначать через  $\Delta(\sigma)$ . Высота призмы  $\Delta(\sigma)$  — обозначим ее через  $I(\sigma)$  — равняется  $\frac{1}{2^{i_0}}$ . Каждую призму  $\Delta(\sigma)$  подразделим

теперь тем методом подразделения призм, который указан в [3]. Проведя эти операции для всех симплексов комплекса  $K$ , получим нужный нам симплициальный комплекс  $\widehat{K}$ . Докажем, что  $F$  — регулярное отображение. Возьмем любое открытое покрытие  $O_\lambda \times B_i$ , где  $O_\lambda \in O$  и  $B_i \in B$ , из семейства  $\{O_\lambda \times B_i\}_{\substack{\lambda \in M \\ i \in N}}$  конечных открытых покрытий пространства

$X \times I$ . Возьмем  $n$  настолько большим, чтобы выполнялись условия: 1) если  $\sigma = (a^{i_0}, \dots, a^{i_p})$ , где  $i_0 < i_1 < \dots < i_p$  и  $i_0 \geq n$ , есть симплекс комплекса  $K$ , то его образ при отображении  $f$  содержится в элементах покрытия  $O_\lambda$  из  $O$ ; 2)  $\frac{1}{2^n} < \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — число Лебега покрытия  $B_i \in B$ . Нетрудно видеть, что такое  $n$  всегда существует. Рассмотрим все те симплексы  $\sigma = (a^{i_0}, \dots, a^{i_p})$ ,  $i_0 < \dots < i_p$ , комплекса  $K$ , у которых  $i_0 \geq n$ . Тогда высота  $I(\sigma)$  призмы  $\Delta(\sigma)$  меньше  $\varepsilon$  и при отображении  $F$  множество  $I(\sigma)$  содержится по крайней мере в одном элементе покрытия  $B_i \in B$ . Поэтому

если  $\widehat{\sigma}$  есть какой-либо симплекс комплекса  $\widehat{K}$ , получающийся из подразделения призмы  $\sigma \times I$ , то множество  $F(\widehat{\sigma})$  содержится по крайней мере в одном элементе покрытия  $O_\lambda \times B_i$  пространства  $X \times I$ . Это означает, что отображение  $F: \widehat{K} \rightarrow X \times I$  является регулярным относительно системы  $\{O_\lambda \times B_i\}_{\substack{\lambda \in M \\ i \in N}}$  и, следовательно, регулярным вообще. Таким образом, пара  $\gamma = (\widehat{K}, \varphi)$  принадлежит множеству  $\Omega(Y)$ . Кроме того,  $\gamma > \alpha_0$  и  $\gamma > \alpha_1$ . Так как циклы  $Z_p \times 0$  и  $Z_p \times 1$  гомологичны между собой в  $\widehat{K}$ , то  $\pi_{\gamma_0 \gamma_*}(h_{\gamma_0}) =$

$= \pi_{\alpha_1 \gamma_*}(h_{\alpha_1})$ , где  $\pi_{\alpha_0 \gamma}: K \rightarrow \widehat{K}$  и  $\pi_{\alpha_1 \gamma}: K \rightarrow \widehat{K}$  суть изоморфные симплициальные вложения, определенные равенствами  $\pi_{\alpha_0 \gamma}(a) = (a, 0)$  и  $\pi_{\alpha_1 \gamma}(a) = (a, 1)$  для любой вершины  $a \in K$ , ч. т. д.

Благодарю проф. Е. Г. Скляренко за советы.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.4.1974)

მათემატიკა

აბდელ-სატარ ა. დაბური

ჰომოტოპიის აქსიომა პროექციული ჰომოლოგიის  
ჯგუფებისათვის

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ კომპაქტურ სივრცეთა პროექციული ჰომოლოგიის ჯგუფებისათვის, რომლებიც სტინროდის ჰომოლოგიის ჯგუფების განზოგადებას წარმოადგენენ, ადგილი აქვს ჰომოტოპიის აქსიომას.

MATHEMATICS

ABDEL-SATTAR A. DABOUR

## HOMOTOPY AXIOM FOR PROJECTIVE HOMOLOGY GROUPS

### Summary

It is proved that projective homology groups of compact spaces, generalizing Steenrod's homology groups, satisfy the homotopy axiom.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Hurewicz, J. Dugundji, C. H. Dowker. Continuous connectivity groups in terms of limit groups. Ann. Math. 49:2, 1948, 391—405.
2. Г. С. Чогошвили. УМН, т. XXI, вып. 4 (130), 1966, 23—34.
3. N. Steenrod. Regular cycles of compact metric spaces. Ann. Math., 41, 1940, 833—851.



Н. И. МАРКОЗАШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ОБЩЕЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
 С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 22.11.1973)

1. Обозначения. Пусть  $X, Y$  —  $B$ -пространства,  $R$  — числовая прямая. Через  $C([\alpha_1, \alpha_2], X)$  обозначается пространство непрерывных на  $[\alpha_1, \alpha_2] \subset R$  функций, принимающих значения из  $X$ , с нормой равномерной

сходимости. Приняты сокращения:  $C = C(J, X) = C([0, 1], X)$ ,  $C_s = C(J_s, X) = C([- \tau, s], X)$ , где  $s \in J$ , а  $\tau = \text{const} > 0$ . Через  $C^1(X, Y)$  будем обозначать пространство ограниченных непрерывных функций  $\varphi: X \rightarrow Y$ , имеющих ограниченную непрерывную производную Фреше. Норма функции  $\varphi \in C^1(X, Y)$  определяется равенством  $|\varphi| = \sup_{x \in X} (|\varphi(x)| + |\varphi'(x)|)$ . Далее,

обозначим через  $V_0(J, X^*)$   $B$ -пространство, образованное функциями ограниченной вариации  $x^*$ , отображающими  $J$  в пространство  $X^*$ , сопряженное к  $X$ , которые непрерывны слева во внутренних точках  $J$  и удовлетворяют условию  $x^*(1) = 0$ . Норма функции  $x^* \in V_0(J, X^*)$  определяется равенством

$$|x^*|_{V_0} = \sup \sum_{k=1}^n |x^*(t_k) - x^*(t_{k-1})|_{X^*}, \text{ где верхняя грань берется по все-$$

возможным разбиениям  $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_n = 1$  промежутка  $J$ .

2. Постановка задачи. Пусть  $X, Q$  —  $B$ -пространства,  $K$  — частично упорядоченное  $B$ -пространство, конус  $K_+$  положительных элементов которого замкнут и содержит внутренние точки. Для каждого  $s \in J$  определим оператор  $A_s: C_1 \rightarrow C_0$  следующим образом:  $\xi = A_s x$ , где

$$\xi(t) = (A_s x)(t) = x(t + s), \quad -\tau \leq t \leq 0, \quad x \in C_1. \quad (1)$$

Пусть  $\Gamma$  — множество управляющего типа (см. [1]) из пространства  $Y = L_1(J, C^1(C_0, K \times X))$ . Функция  $l \in Y$  есть функция двух аргументов  $t, \xi$ , измеримая по  $t$  для каждого  $\xi \in C_0$  и непрерывно дифференцируемая по  $\xi$  для почти всех  $t \in J$ . Через  $f$  и  $g$  обозначим проекции  $l$  на  $K$  и  $X$  соответственно. Пусть, кроме того,  $x^0 \in X$ .

Задача 1. Пусть  $q \in C^1(X \times C_0 \times C_0, Q)$ . Найти минимум интеграла

$$\int_0^1 f(s, A_s x) ds \quad (2)$$

на множестве  $D = \Gamma \times C_1 \times X$  при ограничениях

$$x(t) = x^0 + \int_0^t g(s, A_s x) \cdot ds, \quad t \in J, \quad (3)$$

$$q(x^0, A_0 x, A_1 x) = 0. \quad (4)$$

Отметим, в частности, задачу с неподвижным левым концом, когда (4) имеет вид

$$x^0 - x(0) = 0, \quad A_0 x - \eta = 0, \quad \tilde{q}(x(1)) = 0, \quad (5)$$

где  $\eta \in C_0$  — фиксированная начальная функция,  $\tilde{q}: X \rightarrow \tilde{Q}$ , а  $\tilde{Q}$  —  $B$ -пространство.

Положим  $M = D \times K_+$ ,  $W = K \times C \times Q$ . Исходя из (2)–(3)–(4) определим отображение  $p: M \rightarrow W$  так же, как и в [1]. Отображение  $p$  непрерывно дифференцируемо в смысле Фреше и производная его  $T = p'(z)$  определяется по формулам

$$T_1 \delta z = \int_0^1 [\delta f(s, A_s x) + f_{\xi}(s, A_s x) \cdot A_s \delta x] \cdot ds + \delta k, \quad (6)$$

$$T_2(\delta z, t) = \delta x(t) - \delta x^0 - \int_0^t [\delta g(s, A_s x) + g_{\xi}(s, A_s x) \cdot A_s \delta x] \cdot ds, \quad (7)$$

$$T_3 \delta z = D_1 q \cdot \delta x^0 + D_2 q \cdot A_0 \delta x + D_3 q \cdot A_1 \delta x.$$

Здесь  $\delta z = z' - z = (\delta l, \delta x, \delta x^0, \delta k)$ , а через  $D_i q$  обозначены частные производные (Фреше) функции  $q$  по  $i$ -му аргументу.

3. Необходимое условие оптимальности. Если  $z$  — критическая точка отображения  $p$  и  $T$  — накрывающее отображение [1] в точке  $z$ , то существует такая окрестность  $V$  точки  $z$  и такой ненулевой функционал  $\omega^* \in W^*$ , что для всех  $z' \in M \cap V$  выполняется неравенство

$$\omega^* T \delta z \leq 0, \quad (8)$$

где

$$\delta z = z' - z \in M_z - V_z, \quad M_z = M - z, \quad V_z = V - z.$$

Для того чтобы отображение  $T$  было накрывающим в точке  $z$ , необходимо и достаточно, чтобы существовала такая точка  $\delta z \in M_z \cap S$ , что множество

$$P = \bigcap_{\varepsilon > 0} \overline{S_0} T_3(T_2^{-1}(S(T_2 \delta z, \varepsilon))) \cap S \quad (9)$$

содержит внутреннюю точку. Здесь  $S = S(0; r)$  — шар достаточно малого радиуса. Пусть  $\omega^* = (\chi, \varphi, \psi) \in W^* = K^* \times V_0(J, X^*) \times Q^*$ . Из (7), (8) для задачи 1, учитывая независимость приращений  $\delta l, \delta x, \delta x^0, \delta k$ , получаем, что для всех  $\delta z \in M_z \cap V_z$  справедливы неравенства

$$\int_0^1 [\lambda \cdot \delta f + \varphi \cdot \delta g] \cdot ds \leq 0, \quad (10)$$

$$\int_0^1 A_s^* [f_{\xi}^* \lambda + g_{\xi}^* \varphi] \cdot \delta x \cdot ds + \int_0^1 d\varphi(t) \cdot \delta x(t) + [A_0^* D_2 q^* \psi + A_1^* D_3 q^* \psi] \cdot \delta x \leq 0, \quad (11)$$

$$\varphi(0) \cdot \delta x^0 + D_1 q^* \psi \cdot \delta x^0 \leq 0, \quad (12)$$

$$z \cdot \delta k \leq 0. \quad (13)$$

Здесь звездочкой обозначены сопряженные операторы. Легко заметить, что (10) представляет собой принцип максимума в интегральной форме, из которого, в частности, вытекает принцип максимума Понтрягина в обычном виде:

$$H(w^*, l, A_s x, s) = \sup_{l' \in \Gamma} H(w^*, l', A_s x, s) \quad \text{почти для всех } s \in J, \quad (14)$$

где  $H(w^*, l, A_s x, s) = \lambda \cdot f(s, A_s x) + \varphi(s) \cdot g(s, A_s x)$ . Из (12), (13) получим  $\varphi(0) = -D_1 q^* \psi$ ,  $z \leq 0$ , Преобразуем (11). Так как для каждого  $s \in J$  оператор  $B(s) = [f_{\xi}^*(s, A_s x) \cdot \lambda + g_{\xi}^*(s, A_s x) \cdot \varphi(s)] \in C_0^*$ , то (см. [2]), учитывая (1), получаем, что равенство

$$A_s^* B(s) \delta x = \int_{-\tau}^1 d_t b^*(t-s, s) \cdot \delta x(t) \quad (15)$$

однозначно определяет  $b^*(\cdot, s) \in V_0(J_0, X^*)$ , при этом

$$b^*(v, s) = \begin{cases} b^*(-\tau, s) & \text{для } v \leq -\tau, \\ b^*(0, s) & \text{для } v \geq 0. \end{cases}$$

Можно показать, что имеет место равенство

$$\int_0^1 \left( \int_{-\tau}^1 d_t b^*(t-s, s) \cdot \delta x(t) \right) \cdot ds = \int_{-\tau}^1 d_t \left( \int_0^1 b^*(t-s, s) \cdot ds \right) \cdot \delta x(t).$$

Далее, учитывая, что  $D_i q_i^* \psi \in C_0^*$ ,  $i = 2, 3$ , получаем

$$A_0^* D_2 q^* \psi \cdot \delta x = \int_{-\tau}^1 d v(t) \cdot \delta x(t), \quad (16)$$

$$A_1^* D_3 q^* \psi \cdot \delta x = \int_{-\tau}^1 d \mu(t-1) \cdot \delta x(t), \quad (17)$$

где  $v, \mu \in V_0(J_0, X^*)$ , при этом  $v(t) = v(0) = 0$  для  $t \geq 0$ , а  $\mu(t) = \mu(-\tau)$  для  $t \leq -\tau$ . Наконец, полагая  $\varphi(t) = \varphi(0)$  для  $t \leq 0$ , формулу (11) с учетом (15), (16), (17) можно переписать в следующем виде:

$$\int_{-\tau}^1 d_t \left( \int_0^1 b^*(t-s, s) \cdot ds \right) \cdot \delta x(t) = - \int_{-\tau}^1 d[\varphi(t) + \nu(t) + \mu(t-1)] \cdot \delta x(t).$$

Отсюда, используя произвольность  $\delta x$ , получаем сопряженное уравнение для задачи 1:

$$\varphi(t) = -\nu(t) - \mu(t-1) - \int_0^1 b^*(t-s, s) \cdot ds, \quad t \in J_1, \quad (18)$$

где  $\nu$ ,  $\mu$ ,  $b^* \in V_0(J_0, X^*)$  определяются из соотношений (15), (16), (17). Отметим, что функции  $\nu$  и  $\mu$  играют роль функционального аналога условной трансверсальности для задач с обычными граничными условиями. В частности, для задачи (2)–(3)–(5) имеем  $\delta x^0 = 0$ ,  $A_0 \delta x \equiv 0$  и  $\mu(t-1) = -D_3 q^* \psi$ , когда  $t \leq 1$ . Подставляя в (18), получаем

$$\varphi(t) = D_3 q^* \psi - \int_0^1 b^*(t-s, s) \cdot ds, \quad t \in J, \quad (19)$$

$$\varphi(1-) = D_3 q^* \psi. \quad (20)$$

(20) дает нам обычное условие трансверсальности в правом конце траектории.

Академия наук Грузинской ССР

Институт систем управления

(Поступило 22.11.1973)

მათემატიკა

ბ. მარკოზაშვილი

ერთი ზოგადი ამოცანის შესახებ დაგვიანების შემცველ

ოპტიმალურ ამოცანებში

რეზიუმე

განხილულია ოპტიმალური მართვის ამოცანა სისტემებისათვის, რომლებიც აღიწერებიან დაგვიანებით ფუნქციონალურ-დაფერენციალური განტოლებებით.

ფორმულირებულია ოპტიმალურობის აუცილებელი პირობა მაქსიმუმის პრინციპის სახით.

MATHEMATICS

N. I. MARKOZASHVILI

ON A CERTAIN GENERAL PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL  
WITH DELAY

Summary

Optimal problem for systems described by functional differential equations with delay is considered. A necessary condition in the form of maximum principle is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Ш. Цискаридзе. Труды ИПМ ТГУ, т. 3, 1972, 239—251.
2. S. Bochner, A. E. Taylor. Ann. Math., 2, 39, 1938.

М. И. КАДЕЦ

ОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКЦИОННЫХ КОНСТАНТАХ  
 И ОБ ОДНОЙ ТЕОРЕМЕ З. А. ЧАНТУРИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хвдელიдзе 2.10.1973)

Относительной проекционной константой подпространства  $Y$  в банаховом пространстве  $X$  называется нижняя грань норм проекторов из  $X$  на  $Y$ :

$$\lambda(Y; X) = \inf \|P\| \quad (P: X \rightarrow X; \text{Im } P = Y; P^2 = P).$$

Если подпространство не допускает на себя проектор из  $X$ , то полагают  $\lambda(Y; X) = \infty$ . Если подпространство конечномерно, то, как показано в [1], всегда существует проектор на это подпространство, такой, что

$$\lambda(Y; X) \leq \|P\| \leq \sqrt{\dim Y}. \quad (1)$$

Оценка, аналогичная (1), имеет место и для подпространств конечной коразмерности [2]:

$$\lambda(Y; X) \leq \sqrt{\text{codim } Y} + 1. \quad (2)$$

**Теорема 1.** Пусть  $Y$  и  $Z$  — конечномерные подпространства банахова пространства  $X$ , причем  $Z \subset Y$ ,  $\dim Z = m$ ,  $\dim Y = n$ . Тогда

$$\frac{\lambda(Z; X)}{\lambda(Y; X)} \leq \sqrt{n-m} + 1; \quad \frac{\lambda(Y; X) + 1}{\lambda(Z; X) + 1} \leq \sqrt{n-m} + 1 \quad (3)$$

**Доказательство.** Пусть  $P$  — произвольный проектор из  $X$  на  $Y$ ,  $Q$  — проектор из  $Y$  на  $Z$ . Тогда их произведение  $R = QP$  проецирует  $X$  на  $Z$ . Имеем  $\|R\| \leq \|Q\| \cdot \|P\|$ , откуда по определению проекционной константы

$$\lambda(Z; X) \leq \lambda(Z; Y) \cdot \lambda(Y; X). \quad (4)$$

Согласно оценке (2) получаем

$$\lambda(Z; Y) \leq \sqrt{n-m} + 1. \quad (5)$$

Сопоставляя (4) и (5), получаем первое из неравенств (3).

Перейдем к установлению второго неравенства. Пусть теперь  $R$  — произвольный проектор из  $X$  на  $Z$ , а  $Q$  — проектор из  $\text{Ker } R$  на  $\text{Ker } R \cap Y$ . Образует оператор

$$P = R + Q(I - R).$$

Нетрудно убедиться в том, что  $P$  проектирует  $X$  на  $Y$ . Его норма допускает оценку

$$\|P\| + 1 \leq (\|Q\| + 1)(\|R\| + 1).$$

Обращаясь опять к определению проекционной константы, получаем

$$\lambda(Y; X) + 1 \leq (\lambda(\text{Ker } R \cap Y; \text{Ker } R) + 1)(\lambda(Z; X) + 1).$$

Так как  $\dim(\text{Ker } R \cap Y) = n - m$ , то из последнего неравенства и оценки (1) получаем второе из неравенств (3).

Полученные неравенства могут иметь применение к задачам конструктивной теории функций. Приведем один пример такого применения.

З. А. Чантурия [3] установил следующий результат, усиливающий известную теорему Фабера (см. [4], стр. 323, подстрочное примечание).

**Теорема Чантурия.** Не существует последовательности алгебраических полиномов  $\{P_m(t)\}_0^\infty$ , образующей базис в пространстве  $C[0; 1]$  и такой, что степень полинома  $P_m(t)$  не превосходит  $\mu_m = m + \omega(m)$ , где  $\omega(m) = o(\ln m)$ .

**Теорема 2.** Утверждение теоремы Чантурия остается верным, если положить

$$\omega(m) = o(\ln^2 m). \quad (6)$$

**Доказательство.** Допустим, что последовательность полиномов  $\{P_k(t)\}_0^\infty$  образует базис в  $C[0; 1]$ . Обозначим через  $Z_m$  линейную оболочку первых  $m$  элементов этого базиса ( $m = 1, 2, \dots$ ). Обозначим, далее, через  $Y_m$  линейную оболочку степеней  $\{t^n\}_0^n$ , где  $n = n(m)$  — наибольшая степень полинома из  $Z_m$ , так что  $Z_m \subset Y_m$ . Хорошо известно, что

$$\lambda(Y_m; C[0; 1]) \sim \sqrt{\frac{2}{\pi} \ln n}. \quad (7)$$

Применим второе из неравенства (3) к пространству  $C[0; 1]$  и подпространствам  $Z_m$  и  $Y_m$ :

$$\frac{\lambda(Y_m, C) + 1}{\lambda(Z_m, C) + 1} \leq \sqrt{n - m} + 1. \quad (8)$$

Так как последовательность  $\{P_k(t)\}$  — базис, то  $\lambda(Z_m, C) \leq A < \infty$ . Объединяя последнее неравенство с (7) и (8), получаем

$$\frac{\ln n}{\sqrt{n - m}} \leq A_1 < \infty \quad (m = 1, 2, \dots; \quad n = n(m)). \quad (9)$$

Поскольку, согласно условию теоремы,

$$n - m = \omega(m) = o(\ln^2 m),$$

то неравенство (9) перестает выполняться начиная с некоторого значения  $m$ . Полученное противоречие показывает, что система полиномов  $\{P_k(t)\}_0^\infty$  не является базисом.

В приведенном доказательстве специфика пространства  $C[0; 1]$  и системы полиномов полностью исчерпывается оценкой функции Лебега (7). Ясно, что из теоремы 1 могут получаться и другие аналогичные предложения, относящиеся к другим функциональным пространствам и другим системам функций.

Харьковский институт инженеров  
 коммунального строительства

(Поступило 4.10.1973)

მათემატიკა

მ. კადეცი

ფარდობითი პროექციული მუდმივებისა და ზ. ჭანტურიას  
 ერთი თეორემის შესახებ

რეზიუმე

ფარდობითი პროექციული მუდმივების შეფასებების გამოყენებით გაძლიერებულია ზ. ჭანტურიას ერთი თეორემა.

MATHEMATICS

M. I. KADETS

ON RELATIVE PROJECTION CONSTANTS AND ON ONE  
 THEOREM OF Z. A. CHANTURIA

Summary

Estimation of relative projection constants are applied in order to strengthen one theorem of Z. A. Chanturia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Кадец, М. Г. Снобар. Матем. заметки, 10, № 4, 1971, 453—458.
2. D. J. H. Garling, Y. Gordon. Relations between some constants associated with finite dimensional Banach spaces. Israel J. Math., 9, 1971, 346—361.
3. З. А. Чантурия. Матем. заметки, 2, № 2, 1967, 187—190.
4. Математика за 40 лет, т. I. М., 1959.



А. И. БУАДЗЕ

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ТЕОРЕМ КОНСТРУКТИВНОЙ ТЕОРИИ ФУНКЦИЙ МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ В СЛУЧАЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ «УГЛОМ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 25.11.1973)

В работе [1] С. М. Никольский ввел в рассмотрение класс функций, смешанные модули гладкости  $(\omega_{k_1, \dots, k_n}(f; t_1, \dots, t_n))_p$  которых удовлетворяют кратному условию Гельдера, и указал, что для него не удается получить прямые и обратные теоремы об аппроксимации этих функций тригонометрическими полиномами. В связи с этими вопросами М. К. Потапов [2] удачно ввел понятие приближения «углом» и изучил его свойства.

Следуя М. К. Потапову [2], величину

$$Y_{m_1, \dots, m_n}(f)_p = \inf_{T_{m_j}} \left\| f - \sum_{j=1}^n T_{m_j} \right\|_p,$$

где  $T_{m_j} \in L_p([0, 2\pi]^n)$  — тригонометрический полином порядка  $m_j$  по переменным  $x_j$ , назовем наилучшим приближением «углом» функции  $f$ . Введем обозначения:

$$L_p^0 = \left\{ f: f \in L_p([0, 2\pi]^n) \text{ и } \int_0^{2\pi} f dx_j = 0, j=1, \dots, n \right\}.$$

Как известно [3], для того чтобы изучить дифференциально-разностные свойства функции  $f \in L_p$ , достаточно знать поведение  $E_{m_1, \dots, m_n}(f)_p$  лишь в случае  $m_1 = \dots = m_n$  ( $E_{m_1, \dots, m_n}(f)_p$  — наилучшее приближение функции тригонометрическими полиномами). Для изучения аналогичных свойств функции необходимо знать поведение  $Y_{m_1, \dots, m_n}(f)_p$  на всем пространстве. В самом деле, если рассмотреть  $f \in L_p$ , для которой ее коэффициенты Фурье  $C_{m_1, \dots, m_n}(f) = 0$  при  $|m_j| \geq S$ , то  $Y_{m_1, \dots, m_n}(f)_p = 0$  при  $m_j \geq S$ , однако  $f$  может даже не быть непрерывной.

Теорема 1. Если  $f \in L_p^0$ ,  $1 < p < \infty$ ,  $k_j$  и  $m_j$  — натуральные числа, то

$$\prod_{j=1}^n m_j^{-k_j} \left( \sum_{v_1=1}^{m_1} \dots \sum_{v_n=1}^{m_n} v_1^{\beta k_1 - 1} \dots v_n^{\beta k_n - 1} Y_{v_1-1, \dots, v_n-1}^\beta(f)_p \right)^{1/\beta} \ll$$



$$\ll \omega_{k_1, \dots, k_n} \left( f; \frac{1}{m_1}, \dots, \frac{1}{m_n} \right)_p \ll \quad (1)$$

$$\ll \prod_{j=1}^n m_j^{-k_j} \left( \sum_{\nu_1=1}^{m_1} \dots \sum_{\nu_n=1}^{m_n} \nu_1^{\alpha k_1 - 1} \dots \nu_n^{\alpha k_n - 1} Y_{\nu_1 - 1, \dots, \nu_n - 1}^\alpha (f)_p \right)^{1/\alpha},$$

где

$$\alpha = \min \{2, p\}, \quad \beta = \max \{2, p\}. \quad (2)$$

Заметим, что при  $1 < p < \infty$  теорема 1 уточняет оценки М. К. Потапова (см. [2], теорема 4.3.1. и теорема 4.3.2.). Отметим, что в общем случае неравенства (1) в смысле порядка не могут быть улучшены.

**Теорема 2.** Пусть  $f \in L_p^\circ$ ,  $\lambda_{m_1, \dots, m_n}$  и  $\beta_{m_1, \dots, m_n}$  — последовательность неубывающих положительных чисел,

$$f \sim \sum_{\nu_1=1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=1}^{\infty} A_{\nu_1, \dots, \nu_n} (x_1, \dots, x_n)$$

и

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=1}^{\infty} \frac{\beta_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\alpha}{\nu_1, \dots, \nu_n} Y_{2^{\nu_1-2}, \dots, 2^{\nu_n-2}}^\alpha (f)_p < +\infty,$$

где

$$1 < p < \infty, \quad \alpha = \min \{2, p\},$$

$$\lambda_{2^{m_1}, \dots, 2^{m_n}} = O \left\{ \sum_{\nu_1=1}^{m_1} \dots \sum_{\nu_n=1}^{m_n} \frac{\beta_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\alpha}{\nu_1, \dots, \nu_n} \right\}.$$

Тогда ряд

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=1}^{\infty} \lambda_{\nu_1, \dots, \nu_n} A_{\nu_1, \dots, \nu_n} (x_1, \dots, x_n)$$

является рядом Фурье некоторой функции  $F \in L_p^\circ$  и, кроме того,

$$Y_{2^{m_1}, \dots, 2^{m_n}} (F)_p \ll \lambda_{2^{m_1}, \dots, 2^{m_n}} Y_{2^{m_1}, \dots, 2^{m_n}} (f)_p + \left\{ \sum_{\nu_1=m_1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=m_n}^{\infty} \frac{1}{\nu_1, \dots, \nu_n} \beta_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\alpha Y_{2^{\nu_1}, \dots, 2^{\nu_n}}^\alpha (f)_p \right\}^{1/\alpha}.$$

**Следствие.** Если  $f \in L_p^\circ$ ,  $1 < p \leq q < \infty$ ,  $r_j$  — натуральные числа,  $\alpha = \min \{2, q\}$  и

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=1}^{\infty} \prod_{j=1}^n \nu_j^{\alpha \left( r_j + \frac{1}{p} - \frac{1}{q} \right) - 1} Y_{\nu_1 - 1, \dots, \nu_n - 1}^\alpha (f)_p < +\infty,$$

то функция  $f$  имеет обобщенную смешанную производную

$$f(r_1, \dots, r_n) = \frac{\partial^{r_1 + \dots + r_n} f}{\partial x_1^{r_1}, \dots, \partial x_n^{r_n}} \in L_q^0$$

и справедливо неравенство

$$Y_{m_1, \dots, m_n} (f^{(r_1, \dots, r_n)})_q \ll \prod_{j=1}^n m_j^{r_j + \frac{1}{p} - \frac{1}{q}} Y_{m_1, \dots, m_n} (f)_p +$$

$$+ \left( \sum_{\nu_1=m_1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=m_n}^{\infty} \prod_{j=1}^n (\nu_j + 1)^{\alpha \left( r_j + \frac{1}{p} - \frac{1}{q} \right) - 1} Y_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\alpha (f)_p \right)^{1/\alpha}$$

Вышеприведенные теоремы справедливы в рефлексивном пространстве Орлича, а также в симметричном пространстве. Отметим также, что в общем случае их улучшить нельзя.

Теорема 4. Если  $f \in L_p$  ( $1 < p \leq 2$ ),  $0 < \gamma < \frac{p}{p-1}$  и

$$\sum_{\nu_1=0}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} [(\nu_1 + 1), \dots, (\nu_n + 1)]^{\frac{\gamma(1-p)}{p}} Y_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\gamma (f)_p < \infty,$$

то

$$\sum_{\nu_1=0}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} \rho_{\nu_1, \dots, \nu_n}^\gamma (f) < \infty,$$

где

$$\rho_{m_1, \dots, m_n} (f) = \left\{ \sum_{\nu_1=1}^2 \dots \sum_{\nu_n=1}^2 \left| a_{m_1, \dots, m_n}^{(\nu_1, \dots, \nu_n)} \right|^2 \right\}^{1/2},$$

$$a_{m_1, \dots, m_n}^{(\nu_1, \dots, \nu_n)} = \frac{1}{(2\pi)^n} \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} f(x_1, \dots, x_n) \prod_{j=1}^n \delta_{\nu_j} \cdot (m_j x_j) dx_1, \dots, dx_n,$$

а

$$\delta_j(t) = \begin{cases} \cos t & \text{при } j=1, \\ \sin t & \text{при } j=2. \end{cases}$$

Следствие. Если  $f \in L_2^0$  и

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty} \dots \sum_{\nu_n=1}^{\infty} \prod_{j=1}^n \nu_j^{-0.5} Y_{\nu_1-1, \dots, \nu_n-1} (f)_2 < \infty, \quad (3)$$

то ряд Фурье функции  $f$  абсолютно сходится. В общем случае условие (3) не может быть ослаблено. Из вышеприведенных следствий можно получить один результат М. Ф. Тимана [4].

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 29.11.1973)

ა. ბუადე

ფუნქციათა კონსტრუქციული თეორიის ძირითადი თეორემის  
 თავისებურება მრავალი ცვლადის ფუნქციის კუთხით  
 მიახლოების შემთხვევაში

რეზიუმე

განხილულია მრავალი ცვლადის ფუნქციის კუთხით მიახლოების თავისებურებანი და დაზუსტებულია ფუნქციათა კონსტრუქციული თეორიის ძირითადი თეორემები.

MATHEMATICS

A. I. BUADZE

THE PECULIARITIES OF PRINCIPAL THEOREMS OF THE  
 CONSTRUCTIVE THEORY OF MANY-VARIABLE FUNCTIONS  
 IN THE CASE OF APPROXIMATION BY AN "ANGLE"

Summary

The paper deals with the peculiarities of the approximation of functions by an "angle" and the principal theorems of the constructive theory of functions are subjected to refinement.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Никольский. Сиб. матем. ж., 4, № 6, 1963, 1342—1364.
2. М. К. Потапов. Конструктивные характеристики и теоремы вложения для некоторых классов функций. Тбилиси, 1973.
3. А. И. Буадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 8 (93), 1963, 1—15.
4. М. Ф. Тиман. Матем. сб., т. 75 (117), № 3, 361—374.

Г. Н. ТЕВЗАДЗЕ

О ПОВЕРХНОСТЯХ  $P$  ПРОЕКТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.11.1973)

В заметке [1] было показано, что существует конформная пара вейлевых связностей Нордена ([2], стр. 348)

$$(G_{ij}^k, \overline{G}_{ij}^k), \quad i, j, k = 1, 2, \quad (1)$$

которая реализуется на некотором однопараметрическом семействе поверхностей  $(M_t)$  проективного пространства; при этом множество асимптотических сетей поверхностей  $M_t^{(1)}$  образует пучок базисных сетей пары (1) и существует бесконечное множество таких пар. Будем говорить, что каждая такая поверхность  $M_t$  является поверхностью  $P$  и из одной поверхности семейства  $(M_t)$  преобразованием (соответствием)  $P$  получены все остальные поверхности этого семейства. Таким образом, при преобразовании  $P$  сохраняются некоторая сопряженная сеть поверхности  $M_t$  и пара связностей (1), индуцируемые прямыми Грина этой сети; при этом асимптотическая сеть поверхности  $M_t$  переходит в сопряженную сеть на преобразованной поверхности.

Если выделить некоторую поверхность  $M_t$  из семейства  $(M_t)$  и обозначить через  $b_{ij}$  тензор ее асимптотической сети, а через  $f_{ij}$ —тензор общей изотропной сети связностей (1), то асимптотическую сеть каждой поверхности  $M_t$  можно определить тензором

$$b_{ij} = \frac{1-t^2}{2t} e_{ij} + \frac{1+t^2}{2t} b_{ij}, \quad t = \text{const} \neq 0, \quad e_{ij} = f_{im} b_j^m, \quad i, j = 1, 2, \quad (2)$$

где  $t$ —отличная от нуля произвольная постоянная, которая принимает действительные и чисто мнимые значения.

Если пара (1) кодашниева ([2], стр. 346), то дополнительный вектор средней связности можно предположить равным нулю:

$$\omega_i = 0, \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

<sup>(1)</sup>  $M_t$  обозначает поверхность, соответствующую некоторому фиксированному значению параметра  $t$ .

В случае (3) в асимптотической системе координат на поверхности  $\mathbf{M}_1$  можно так подобрать криволинейные параметры, что

$$f_{11} = 1, \quad f_{12} = 0, \quad f_{22} = -1, \quad b_{12} = i, \quad b_{11} = b_{22} = 0 \quad (i^2 = -1). \quad (4)$$

Учитывая выражения (2), (4) и интегрируя дифференциальное уравнение

$$b_{ij} du^i du^j = 0,$$

можно представить зависимость между асимптотическими криволинейными координатами поверхностей  $\mathbf{M}_1$  и  $\mathbf{M}_t$  в следующем виде:

$$u = \frac{1}{2} [(1+t)u + (1-t)v], \quad v = \frac{1}{2} [(1-t)u + (1+t)v], \quad (5)$$

где  $(u, v)$  и  $(u, v)$  — асимптотические координаты на поверхностях  $\mathbf{M}_1$  и  $\mathbf{M}_t$  соответственно.

В силу соотношений (4) и (5) по известным формулам преобразования кристоффелей  $G_{ij}^k$  получаем, что

$$2\beta = \beta + \gamma + t(\beta - \gamma), \quad 2\gamma = \beta + \gamma - t(\beta - \gamma), \quad (\beta = G_{11}^2, \quad \gamma = G_{22}^1), \quad (6)$$

где  $(\beta, \gamma)$  и  $(\beta, \gamma)$  — известные асимптотические проективные инварианты поверхностей  $\mathbf{M}_1$  и  $\mathbf{M}_t$  соответственно.

Верно также обратное утверждение, т. е. заранее заданным равенствам (5) и (6) соответствует единственная кодацциева конформная пара, для которой вышеуказанным способом проверяется справедливость соотношений (5), (6). Следовательно, в этом смысле равенства (5), (6) характеризуют кодацциеву конформную пару.

Отметим некоторые следствия из соотношений (6). Очевидно,

$$\beta + \gamma = \beta + \gamma, \quad t(\beta - \gamma) = \beta - \gamma, \quad (t \neq 0), \quad (7)$$

т. е. величины  $\beta + \gamma$  и  $t(\beta - \gamma)$  для поверхностей семейства  $(\mathbf{M}_t)$  не зависят от значения параметра  $t$ .

Если для одной поверхности  $\beta = \pm \gamma$ , то все [остальные поверхности семейства  $(\mathbf{M}_t)$  также принадлежат классу изотермо-асимптотических поверхностей Фубини, для которых  $\beta = \pm \gamma$ .

Если, например,

$$\beta = 0, \quad \gamma \neq 0, \quad (8)$$

$$\text{то } \beta = \gamma \frac{t-1}{2t}, \quad \gamma = \frac{1+t}{t} \gamma, \quad (t \neq 0),$$

и поэтому

$$(t+1)\beta = (t-1)\gamma, \quad t \neq 0, \quad t \neq -1. \quad (9)$$

Следовательно, если отличная от квадрики линейчатая поверхность (8) допускает преобразование  $P$ , то в результате всегда получается или изотермо-асимптотическая поверхность (9), или линейчатая поверхность, для которой  $\beta = \gamma$ ,  $\gamma = 0$ .

По формулам (5), (6), вычисляя частные производные, получаем, что

$$t \frac{\partial(\beta_v - \gamma_u)}{\partial t} = \beta_v - \gamma_u, \quad t \frac{\partial(\beta_u - \gamma_v)}{\partial t} = \beta_u - \gamma_v, \quad (10)$$

где, например,  $\frac{\partial \beta_v}{\partial t}$  означает частную производную функции  $\beta$  по аргументу  $v$  (остальные обозначения также имеют аналогичный смысл).

Условия интегрируемости дериационных уравнений для поверхности  $P$  имеют вид [1]

$$2t \varphi_v - (1 + t^2) \nu_v + (1 - t^2) \nu_u + 2t H = 0,$$

$$2t \varphi_u + (1 + t^2) \nu_u + (t^2 - 1) \nu_v + 2t H = 0,$$

$$\begin{aligned} & [(1 - t^2)\beta - (1 + t^2)\gamma] \varphi_u + [(1 - t^2)\gamma - (1 + t^2)\beta] \varphi_v + \\ & + [(1 - t^2)(\beta_v + \gamma_u) - (1 + t^2)(\gamma_u + \beta_v)] \varphi + it \nabla^n M_n = \\ & = 2t(\beta_v - \gamma_u) \nu, \quad M_n(-t) = -M_n(t), \quad (i^2 = -1), \end{aligned} \quad (11)$$

где  $H_1, H_2, M_n$  — известные функции, при этом  $H_1$  и  $H_2$  не зависят от  $t$ , а  $M_n$  является нечетной рациональной функцией от  $t$ ,  $\varphi_u, \varphi_v, \nu_u, \nu_v$  — соответствующие частные производные искомых функций  $\varphi$  и  $\nu$ .

Система (11) должна иметь решение для произвольного ненулевого значения параметра  $t$ . Очевидно, если существуют функции  $\varphi$  и  $\nu$ , удовлетворяющие системе (11), то в общем случае они будут рациональными функциями  $t$ . Кроме того, тензор (2) меняет только знак при замене  $t$  на  $(-t)$ , поэтому если верно хотя бы одно из неравенств

$$\varphi(-t) \neq \varphi(t), \quad \nu(-t) \neq -\nu(t)$$

и система (11) имеет решения для значений  $t$  и  $(-t)$ , то она всегда будет определять проективно-изгибаемую поверхность.

Можно показать, что если две нормализованные поверхности находятся в соответствии  $P$ , то в этом соответствии для них не существует никакой другой нормализации, индуцирующей на эти поверхности одну и ту же пару связностей.

Наконец заметим, что при  $\beta = \text{const}$ ,  $\gamma = \text{const}$ ,  $\varphi = \text{const}$ ,  $\nu = \text{const}$  система (11) тождественно удовлетворяется. Соответствующие вычисления

показывают, что на таких поверхностях, кроме сети  $f_{ij}$ , сеть  $e_{ij} = f_{im} b_j^m$  также допускает преобразование  $P$ .

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

(Поступило 15.11.1973)

მათემატიკა

ბ. თეზაძე

პროექციული სივრცის  $P$  ზედაპირების შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში შემოტანილია  $P$  ზედაპირის ცნება და აღნიშნულია ასეთი ზედაპირის რამდენიმე თვისება. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ  $P$  ზედაპირების ასიმპტოტურ პროექციულ ინვარიანტებს შორის ადგილი აქვს (6) და (10) დამოკიდებულებებს.

MATHEMATICS

G. N. TEVZADZE

### ON $P$ SURFACES OF PROJECTIVE SPACE

Summary

$P$  surfaces of projective space are defined as one-parameter family of surfaces on which the given conformal pair (1) is realized; besides, the asymptotic nets of these surfaces form the sheaf of basic nets of pair (1).

The paper proves some properties of these surfaces. In particular, the existence of relations (6), (10) between asymptotic projective invariants of  $P$  surfaces is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Тевзадзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974.
2. А. П. Норден. Пространства аффинной связности. М.—Л., 1950.

Г. К. БЕРИКЕЛАШВИЛИ

ТРЕХСЛОЙНЫЕ ЭКОНОМИЧНЫЕ РАЗНОСТНЫЕ СХЕМЫ  
 ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ ДЛЯ  
 ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 12.12.1973)

В работе [1] были рассмотрены двухслойные факторизованные разностные схемы повышенного порядка точности для параболических систем в  $p$ -мерной параллелепипедной области ( $p \geq 2$ ). Но полученные системы алгебраических уравнений решаются при помощи матричной прогонки.

В данной статье для параболических систем построены трехслойные экономичные разностные схемы точности  $O(\tau^2 + |h|^4)$ , пригодные при любом  $p \geq 2$ , решения которых могут быть найдены методом обычной прогонки.

Разностные схемы точности  $O(\tau^2 + |h|^4)$ , отличные от нижеследующих при  $p=3$  и совпадающие с ними при  $p=2$ , исследовались в работе [2]. Некоторые обозначения, приводимые нами в дальнейшем, заимствованы из [2].

Пусть в цилиндре  $\bar{Q}_T = \bar{G} \times [0 \leq t \leq T]$ , где  $\bar{G} = \{x = (x_1, \dots, x_p): 0 \leq x_\alpha \leq l_\alpha, \alpha = \overline{1, p}\}$  —  $p$ -мерный параллелепипед с границей  $\Gamma$ , ищется решение задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \sum_{\alpha=1}^p K_\alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha^2} - K_0 u + f, \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$u|_{\Gamma \times [0, T]} = g(x, t), \quad u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \bar{G}. \quad (2)$$

Здесь  $K_\alpha = (K_\alpha^{ij})$  ( $\alpha = \overline{0, p}$ ) — заданные  $m \times m$  матрицы с постоянными элементами,  $u = (u^1, \dots, u^m)$  — неизвестная вектор-функция,  $f = (f^1, \dots, f^m)$  и  $g = (g^1, \dots, g^m)$  — заданные непрерывные вектор-функции в  $\bar{Q}_T$  и  $\Gamma \times [0, T]$  соответственно.

Будем предполагать, что матрицы  $K_\alpha$  ( $\alpha = \overline{1, p}$ ) симметричны и положительно определены, а матрица  $K_0$  симметрична и неотрицательно определена.

В  $\bar{Q}_T$  введем сетки:  $\bar{\Omega}_{h\tau} = \bar{G}_h \times \bar{\omega}_\tau$ ,  $\Omega_{h\tau} = G_h \times \omega_\tau$ ,  $\Gamma_{h\tau} = \Gamma_h \times \bar{\omega}_\tau$ , где  $\bar{G}_h = \{x = (x_1, \dots, x_p) \in \bar{G}, x_\alpha = i_\alpha h_\alpha, i_\alpha = \overline{0, n_\alpha}, h_\alpha = l_\alpha/n_\alpha, \alpha = \overline{1, p}\}$ ,  $G_h = \bar{G}_h \setminus \Gamma_h$ ,  $\Gamma_h = \Gamma \cap \bar{G}_h$ ,  $\bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, j = \overline{0, n}, \tau = T/n\}$ ,  $\omega_\tau = \{t_j = j\tau, j = \overline{1, n}, \tau = T/n\}$ .



Задачу (1), (2) на сетке  $\bar{\Omega}_h$  заменим трехслойной факторизованной разностной схемой

$$\frac{1}{2} \tilde{B} y_{it} = \varphi - A' y - \frac{1}{2} (\tilde{A} - 2\tau \tilde{R}) y_{it}^-, \quad (x, t) \in \Omega_{ht}, \quad (3)$$

$$y|_{\Gamma_{ht}} = g(x, t), \quad y(x, 0) = u_0(x), \quad y(x, \tau) = \bar{u}_1(x), \quad x \in \bar{G}_h, \quad (4)$$

$$\text{где } \tilde{B} = \prod_{\alpha=1}^p (E - \chi_\alpha A_\alpha + 2\tau\sigma A_\alpha), \quad A' = \sum_{\alpha=1}^p K_\alpha A_\alpha^+ + K_0 \tilde{A},$$

$$A_\alpha^+ = A_\alpha \prod_{\beta \neq \alpha}^{1 \div p} (E - \chi_\beta A_\beta), \quad \tilde{R} = \sigma \sum_{\alpha=1}^p A_\alpha^+, \quad \tilde{A} = \prod_{\alpha=1}^p (E - \chi_\alpha A_\alpha),$$

$$A_\alpha^- y = -y_{\bar{x}_\alpha x_\alpha}, \quad \varphi = f - \sum_{\alpha=1}^p \chi_\alpha A_\alpha f, \quad \chi_\alpha = h_\alpha^2/12,$$

$\bar{u}_1(x)$  — значение решения задачи (1), (2) на слое  $t = \tau$ , вычисленное с точностью  $O(\tau^2)$ .

Запишем (3) в каноническом виде

$$B y_{it} + \tau^2 R y_{it}^- + A' y = \varphi, \quad (5)$$

$$\text{где } B = \frac{1}{2} (\tilde{B} + \tilde{A} - 2\tau \tilde{R}), \quad R = \frac{1}{4\tau} (\tilde{B} - \tilde{A} + 2\tau \tilde{R}).$$

Введем пространство сеточных вектор-функций  $H_0$ , заданных на  $\bar{G}_h$  и обращающихся в нуль на  $\Gamma_h$ , со скалярным произведением  $(u, v) =$

$$= \sum_{i=1}^m (u^i, v^i).$$

Пусть  $y$  — решение задачи (5), (4),  $u$  — решение исходной задачи (1), (2). Тогда для вектор-функции погрешности  $z = y - u$  получим задачу

$$B z_{it} + \tau^2 R z_{it}^- + A' z = \psi, \quad (6)$$

$$z \in H_0, \quad z(x, 0) = 0, \quad z(x, \tau) = \mu(x), \quad (7)$$

где  $\psi \equiv \varphi - B u_{it} - \tau^2 R u_{it}^- - A' u$  — погрешность аппроксимации схемы (5).

Можно показать, что  $\psi = O(\tau^2 + |h|^4)$  в классе  $u \in C_{2(p+2l/p)}^3 \bar{Q}(\tau)$  — решение системы (1).

Как известно [3],  $A'$  — самосопряженный положительно определенный оператор в  $H_0$  и при любом  $p \geq 2$  справедлива оценка

$$\bar{v}_1 A \leq A' \leq \bar{v}_2 A,$$

где  $A = \sum_{\alpha=1}^p A_\alpha$ , а  $\bar{v}_2 \geq \bar{v}_1 > 0$  — некоторые постоянные числа.

Нетрудно доказывается, что  $B=B^* \geq (2/3)^p E$  и  $R=R^* > 0$ . Поэтому, если выберем  $\sigma \geq \bar{\nu}_2 (3/2)^{p-1} (1+\varepsilon) / 4$ , где  $\varepsilon = \text{const} > 0$ , то  $R \geq (1+\varepsilon) / 4A'$  и, согласно теореме 5 работы [4] (стр. 334), схема (3) (или (5)) будет абсолютно устойчивой. В силу упомянутой теоремы для решения задачи (6), (7) справедливы оценки

$$\|z(t+\tau)\|_{(1)} \leq \|z(\tau)\|_{(1)} + M \max_{\tau < t' < t} \{ \|\psi(t')\|_{(A')^{-1}} + \|\psi_t^-(t')\|_{(A')^{-1}} \},$$

$$\|z(t+\tau)\|_{(1)} \leq \|z(\tau)\|_{(1)} + M' \max_{\tau < t' < t} \|\psi(t')\|_0,$$

где  $M = 2\sqrt{\bar{e}} \max(1, T)$ ,  $M' = \sqrt{(3/2)^p T/2}$ .

Отсюда после несложных преобразований находим

$$\|z(t+\tau)\|_2 \leq M_1 \|R\mu\|_0 + M_2 \max_{\tau < t' < t} \{ \|\psi(t')\|_0 + \|\psi_t^-(t')\|_0 \}, \quad (8)$$

$$\|z(t+\tau)\|_R \leq M'_1 \|\mu\|_R + M' M'_1 \max_{\tau < t' < t} \|\psi(t')\|_0, \quad (9)$$

$$\|z(t+\tau)\|_0 \leq M_3 \|\mu\|_R + M' M'_1 \max_{\tau < t' < t} \|\psi(t')\|_{A^{-1}}, \quad (10)$$

где  $M_1 = 2/(\bar{\nu}_1 \sqrt{\varepsilon})$ ,  $M_2 = M \sqrt{(1+\varepsilon)/\varepsilon} / \bar{\nu}_1$ ,  $M'_1 = \sqrt{(1+\varepsilon)/(\bar{\nu}_1 \varepsilon)}$ ,

$$M_3 = M'_1 \left( \sum_{\alpha=1}^p \frac{8}{l_\alpha^2} \right)^{-1/2}.$$

Из (8) и разностного аналога теоремы вложения следует

**Теорема 1.** Пусть  $K_\alpha = K_\alpha^* > 0$  ( $\alpha = \bar{1}, p$ ),  $K_0 = K_0^* \geq 0$ ,  $\sigma \geq \bar{\nu}_2 (3/2)^{p-1} (1+\varepsilon) / 4$  ( $\varepsilon = \text{const} > 0$ ) и  $\|R\mu\|_0$ ,  $\|\psi\|_0$ ,  $\|\psi_t^-\|_0$  имеют порядок  $O(\tau^2 + |h|^4)$ . Тогда решение разностной задачи (3), (4) при любом  $p \geq 2$  сходится в сеточной норме  $\hat{W}_2^2$  к решению задачи (1), (2) со скоростью  $O(\tau^2 + |h|^4)$ . При  $p=2, 3$  имеет место сходимость в равномерной метрике с той же скоростью.

Из априорных оценок (9), (10) следует

**Теорема 2.** Пусть  $K_\alpha = K_\alpha^* > 0$  ( $\alpha = \bar{1}, p$ ),  $K_0 = K_0^* \geq 0$ ,  $\sigma \geq \bar{\nu}_2 (3/2)^{p-1} (1+\varepsilon) / 4$  ( $\varepsilon = \text{const} > 0$ ). Тогда решение разностной задачи (3), (4) при любом  $p \geq 2$  сходится к решению задачи (1), (2) со скоростью  $O(\tau^2 + |h|^4)$  в сеточной норме  $\hat{W}_2^1$ , если  $\|\psi\|_0 = O(\tau^2 + |h|^4)$ ,  $\|\mu\|_R = O(\tau^2 + |h|^4)$ , или в сеточной норме  $L_2$ , если  $\|\psi\|_{A^{-1}} = O(\tau^2 + |h|^4)$ ,  $\|\mu\|_R = O(\tau^2 + |h|^4)$ .

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило 13.12.1973)

## ბ. ბერიკელაშვილი

მაღალი რიგის სიზუსტის სამზრიანი ეკონომიური სხვაობიანი  
სქემები პარაბოლური სისტემებისათვის

## რეზიუმე

ნაშრომში (1), (2) ამოცანისათვის აგებულია და გამოკვლეულია  $O(\tau^2 + |h|^4)$  სიზუსტის აბსოლუტურად მდგრადი სამზრიანი ფაქტორიზებული სხვაობიანი სქემები, როცა  $p \geq 2$ .

MATHEMATICS

G. K. BERIKELASHVILI

THREE-LEVEL ECONOMICAL DIFFERENCE SCHEMES OF  
HIGH-ORDER ACCURACY FOR PARABOLIC SYSTEMS

## Summary

Absolutely stable three-level factorized difference schemes of  $O(\tau^2 + |h|^4)$  accuracy for the problem (1), (2) for the case  $p \geq 2$  are constructed and studied.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Берикелашвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973.
2. Г. В. Меладзе. ЖВМ и МФ, 10, № 2, 1970.
3. Г. К. Берикелашвили. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973.
4. А. А. Самарский. Введение в теорию разностных схем. М., 1971.

З. Г. ГОРГАДЗЕ, В. И. ТАРИЕЛАДЗЕ

ГАУССОВСКИЕ МЕРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ ОРЛИЧА

(Представлено академиком И. Н. Векуа 25.12.1973)

1. Пусть  $X$  — действительное банахово пространство,  $F$  — замкнутое (в метрической топологии) тотальное подпространство в  $X^*$ ,  $B_F$  — наименьшая  $\sigma$ -алгебра подмножеств  $X$ , относительно которой все функционалы  $f \in F$  измеримы. Случайным элементом называется отображение  $\xi: \Omega \rightarrow X$ , такое, что  $f \circ \xi$  — измеримая скалярная функция.  $(\Omega, B, P)$  — вероятностное пространство. Случайный элемент  $\xi$  называется гауссовским, если  $f \circ \xi$ ,  $f \in F$  — обычная гауссовская случайная величина. Каждый случайный элемент  $\xi$  порождает вероятностную меру на  $B_F$ , которая называется распределением данного случайного элемента. Характеристический функционал случайного элемента (меры  $\mu$  на  $B_F$ ) определяется равенством

$$\chi(f) = \int_{\Omega} \exp \{i f \circ \xi\} dP \left( = \int_X \exp \{i \langle f, x \rangle\} d\mu(x) \right).$$

Если для случайного элемента  $\xi$   $f \circ \xi \in L_2$  для всех  $f \in F$ , то можно определить ковариационный оператор  $R: F \rightarrow F^*$  равенством

$$\langle Rf, g \rangle = \int_{\Omega} f \circ \xi \cdot g \circ \xi dP - \int_{\Omega} f \circ \xi dP \int_{\Omega} g \circ \xi dP.$$

$R$  является линейным ограниченным оператором (см. [1]). В частности, каждый гауссовский случайный элемент имеет ковариационный оператор и его характеристический функционал записывается в виде

$$\chi(f) = \exp \left\{ iu(f) - \frac{1}{2} \langle Rf, f \rangle \right\},$$

где  $u$  определяется равенством

$$u(f) = \int_{\Omega} f \circ \xi dP.$$

В [1] ставится задача описания гауссовских ковариационных операторов в банаховом пространстве.

Вид характеристического функционала показывает, что эта задача равносильна задаче описания всех гауссовских мер в банаховых пространствах. Н. Н. Вахания (см. [2]) получил полное решение отмеченной задачи для случая пространств  $l_p$  ( $1 \leq p < \infty$ ). Недавно Радж-

пут [3] решил эту задачу для сепарабельных  $L_p$  ( $1 \leq p < \infty$ ). В настоящем сообщении эта задача решается для сепарабельных пространств Орлича, частными случаями которых являются  $L_p$ ,  $L_p$  ( $1 < p < \infty$ ).

2. Рассмотрим тройку  $(T, \Sigma, \nu)$ , где  $T$ —множество,  $\Sigma$ — $\sigma$ -алгебра подмножеств  $T$  и  $\nu$ — $\sigma$ -конечная мера на  $\Sigma$ .

Пусть  $\Phi$  и  $\Psi$ —дополнительные друг к другу  $N$ -функции (см. [4]). Определим функционал

$$\rho_\Phi(x) = \int_T \Phi \circ x \, d\nu,$$

где  $x$ —действительная  $\nu$ -измеримая функция.

Известно, что класс функций

$$L_\Phi(T, \nu) = \left\{ x : \left| \int_T x y d\nu \right| < \infty; \rho_\Psi(y) < \infty \right\}$$

с нормой

$$\|x\|_\Phi = \sup_{\rho_\Psi(y) < 1} \left| \int_T x y d\nu \right| \equiv \sup_{\rho_\Psi(y) < 1} |(x, y)|$$

есть банахово пространство, которое называется пространством Орлича.

Если мера  $\nu$  сепарабельна (см. [5], стр. 74) и  $N$ -функция  $\Phi$  удовлетворяет условию

$$(\Delta_2) \quad \Phi(2x) \leq C \Phi(x),$$

то пространство  $L_\Phi(T, \nu)$  сепарабельно (см. [5], стр. 84).

Выражение

$$l_y(x) = \int_T x y d\nu, \quad y \in L_\Psi(T, \nu)$$

определяет линейный непрерывный функционал на  $L_\Phi(T, \nu)$ . Тем самым пространства  $L_\Phi(T, \nu)$  и  $L_\Psi(T, \nu)$  находятся в двойственности. Если  $L_\Phi(T, \nu)$  сепарабельно, то  $L_\Phi^* = L_\Psi$ . Поэтому  $B_{L_\Phi}$  совпадает с борелевской  $\sigma$ -алгеброй пространства  $L_\Phi(T, \nu)$ .

Через  $K_\nu$  обозначим класс операторов  $R: L_\Phi \rightarrow L_\Phi$ , которые имеют вид

$$(Ry)(t) = \int_T r(t, s) y(s) d\nu(s),$$

где  $r(t, s)$ —измеримая, неотрицательно определенная, симметрическая функция и  $r^{1/2}(t, t) \in L_\Phi(T, \nu)$ .

**Теорема 1.** Пусть на  $\sigma$ -алгебре  $B_{L_\Psi}$  сепарабельного пространства  $L_\Phi(T, \nu)$  задана гауссовская мера  $\mu$  с ковариационным оператором  $R$ . Тогда  $R \in K_\nu$ . Обратно, любой  $R \in K_\nu$  есть ковариационный оператор некоторой гауссовской меры в  $L_\Phi(T, \nu)$ .

Теорему 1 можно перефразировать следующим образом:

Теорема 2. Пусть  $L_\Phi(T, \nu)$  сепарабельно. Функционал  $\chi: L_\Phi(T, \nu) \rightarrow C$  ( $C$ —поле комплексных чисел) является характеристическим функционалом некоторой гауссовской меры в  $L_\Phi$  тогда и только тогда, когда он имеет вид

$$\chi(y) = \exp \left\{ i \langle m, y \rangle - \frac{1}{2} \langle Ry, y \rangle \right\},$$

где  $m \in L_\Phi(T, \nu)$ , а оператор  $R \in K_\nu$ .

Тбилисский государственный университет

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 27.12.1973)

მათემატიკა

ზ. გორგაძე, ვ. ტარიელაძე

ბაუსის ზომები ორლიჩის სივრცეებში

რეზიუმე

მოცემულია გაუსის ზომების სრული დახასიათება ორლიჩის სეპარაბელურ სივრცეებში კოვარიაციული ოპერატორების ენაზე.

MATHEMATICS

Z. G. GORGADZE, V. I. TARIELADZE

GAUSSIAN MEASURES IN ORLICZ SPACES

Summary

Complete characterization of Gaussian measures in separable Orlicz spaces in terms of covariance operator is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
2. N. Vakhania. C. R. Acad. Sci. Paris, 1965, 260, N 5, 1334—1336.
3. B. S. Rajput. J. Multivar. Analysis, 1972, 2, N 4, 382—403.
4. М. А. Красносельский, Я. Б. Рутницкий. Выпуклые функции и пространства Орлича. М., 1958.
5. A. C. Zaanen. Linear Analysis. Amsterdam-Groningen, 1953.



Д. А. ЛАБУНЦОВ, А. В. ГОМЕЛАУРИ

ВНЕШНЕЕ ОБТЕКАНИЕ ЦИЛИНДРА И СФЕРЫ ПРИ ПЛЕНОЧНОМ КИПЕНИИ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 16.1.1974)

Приводим основные результаты анализа процессов пленочного кипения, происходящего на поверхностях цилиндра и сферы, обтекаемых поперечным потоком жидкости с постоянной скоростью  $\omega_L$  при отсутствии влияния силы тяжести. Предполагаем, что толщина паровой пленки  $\delta$  существенно меньше радиуса  $R$  цилиндра (сферы), режим течения пара в пленке ламинарный, жидкость находится на линии насыщения, плотность теплового потока  $q$  постоянна во всех точках поверхности тел. Уравнение движения пара для рассматриваемых условий имеет вид

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, \quad (1)$$

причем ось  $x = R\gamma$  направлена по образующей, ось  $y$  — по радиусу (как показано на рис. 1).

Предельный градиент давления в уравнении движения определяется из условия потенциального обтекания тела жидкостью [1].

Для цилиндра

$$- \frac{\partial p}{\partial x} = 2 \frac{\rho_L \omega_L^2}{R} \sin 2\gamma. \quad (2^1)$$

Для сферы

$$- \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{9}{8} \frac{\rho_L \omega_L^2}{R} \sin 2\gamma. \quad (2^2)$$

Профиль скорости пара в пленке аппроксимирован выражением

$$u = 6\bar{u} \frac{y}{\delta} \left( 1 - \frac{y}{\delta} \right). \quad (3)$$

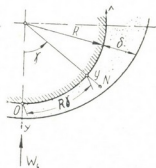


Рис. 1. Схема обтекания цилиндра (сферы)

Такой выбор физически обоснован, и в подобных задачах применяется и другими исследователями [2].

При аналитическом исследовании теплообмена авторы [3—5] пренебрегают в уравнении движения силами инерции, аналогично тому, как это делается в классической теории пленочной конденсации Нуссельта при описании течения жидкой пленки конденсата. Анализ это-

го допущения для процессов пленочного кипения проведен в настоящей работе. С этой целью рассматриваются два асимптотических случая. В первом из них в уравнении движения опущены инерционные силы. Во втором, напротив, предполагается, что инерционные силы играют доминирующую роль, и опущены вязкие напряжения.

Для каждой из предельных задач получены решения, сопоставление которых позволяет дать оценку роли инерционных эффектов.

Решения базируются на уравнениях (1), (2), (3), уравнениях неразрывности и теплового баланса для элемента пленки пара. Это позволяет определить толщину пленки и характер ее изменения вдоль периметра изучаемых тел. Далее определяется средний коэффициент теплоотдачи  $\bar{\alpha} = q/\Delta\bar{T}$ , где  $\Delta\bar{T}$  — средний по поверхности  $0 \leq \gamma \leq \frac{\pi}{2}$  температурный напор.

Конечные решения имеют вид

$$\bar{\alpha}_1 = \text{const}_1 \left[ \frac{\lambda^3 \omega_L^2 r \rho \rho_L}{\mu \Delta\bar{T} D^2} \right]^{1/4} \quad (4)$$

при учете лишь вязких сил,

$$\bar{\alpha}_2 = \text{const}_2 \left( \frac{\rho_L}{\rho} \right)^{1/2} \left[ \frac{r \lambda \rho \omega_L}{\Delta\bar{T} D} \right]^{1/2} \quad (5)$$

при учете только инерционных сил.

Условные коэффициенты  $\text{const}_1$  и  $\text{const}_2$ , определяемые в процессе решения, для цилиндра и сферы оказались близкими между собой и порядка единицы<sup>1</sup>.

Из анализа асимптотических решений (4) и (5) следует, что отношение  $\bar{\alpha}_1/\bar{\alpha}_2$  характеризуется параметром

$$B = \text{const}_3 \left( \frac{\lambda \Delta\bar{T}}{\mu r} \right)^{1/4}, \quad (6)$$

где  $\text{const}_3 = O(1)$ , причем условия преобладающего влияния вязких и инерционных сил на теплообмен имеют следующий вид:  $B \ll 1$  — преобладающее влияние сил вязкости,  $B \gg 1$  — преобладающее влияние инерционных сил.

На основе этих заключений были проанализированы многочисленные опытные данные работы [5]. Анализ показал, что для различных теплоносителей, скоростей потока и диаметров цилиндра величина параметра  $B$  в действительности всегда оказывается близкой к единице. Последнее означает соизмеримость вязких и инерционных эффектов. Это заключение имеет принципиальное значение для теории пленочного кипения. Вопрос о количественном влиянии сил инерции на теп-

<sup>1</sup> Для цилиндра и сферы значения  $\text{const}_1$  равны 0,82 и 0,75,  $\text{const}_2$  1,38 и 1,45, соответственно.



лообмен для конкретных условий требует дополнительного исследования.

В статье приняты следующие обозначения:  $D=2R$ —диаметр,  $\lambda$ —коэффициент теплопроводности пара,  $\mu$ —коэффициент вязкости пара,  $r$ —теплота парообразования (с учетом перегрева пара в пленке),  $\rho$  и  $\rho_L$ —плотность пара и жидкости,  $w_L$ —скорость набегающего потока жидкости.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. А. Цулукидзе

Московский энергетический  
Институт

(Поступило 24.1.1974)

შეჯამება

დ. ლაბუნტოვი, ა. გომელაური

ცილინდრისა და სფეროს გარსდენა ავსკაჰრი დუღილის დროს  
უწონადობის პირობებში

რეზიუმე

ორთქლის აფსკის ელემენტისათვის მიღებულია შესაბამის განტოლებათა სისტემის ასიმპტოტური ამონახსნები (4) და (5), რომელთა ურთიერთშედარება ცხადყოფს, რომ სხვადასხვა სითხეებისათვის და სხვადასხვა დიამეტრებისა და გარსდენის სხვადასხვა სიჩქარეებისათვის განხილულ პროცესში ინერციისა და ხახუნის ძალები წარმოადგენენ ერთი და იგივე რიგის სიდიდეებს. ეს შედეგი მიუთითებს პრინციპული განსხვავების არსებობაზე აფსკურ დუღილსა და აფსკურ კონდენსაციას შორის ზედაპირების გარსდენის დროს.

MECHANICS

D. A. LABUNTSOV, A. V. GOMELAURI

THE CYLINDER AND SPHERE IN CROSS FLOW DURING  
FILM BOILING IN THE ABSENCE OF GRAVITY FORCES

Summary

The asymptotic solutions (4) and (5) of corresponding differential equations are obtained for the element of vapour film during film boiling. Comparison of these solutions for different heat carriers, rates of flux and cylinder diameters has shown that for the processes under consideration the inertial and viscous forces are of the same order of magnitude. This result demonstrates that there is an essential difference between film boiling and film condensation during cross flow.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Кибель, Н. Е. Кочин и Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика, ч. 1. М., 1948.
2. T. H. K. Frederking, J. A. Clark. Advances in Cryog. Engng., 8, 1963, 501.
3. L. C. Witte. Ind. Engng. Chem. Fundamentals, 3, 1968, 517.
4. A. Bromley. Chem. Engng. Prog., 5, 1950, 221.
5. L. A. Bromley, N. K. Leroy, J. A. Robbers. Ind. Engng. Chem., 12, 1953, 2639.



Г. Т. ЖОРЖОЛИАНИ

ВЛИЯНИЕ СТРИНГЕРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ  
 ОКОЛО КОНЦОВ РАЗРЕЗА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 7.1.1974)

1. Упругое тело представляет собой бесконечную пластинку, отнесенную к плоскости переменной  $z = x + iy$  и разрезанную вдоль отрезка  $[-ib, ib]$ . К пластинке прикреплены (приварены) два одинаковых упругих стержня (стрингера) постоянных поперечных сечений, оси которых расположены на отрезках  $[-a, 0]$  и  $[0, a]$  (см. рис. 1).

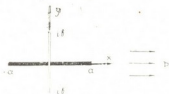


Рис. 1

Предполагается, что упругая среда деформируется в условиях обобщенного плоского напряженного состояния, а стрингеры представляют собой идеализированные одномерные континуумы, лишенные изгибной жесткости. Края разреза предполагаются свободными от внешних нагрузок. На пластинку вдали от стрингеров действуют растягивающие усилия  $P$ , параллельные оси  $x$ . Ставится задача об определении влияния стрингеров на распределение напряжений в пластинке около разреза. Для решения задачи будем пользоваться способом, указанным в работах [1], § 33, [2].

В любой точке  $t$  из отрезков  $[-a, 0]$ ,  $[0, a]$ , где стрингер сопряжен с пластинкой, возникает усилие  $q(t)$ , направленное по оси стрингера и равное [1, 2]

$$q(t) = -\tau_{xy}^+(t, 0) + \tau_{xy}^-(t, 0),$$

$$q(-t) = -q(t). \tag{1.1}$$

Граничные условия вдоль разреза и осей стрингеров можно написать в виде [1-3]

$$|\Phi(iy) + \Omega(iy)|^+ + |\Phi(iy) + \Omega(iy)|^- = 0,$$

$$|\Phi(iy) - \Omega(iy)|^+ - |\Phi(iy) - \Omega(iy)|^- = 0, \quad 0 \leq |y| < b, \tag{1.2}$$

$$\operatorname{Re} [\varphi^-(x) - \varphi^+(x)] = 0, \quad 0 < x < a, \tag{1.3}$$

$$\int_0^x (\tau_{xy}^+ - \tau_{xy}^-) dt + K_0 \operatorname{Re} \frac{d}{dx} [x\varphi(x) - x\overline{\varphi'(x)} - \overline{\psi(x)}] = 0, \tag{1.4}$$

где  $\varphi(z)$ ,  $\psi(z)$ ,  $\Phi(z)$ ,  $\Psi(z)$  — функции Колосова—Мусхелишвили,

$$\Omega(z) = \bar{\Phi}(-z) - z\bar{\Phi}'(-z) - \bar{\Psi}(-z), \quad [\bar{F}(-z) = \overline{F(-z)}], \quad (1.5)$$

$$\Phi(z) = \varphi'(z), \quad \Psi(z) = \psi'(z), \quad (1.6)$$

$$K_0 = \frac{E_0 h_0 b_0 (1 + \nu)}{Eh}, \quad \alpha = \frac{3 - \nu}{1 + \nu},$$

причем  $E_0$ ,  $h_0$ ,  $b_0$  — модуль упругости, толщина и ширина стрингера соответственно,  $E$ ,  $\nu$  — упругие постоянные,  $h$  — толщина пластинки.

2. Функции  $\Phi$ ,  $\Psi$ ,  $\Omega$  построим при помощи функции влияния. Эти последние, соответствующие сосредоточенной в точке  $t$ , ( $0 < |t| < a$ ) силе  $(q, 0)$  и растягивающему на бесконечности усилию интенсивности  $P$ , имеют вид [1—3]

$$\begin{aligned} \Phi(z, t) &= -\frac{p(t)}{z-t} + \frac{p(t)}{z+t} + \frac{P}{4} + \Phi_0(z, t), \\ \Psi(z, t) &= \frac{zp(t)}{z-t} - \frac{zp(t)}{z+t} - \frac{tp(t)}{(z-t)^2} - \frac{tp(t)}{(z+t)^2} - \frac{P}{2} + \Psi_0(z, t), \\ \Omega(z, t) &= -\frac{(\alpha+1)p(t)}{z-t} + \frac{(\alpha+1)p(t)}{z+t} + \frac{p(t)(z+t)}{(z-t)^2} - \\ &\quad - \frac{p(t)(z-t)}{(z+t)^2} + \frac{3P}{4} + \Omega_0(z, t), \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\Omega_0(z, t) = \bar{\Phi}_0(-z, t) - z\bar{\Phi}'_0(-z, t) - \bar{\Psi}_0(-z, t), \quad (2.2)$$

где

$$p(t) = \frac{q(t)}{2\pi(1+\alpha)}, \quad (2.3)$$

$\Phi_0(z, t)$ ,  $\Psi_0(z, t)$ ,  $\Omega_0(z, t)$  — функции, голоморфные всюду вне разреза, допускающие при больших  $|z|$  оценки

$$\Phi_0(z, t) = O\left(\frac{1}{|z|^2}\right), \quad \Psi_0(z, t) = O\left(\frac{1}{|z|^2}\right), \quad \Omega_0(z, t) = O\left(\frac{1}{|z|^2}\right). \quad (2.4)$$

Функции  $\Phi_0$ ,  $\Omega_0$  будем определять из граничных условий (1.2), которые на основании (2.1) дают

$$\begin{aligned} [\Phi_0(iy, t) + \Omega_0(iy, t)]^+ + [\Phi_0(iy, t) + \Omega_0(iy, t)]^- &= 2R(iy, t), \\ [\Phi_0(iy, t) - \Omega_0(iy, t)]^+ - [\Phi_0(iy, t) - \Omega_0(iy, t)]^- &= 0, \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$R(iy, t) = p(t) \left( \frac{\alpha+2}{iy-t} + \frac{\alpha+2}{iy+t} \right) - p(t) \left[ \frac{iy+t}{(iy-t)^2} - \frac{iy-t}{(iy+t)^2} \right] - P.$$

Решая (2.5) в условиях (2.4), получаем [3]

$$\Phi_0(z, t) = \Omega_0(z, t) = I(z, t)p(t)/2\chi(z) - P[\chi(z) - z]/2\chi(z), \quad (2.6)$$

где

$$\begin{aligned} \chi(z) &= \sqrt{(z-ib)(z+ib)}, \\ I(z, t) &= \frac{2t(\alpha-1)}{\chi(z) + \chi(t)} + \frac{4t^3}{\chi(t)[\chi(z) + \chi(t)]^3}. \end{aligned}$$

Определяя  $\Psi_0(z, t)$  из (2.2) и подставляя  $\Phi_0, \Psi_0, \Omega_0$  в (2.1), получаем функции  $\Phi(z, t), \Psi(z, t), \Omega(z, t)$ .

Функции  $\varphi(z, t), \psi(z, t)$  определяются интегрированием

$$\varphi(z, t) = \int \Phi(z, t) dz + \text{const}, \quad \psi(z, t) = \int \Psi(z, t) dz + \text{const}. \quad (2.7)$$

Введем обозначения:

$$\Omega_1(z, t) = -\ln(z-t) + \ln(z+t) + M(z, t), \quad (2.8)$$

$$\Omega_2(z, t) = \alpha \ln(z-t) - \alpha \ln(z+t) + \frac{t}{z-t} - \frac{t}{z+t} + \frac{zI(z, t)}{2\chi(z)} - M(z, t),$$

$$g_1(z) = \frac{P\chi(z)}{2} + \frac{Pz}{4} + \text{const}, \quad g_2(z) = \frac{Pz^2}{2\chi(z)} + \frac{P}{2} [\chi(z) - z] + \text{const}, \quad (2.9)$$

$$M(z, t) = \frac{1}{2\pi} \int \frac{I(z, t) dz}{2\chi(z)}, \quad \tau(t) = 2\pi p(t) \quad (2.10)$$

и представим искомые потенциалы  $\varphi(z), \psi(z)$  следующими равенствами:

$$\varphi(z) = \frac{1}{2\pi} \int_0^a \Omega_1(z, t) \tau(t) dt + g_1(z), \quad \psi(z) = \frac{1}{2\pi} \int_0^a \Omega_2(z, t) \tau(t) dt + g_2(z). \quad (2.11)$$

Найдя  $\varphi(z), \psi(z)$ , получим  $\Phi(z), \Psi(z), \Omega(z)$  по формулам (1.5), (1.6).

3. Легко видеть, что полученные функции  $\varphi(z), \psi(z), \Phi(z), \Psi(z), \Omega(z)$  удовлетворяют всем условиям задачи, кроме (1.4).

Подставляя 2.11 в (1.4), после элементарных преобразований получаем

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^a \frac{\tau(t) dt}{t-x} + \frac{1}{2\pi} \int_0^a k(x, t) \tau(t) dt = f(x) \quad 0 < x < a, \quad (3.1)$$

где

$$k(x, t) = \frac{1}{t+x} + \frac{x-1}{4z} \frac{I(x, t)}{\chi(x)} - \frac{x}{2z} \frac{d}{dx} \frac{I(x, t)}{\chi(x)} - \frac{(1+z)\pi}{\alpha K_0} H(x-t),$$

$$f(x) = -\frac{1}{2z} g'(x), \quad g(x) = \frac{z+1}{2} P\chi(x) - \frac{3-z}{4} Px - \frac{Px^2}{\chi(x)},$$

$$H(x-t) = 1 \quad \text{при } x > t, \quad H(x-t) = 0 \quad \text{при } x < t.$$

Таким образом, для определения неизвестной функции  $\tau(t)$  мы получили сингулярное интегральное уравнение первого рода. Решив его, получим по формулам (2.11) потенциалы  $\varphi(z), \psi(z)$ .

Приближенное решение уравнения (3.1) находится по способу, указанному в [1], § 13. На этом основании определяются численные

значения отношения  $N/N_0$  в зависимости от параметров задачи. Символ  $N$  обозначает коэффициент интенсивности напряжений на концах разреза в нашем случае, а  $N_0$  — ту же самую величину без стрингеров. Вычисления проводились для следующих значений параметров:

$$E_0 h_0 / Eh = 1, \quad \nu = 1/3, \quad b_0 = 0,2, \quad b = 1.$$

В таблице приведены результаты вычислений:

$\alpha$	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00
$N/N_0$	0,9974	0,9834	0,9099	0,8055	0,6287

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

(Поступило 10.1.1974)

დრეკადობის თეორია

გ. ჯორჯოლიანი

სტრინგერის გავლენა ძაბვების განაწილებაზე  
ჭრილის ბოლოების მიდამოში

რეზიუმე

შესწავლილია უსასრულო სიბრტყის ჭრილის მართობული სტრინგერებით გამაგრების გავლენა ძაბვების განაწილებაზე ჭრილის ბოლოების მიდამოში.

THEORY OF ELASTICITY

G. T. ZHORZHOLIANI

## INFLUENCE OF STRINGER ON THE DISTRIBUTION OF STRESSES NEAR SECTION ENDS

Summary

The influence of a stringer fastened perpendicularly to the section of an infinite plane on the distribution of stresses in the neighbourhood of the section ends has been studied, using N. I. Muskhelishvili's method and the technique cited in [1].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Каландия. Математические методы двумерной упругости. М., 1973.
2. Г. Т. Жоржоллиани, А. И. Каландия. ПММ, т. 38, вып. 1, 1974.
3. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПЛОСКИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПОЛУЛИНЕЙНОГО УПРУГОГО МАТЕРИАЛА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 21.12.1973)

1. В условиях плоской деформации будем рассматривать задачу о двухосном растяжении упругой плоскости  $z = x + iy$  из полулинейного материала [1] с криволинейным отверстием, края которого свободны от внешних усилий.

После конформного отображения физической области на бесконечную плоскость переменного  $\zeta = \xi + i\eta$  с круговым отверстием  $|\zeta| > 1$ , соотношением

$$z = \omega(\zeta) = c_0 \zeta + \frac{c_1}{\zeta} + \frac{c_2}{\zeta^2} + \dots$$

и применения метода Н. И. Мусхелишвили ([2], § 78) в условиях, принятых в [3], поставленная выше задача приводится к следующему нелинейному функциональному уравнению для определения функции  $\varphi(\zeta)$  (см. [3]):

$$\frac{\varphi'^2(\zeta)}{\omega'(\zeta)} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\omega'(\sigma)} \varphi(\sigma) d\sigma}{\varphi'(\sigma) (\sigma - \zeta)^2} = c_0 b_0^2 - \frac{\bar{c}_0 \bar{a}_0}{\zeta^2} \quad \text{при } |\zeta| > 1, \quad (1)$$

где

$$a_0 = \frac{(\lambda + 2\mu)(N_1 - N_2) e^{-2i\alpha}}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)},$$

$$b_0^2 = \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu(N_1 + N_2) + N_1 N_2 + 4\mu^2}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)}.$$

Здесь  $N_1, N_2$  — главные напряжения на бесконечности,  $\alpha$  — угол, составляемый главной осью напряжений, соответствующей  $N_1$ , с осью  $ox$ ,  $\gamma$  — окружность  $|\zeta| = 1$ , а  $\sigma = e^{i\theta}$  — точка на этой окружности,  $\lambda, \mu$  — постоянные Ламе.

В случае осесимметричной задачи ( $a_0 = 0$ ) для упругой плоскости с круговым отверстием ( $\omega(\zeta) = R\zeta$ ) это уравнение имеет точное решение:  $\varphi(\zeta) = Rb_0 \zeta$ .

Рассмотрим теперь отверстие, мало отличающееся от кругового, и попытаемся применить к решению задачи метод малого параметра.

Пусть контур отверстия в недеформированной плоскости  $z = x + iy$  задается уравнением

$$z = R \left[ e^{i\theta} + \varepsilon \sum_{k=1}^n (\alpha_k + i\beta_k) e^{-ik\theta} \right],$$

где  $R$ ,  $\alpha_k$ ,  $\beta_k$  — действительные постоянные, характеризующие размеры отверстия, а  $\varepsilon$  — малый параметр, характеризующий отклонение заданного отверстия от кругового ( $0 < \varepsilon < 1$ ).

Функция

$$z = \omega(\zeta) = R [\zeta + \varepsilon f_0(\zeta)],$$

где  $f_0(\zeta) = \sum_{k=1}^n c_k \zeta^{-k}$  ( $c_k = \alpha_k + i\beta_k$ ), как известно, будет осуществлять

конформное отображение рассматриваемой области на бесконечную плоскость переменного  $\zeta$  с круговым отверстием  $|\zeta| > 1$ . Будем считать, что

$$1 + \varepsilon f'_0(\zeta) \neq 0 \text{ при } |\zeta| \geq 1.$$

Решение уравнения (1) будем разыскивать в виде

$$\varphi(\zeta) = R b_0 [\zeta + \varepsilon \varphi_0(\zeta)], \quad (2)$$

где  $\varphi_0(\zeta) = \sum_{k=1}^n a_k \zeta^{-k}$ ;  $a_k = a_k^0 + i b_k^0$  — неизвестные пока постоянные.

Для определения этих постоянных внесем (2) в уравнение (1), в полученном равенстве отбросим слагаемые, содержащие степени  $\varepsilon$  выше первой и сравним выражения при одинаковых степенях  $\zeta$ . Тогда получим

$$a_1 = \frac{\bar{a}_0 + \varepsilon c_1 b_0^2}{\varepsilon(2b_0^2 - 1)}, \quad a_2 = \frac{c_2 b_0^2}{2b_0^2 - 1}, \quad \dots, \quad a_n = \frac{c_n b_0^2}{2b_0^2 - 1}.$$

После определения  $\varphi(\zeta)$  другую искомую функцию  $Q(\zeta)$  найдем по формуле (9) работы [3] в виде

$$Q(\zeta) = a_0 R \zeta + \{b_0^2 - 1 + \varepsilon [\varphi'_0(\zeta) - \bar{f}'_0(\zeta)] + \varepsilon^2 [\bar{f}'_0(\zeta) - \varphi'_0(\zeta)] \varphi'_0(\zeta)\} \frac{R}{\zeta} + \frac{R\varepsilon^2}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{[\bar{f}'_0(\sigma) - \varphi'_0(\sigma)] \overline{\varphi_0(\sigma)} d\sigma}{\sigma - \zeta} + \text{const.} \quad (3)$$

В первом приближении задача решена.

2. Случай эллиптического отверстия. Отображающая функция дается формулой

$$z = \omega(\zeta) = R \left( \zeta + \frac{\varepsilon}{\zeta} \right), \quad R = \frac{a+b}{2}, \quad \varepsilon = \frac{a-b}{a+b},$$

где  $a$  и  $b$  — полуоси эллипса и, значит,

$$f_0(\zeta) = \frac{1}{\zeta}.$$

Тогда

$$a_1 = \frac{\bar{a}_0 + \varepsilon b_0^2}{\varepsilon(2b_0^2 - 1)}, \quad a_2 = 0, \quad \dots, \quad a_n = 0.$$

Функциональное уравнение (1) с точностью до членов порядка  $\varepsilon$  будет иметь решение

$$\varphi(\zeta) = Rb_0 \left( \zeta + \frac{\varepsilon_1}{\zeta} \right) \quad \left( \varepsilon_1 = \frac{a_0 + \varepsilon b_0^2}{2b_0^2 - 1} \right), \quad (4)$$

на основании которого находим

$$P(\zeta) = b_0 \left( 1 + \frac{\varepsilon - \varepsilon_1}{\zeta^2} - \frac{\varepsilon \varepsilon_1}{\zeta^4} \right), \quad Q(\zeta) = a_0 R \zeta + [b_0^2 - 1 + \varepsilon_1(\varepsilon - \varepsilon_1)] \frac{R}{\zeta} + \\ + \frac{(\varepsilon - \varepsilon_1)R}{\zeta^3} + \frac{(\varepsilon - \varepsilon_1)\varepsilon_1 R}{\zeta^5} + \text{const.} \quad (5)$$

После этого компоненты напряжения и смещения вычисляются по формулам (2.8) и (3.6) работы [1]. Мы не выписываем здесь выражения для всех этих компонентов ввиду их громоздкости и приводим лишь значения контурного напряжения  $\widehat{\Phi\Phi}$ :

$$\widehat{\Phi\Phi} = \frac{4\mu(\lambda + \mu)[b_0^2(1 + 2(\varepsilon - \varepsilon_1)\cos 2\theta - 2\varepsilon\varepsilon_1\cos 4\theta) - 1]}{\mu b_0^2[1 + 2(\varepsilon - \varepsilon_1)\cos 2\theta - 2\varepsilon\varepsilon_1\cos 4\theta] + \lambda + \mu}. \quad (6)$$

3. В качестве примера рассмотрим задачу о концентрации напряжений около эллиптического отверстия в поле простого растяжения, когда растягивающие усилия величиной  $P_0$  на бесконечности параллельны оси  $oy$  ( $N_1 = 0, N_2 = P_0, \alpha = \frac{\pi}{2}$ ).

Значения  $\widehat{\Phi\Phi}$  на основании (6) (в точках  $\Phi = 0, \pi$ ) даются формулой

$$\widehat{\Phi\Phi} = 3P_0 - \frac{3[8\mu(\varepsilon + 1) + 3\lambda]P_0^3 + 4\mu[5\lambda + 13\mu + 4(\mu - 2\lambda)\varepsilon]P_0^2 - 64\mu^2(\lambda + \mu)\varepsilon P_0}{[3\lambda + 8\mu(\varepsilon + 1)]P_0^2 + 4\mu[4\lambda + 5\mu + 2\mu(1 + 2\varepsilon)]P_0 + 16\mu^2(\lambda + \mu)}.$$

В случае всестороннего растяжения (когда на бесконечности  $N_1 = N_2 = P_0$ ) будем иметь

$$\widehat{\Phi\Phi} = 2P_0 \left[ 1 + \varepsilon \frac{4\mu(\lambda + \mu) + 2\lambda P_0 - P_0^2}{2\mu(\lambda + \mu) + (2\lambda + 3\mu)P_0 + \varepsilon P_0^2} \right].$$

Приводим таблицу значений коэффициента концентрации напряжений  $k = \frac{\widehat{\Phi\Phi}}{P_0}$  (при  $\Phi = 0, \pi$  и  $\lambda = \mu$ ) в зависимости от  $\varepsilon$  и отношения  $\frac{P_0}{\mu}$ .

Напряженное состояние	Коэффициент концентрации напряжений $k = \frac{\widehat{\Phi\Phi}}{P_0}$			
	$\frac{P_0}{\mu} = 0,1$	$\frac{P_0}{\mu} = 0,2$	$\frac{P_0}{\mu} = 0,3$	Линейная теория
Одноосное растяжение	$2,7938 + 3,5531\varepsilon$	$2,6189 + 3,1906\varepsilon$	$2,4681 + 2,8916\varepsilon$	$1 + \frac{2(1+m)}{1-m}$
Всестороннее растяжение	$2(1 + 1,8200\varepsilon)$	$2(1 + 1,6720\varepsilon)$	$2(1 + 1,5472\varepsilon)$	$\frac{2(1+m)}{1-m}$



Как видно из таблицы, нелинейная теория приводит к понижению коэффициента концентрации напряжений в наиболее напряженных точках эллипса по сравнению с линейной теорией. Уменьшение тем значительнее, чем меньше  $\epsilon$ .

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

(Поступило 3.1.1974)

დრეკადობის თეორია

ლ. დობორჯინიძე

ზოგიერთი ბრტყელი ამოცანის ამოხსნა ნახევრადწრფივი  
 დრეკადი მასალისათვის

რეზიუმე

ბრტყელი დეფორმაციის პირობებში განხილულია მრუდწირული ხვრელის მქონე ნახევრადწრფივი დრეკადი სიბრტყის ორმხრივი გაჭიმვის ამოცანა, როცა ხვრელის კონტური თავისუფალია გარე ძალებისაგან.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

SOLUTION OF SOME PLANE PROBLEMS FOR SEMI-LINEAR  
 MATERIALS

Summary

A biaxial extension problem of an elastic plane of semi-linear material with a curvilinear hole, the ends of which are free from external tractions, is considered under conditions of plane deformation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Лурье. Сб. «Механика сплошной среды и родственные проблемы анализа». М., 1972.
2. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1965.
3. Л. Г. Доборджинидзе. Сообщения АН ГССР, 71. № 2, 1973.



Б. И. ЦЕРЦВАДЗЕ

КЛАСС СОБСТВЕННО ОРТОГОНАЛЬНЫХ ОПТИМАЛЬНЫХ  
 ЛИНЕЙНЫХ КОДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 23.1.1974)

В теории кодирования особое внимание уделяется построению бинарных кодов с ортогональными проверками для исправления случайных ошибок в симметричном канале. Эти коды легко реализуются в практических системах и выгодны экономически. В работе [1] построены линейные коды с ортогональными проверками символов с помощью неполных уравновешенных блок-схем, параметры кода

$$\begin{aligned} n &= V + b, & d &= \omega + 1, & R &= \frac{b}{V + b}, \\ k &= b, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $n$ —длина кода,  $k$ —число информационных символов,  $d$ —расстояние Хемминга.  $R$ —эффективность кода,  $V$ —число методов в блок-схеме,  $b$ —число блоков,  $\omega$ —число мест. Если при  $\lambda=1$  существует блок-схема, то всегда можно построить код с параметрами (1). Докажем, что этот код является оптимальным.

Известно [2], что блоковая длина собственно ортогональных кодов с эффективностью  $R$  и минимальным расстоянием  $d$  ограничена снизу:

$$n \geq \frac{R}{(1-R)^2} (d-1)(d-2) + \frac{1}{1-R}. \quad (2)$$

Для существования блок-схем необходимыми являются условия из [3]:

$$\begin{aligned} \omega b &= Vr, \\ (V-1) &= r(\omega-1), \end{aligned} \quad \lambda = 1. \quad (3)$$

Подставив в (2) выражения (1) и (3), получим равенство, что и требовалось доказать. Из (1) можно получить дуальный код, также имеющий ортогональные проверки символов. Проверочная матрица для (1) имеет вид

$$H = (P_{bv} I_v),$$

где  $P_{bV}$  — матрица инцидентности блок-схемы,  $I_V$  — единичная матрица. Проверочная матрица дуального кода получается транспонированием матрицы  $P_{bV}$  и приписыванием единичной матрицы  $I_b$ :

$$H = (P_{Vb} I_b).$$

Параметрами кода будут

$$\begin{aligned} n &= V + b, & d &= r + 1, & R &= \frac{V}{V + b}, \\ k &= V, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $r$  — число появлений каждого метода в блок-схеме.

Для доказательства собственно ортогональности кода (4) предположим, что пара информационных символов контролируется более чем одним проверочным символом. Это означает, что в блок-схеме два блока имеют два общих метода, а это невозможно при  $\lambda = 1$ , так как  $\lambda$  означает число появлений пар методов в блок-схеме. Докажем, что расстояние  $d = r + 1$ .

В транспонированной матрице каждый вектор имеет вес, т. е. число единиц в векторе  $\|B_i\| = r$  и любая пара векторов имеет одну общую единицу [3], поэтому выполняются неравенства

$$\|B_i \oplus B_k \oplus \dots \oplus B_m\| \geq jr - j(j-1) \geq d - j \quad j = 1, 2, \dots, r+1,$$

которые требуются для существования кода с расстоянием  $d = r + 1$ . Здесь  $j$  — количество суммирующихся векторов.

Следует отметить, что в параметры рассмотренных кодов включаются все оптимальные квазициклические коды из [2]. Отметим также, что линейный код с параметрами  $n = 75$ ,  $k = 50$ ,  $d = 5$  и дуальный с  $n = 75$ ,  $k = 25$ ,  $d = 9$  существуют, так как существует блок-схема  $V = 25$ ,  $b = 50$ ,  $\omega = 4$ ,  $r = 8$ ,  $\lambda = 1$ , построение которой дано в [3]. В работе [2] не был найден код с такими параметрами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.1.1974)

კიბერნეტიკა

ბ. ცერცვაძე

საკუთრივ ორთოგონალური ობტიმალური წრფივი  
კოდეზის კლასი

რეზიუმე

დამტკიცებულია ბლოკ-სქემების მიხედვით აგებული საკუთრივ ორთოგონალური წრფივი კოდეზის ობტიმალობა. განხილულია დუალური კოდი, რომელიც აგრეთვე საკუთრივ ორთოგონალურია.

B. I. TSERTSVADZE

ON A CLASS OF SELF-ORTHOGONAL OPTIMAL  
LINEAR CODES

## Summary

The optimality of self-orthogonal linear codes built of balanced block-circuits at  $\lambda=1$  is proved. Dual codes, which are also properly orthogonal, are considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. П. Мегрелишвили, Т. Г. Николайшвили, Б. И. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
2. R. L. Townsend, E. J. Weldon. Self-orthogonal quasi-cyclic codes, IEEE Trans. Inf. Theory, IT-13, 2, 1967.
3. М. Холл. Комбинаторика. М., 1970.

З. Н. ЧИГОГИДЗЕ, Н. П. ХУЧУА, Л. М. ГУТНИК

## ВЫХОД ИЗ СТРОЯ ДИОДОВ ГАННА ПЛАНАРНО-ТОРЦЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 24.12.1973)

В работах [1, 2] были исследованы особенности выхода из строя копланарных диодов Ганна в импульсном режиме работы. В результате этих исследований было сделано заключение [1, 2], что причиной отказа диодов Ганна при высоких напряжениях смещения является образование шнуров тока, обусловленных возникновением S-образной вольтамперной характеристики (ВАХ) за счет ударной ионизации зона-зона, вызванной доменом сильного поля [3]. Возрастание плотности тока и, следовательно, интенсивный разогрев в шнуре должны вызвать обеднение данного участка кристалла мышьяком и появление металлического галлия, что, в свою очередь, обусловит образование низкоомного канала и тепловой пробой образца.

В настоящей работе изучались процессы выхода из строя диодов Ганна в непрерывном режиме работы, при котором, в отличие от импульсного режима, образец подвергается значительным тепловым перегрузкам.

Объектами исследования служили диоды Ганна с различной конфигурацией электродов — плоско-параллельной ( $n/n$ ) и кольцевой ( $\kappa$ ) — планарно-торцевой конструкции. Диоды Ганна такой конструкции изготавливаются из эпитаксиального  $p$ -GaAs, выращенного на полужолирующей подложке, с подконтактными слоями из  $p^+$ -GaAs. Эти слои селективно наращены методом газотранспортной эпитаксии в карманах, вытравленных в  $p$ -GaAs на глубину, превышающую толщину пленки, и захватывают часть полужолирующей подложки [4].

Планарно-торцевая конструкция характеризуется более однородным, по сравнению с копланарной, распределением электрического поля в активной области, весьма малой величиной переходного сопротивления на контактах, а также значительно меньшей степенью миграции материала контакта. Поэтому при изучении отказа диодов Ганна в условиях повышенных смещающих напряжений и тепловых перегрузок на образцах подобной конструкции можно пренебрегать рядом побочных факторов.

Исходным материалом для диодов Ганна служили эпитаксиальные пленки  $p$ -GaAs, выращенные на полужолирующих подложках с ориентацией  $\langle 100 \rangle$ . Концентрация и подвижность носителей тока в  $p$ -GaAs была порядка  $2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  и  $6000 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$  соответственно.

Диоды Ганна планарно-торцевой конструкции изготавливались методом планарно-эпитаксиальной технологии [5]. Подконтактные слои из

$n^+$ -GaAs получались газотранспортным методом в системе треххлористого мышьяка (легирующая примесь — олово). Металлические контактные площадки изготавливались из сплава Au—Ge. Величина приведенного переходного сопротивления на контактах не превышала  $10^{-4}$  ом·см<sup>2</sup>. Диоды монтировались в металло-керамические корпуса.

Диоды Ганна типа к генерировали непрерывную мощность в дециметровом диапазоне длин волн от 10 до 25 мвт. В ряде случаев к. п. д. генераторов достигал 2%.

Величины приведенного напряжения пробоя (отношение напряжения пробоя  $U_{\text{проб}}$  к пороговому напряжению СВЧ генерации  $U_{\text{пор}}$ ) диодов обоих типов в среднем находились в интервале 2'-4.



Рис. 1. Микрофотографии проводящих каналов в планарно-торцевых диодах типа  $n/n$  (ув.  $\times 140$ ): а—начальная стадия пробоя, б—окончательный вид поверхности образца

Как и в предыдущих исследованиях [1, 2], видимая часть пробоя в образцах снималась на кинолентку через микроскоп МБИ-6 со скоростью 48 кадров/сек.

В случае непрерывного режима работы пробой характеризовался двумя различными стадиями. На первой стадии пробоя (рис. 1,а) канал в виде ярко светящейся белым светом дорожки «прошивал» активную область диода, причем положение канала не зависело от места термокомпрессии токопроводящих проволочек на контактной площадке. На второй стадии пробоя (рис. 1,б) наблюдались уширение площади канала и потемнение приконтактной области, примыкающей к каналу. Это потемнение распространялось на электроды вплоть до места термокомпрессии проволочек, которые при этом обычно отпавали от контактной площадки.

Скорость распространения канала на первой стадии пробоя, рассчитанная по скорости киносъемки, составляла примерно  $(2'-3) \cdot 10^{-1}$  см/сек, т. е. на порядок превышала скорость распространения канала в случае пробоя при импульсном смещающем напряжении.

Обращает на себя внимание тот факт, что для образцов типа к пробой начинался от внутреннего контакта, на который было подано отрицательное постоянное смещение, тогда как в случае импульсного смещения мы наблюдали обратную картину [1, 2].

Необратимому пробую обычно предшествовало возрастание тока с напряжением, а в ряде случаев имело место возникновение S-образной ВАХ. Напряжение, при котором в образце появлялось отрицательное дифференциальное сопротивление, контролируемое током, в сильной степени зависело от качества теплоотвода, а следовательно, от температуры образца. При плохом теплоотводе, в отличие от случая импульсного смещения, переход к S-образной характеристике мог начаться при напряжениях  $U < U_{\text{пор}}$  (рис. 2).

Как и при импульсном режиме работы, исследовалось влияние поперечного магнитного поля на положение закорачивающего канала. При этом было показано, что магнитное поле весьма незначительно влияет на положение канала в диодах типа  $n/n$ : мы ни разу не наблюдали смещения канала к краю активной области, как это имело место при импульсном режиме работы, однако канал слегка выгибался в соответствии с траекторией движения носителей в поперечном магнитном поле. Как видно из рис. 3, поперечное магнитное поле несколько повышает критическое напряжение появления S-образного участка на зависимости  $I(U)$ .

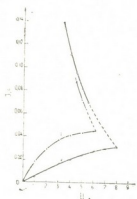


Рис. 2. Статические ВАХ образцов планарно-торцевой конструкции типа  $n/n$  при плохом теплоотводе.  $U_{пор}$  б: 1—7, 2—7,5

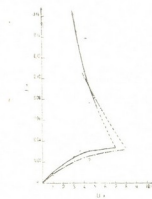


Рис. 3. Статические ВАХ образцов планарно-торцевой конструкции типа  $n/n$ : 1—в отсутствии магнитного поля, 2—в поперечном магнитном поле  $H=8$  кэст

Таким образом, при непрерывном режиме работы диодов Ганна выход из строя образцов в значительной степени определяется тепловыми процессами. В пользу этого заключения свидетельствуют следующие факты: во-первых, возможность пробоя при  $U < U_{пор}$  при плохом качестве теплоотвода и, следовательно, сильном разогреве образца в целом; во-вторых, образование проводящего канала в диодах типа  $k$  у внутреннего электрода, т. е. в месте максимальной плотности тока в образце, в-третьих, увеличение скорости распространения закорачивающего канала между контактами, по сравнению с импульсным режимом работы, что скорее всего стимулировано тепловыми эффектами (см. также [6]).

Учитывая все эти данные, представляется весьма вероятным, что в диодах Ганна, работающих в непрерывном режиме, за счет разогрева образца джоулевым теплом может произойти «тепловой» пробой [7] (связанный, например, с ионизацией глубоких донорных уровней [8]) раньше, чем осуществиться пробой зона-зона в домене сильного поля. Это обусловит возрастание концентрации электронов в зоне проводимости, вызовет появление отрицательного S-образного участка на ВАХ и, как следствие, явление шнурования тока и образование закорачивающего канала. Такого рода «тепловой» шнур [9] должен быть сильнее закреплен на неоднородности, на которой он возник, чем шнур, состоящий из носителей двух типов. С предложенными представлениями вполне согласуется и тот факт, что в случае «теплового» шнура



Р. И. ДЖИБУТИ, Х. М. САЛЛАМ

## К ПРОБЛЕМЕ НАСЫЩЕНИЯ В КЛАСТЕРНОЙ МОДЕЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианавили 4.12.1973)

Среди интересных вопросов, часто обсуждаемых в последнее время в рамках кластерной модели легких ядер [1—3], на передний план выдвигается проблема насыщения. Ее, как правило, рассматривают методом Маргенау, Блоха и Бринка [4, 5], в основе которого лежит идея о многоцентрковой оболочечной модели. В этой модели исходной точкой является предположение о том, что внутрикластерное движение происходит быстрее, чем относительное движение центров кластеров. Это предположение позволяет применять адиабатическое приближение при исследовании структуры легких ядер. В таком подходе, кроме выяснения вопроса о стабильности ядер относительно выделения подгрупп, требуется исследовать, насколько совместимы между собой энергии связи ядер, с одной стороны, и величины отношения междукластерных расстояний к размерам подгрупп, с другой. Эти вопросы относятся к проблеме насыщения, постановка которой в кластерной модели имеет свою специфику. С целью выяснения вышепоставленных вопросов в последнее время было проверено несколько типов эффективных нуклон-нуклонных потенциалов (потенциал Бринка — Боекера [6], потенциал Скаирма [7] и др.). Результаты этих исследований оказались неудовлетворительными. Было показано, что используемые потенциалы, приводя к сильной недосвязке легких ядер, кроме того, не обеспечивают нужной степени кластеризаций.

В настоящей работе, которая принадлежит к начатому работой [8] циклу, рассматривается проблема насыщения в кластерной модели на основе применения зависящего от скорости эффективного потенциала  $S$ -волнового взаимодействия, предложенного в работах [9—12].

Используемый эффективный потенциал имеет вид

$$V_{\text{эфф}} = \frac{1}{2} \left\{ V_{\text{реал}}(\vec{r}) \exp \left[ -\vec{a} \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \right] + \exp \left[ \vec{a} \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \right] V_{\text{реал}}(\vec{r}) \right\} \vec{a} \rightarrow \vec{r} - \\ - \lambda (A) \frac{\hbar^2}{M} \{ \delta(\vec{r}) \nabla^2 + \nabla^2 \delta(\vec{r}) \}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{реал}}(\vec{r})$  — исходный реалистический нуклон-нуклонный потенциал, параметризованный из двухнуклонной задачи в пустоте,  $\vec{a} \rightarrow \vec{r}$  означает, что после действия оператора  $\exp \left[ -\vec{a} \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \right]$  на волновую функцию пары спра-



ва и оператора  $\exp\left[\bar{a} \frac{\partial}{\partial \bar{r}}\right]$  на аналогичную функцию слева в двухчастичных матричных элементах следует произвести замену  $\bar{a} \rightarrow \bar{r}$ .

Единственный добавочный параметр  $\lambda(A)$  из формулы (1) феноменологически представляет роль непарных сил в ядрах. Ясно, что эта роль должна зависеть от плотности ядра. Как было установлено в работе [8], функция  $\lambda(A)$  незначительно меняется в области легких ядер, тогда как в области ядер с  $A > 40$  она становится постоянной. Специфическое изменение в области легких ядер подтверждается и в кластерной модели. Результаты настоящей работы показывают, что правильные значения одновременно для энергии связи и степени кластеризаций легких ядер обеспечиваются именно для тех значений параметра  $\lambda(A)$ , которые были найдены в работе [8] в рамках оболочечной модели. Этот результат можно интерпретировать как указание на модельную независимость найденной роли непарных сил.

Рассматриваются  $\alpha$ -кластерные конфигурации основных и некоторых возбужденных состояний ядер  $Be^8$ ,  $C^{12}$  и  $O^{16}$ . Эти конфигурации в модели Маргенау, Блоха и Бринка [4—7] наглядно представляются в виде геометрических фигур, указанных в таблице.

Ядро	Конфигурация		[7] a	[7] b	[7] c	[7] d	Наст. работа	$-E_{\text{эксп}}$ МэВ
$Be^8$	Линейная цепочка	$b(\Phi)$	1,57	1,56	1,55	1,48	1,34	62,12
		$d/b$	0,9	0,9	1,30	1,24	1,30	
		$-E$ (мэв)	48,0	45,2	44,2	41,0	62,12	
$C^{12}$	Треугольник	$b(\Phi)$	1,67	1,67	1,62	1,54	1,61	103,3
		$d/b$	<0,1	<0,1	1,2	1,13	1,19	
		$-E$ (мэв)	89,2	80,0	62,8	62,0	103,06	
$C^{12*}$	Линейная цепочка	$b(\Phi)$	1,58	1,57	1,57	1,50	1,41	95,65
		$d/b$	2,0	2,0	2,60	2,50	2,48	
		$-E$ (мэв)	63,9	62,7	60,4	55,9	82,52	
$O^{16}$	Тетраэдр	$b(\Phi)$	1,70	1,67	1,84	1,74	1,52	145,62
		$d/b$	0,0	0,0	0,20	0,45	1,55	
		$-E$ (мэв)	138,7	137,6	96,0	94,4	145,62	
$O^{16*}$	Ромб	$b(\Phi)$	1,65	1,65	1,62		1,46	137,60
		$d/b$	0,7	0,7	1,10		3,08	
		$-E$ (мэв)	102,5	96,4	80,2			

Вычисляются полные энергии  $4N$  ядер

$$E = \langle \Phi, T\Psi \rangle + \langle \Phi, V\Psi \rangle \quad (2)$$

с помощью  $4N$  нуклонных волновых функций  $\Phi$  и  $\Psi$  построенных из  $N$  одночастичных волновых функций  $\Phi_i(\vec{R}_i, \vec{r}_i)$  и  $\Psi_i(\vec{S}_i, \vec{r}_i)$ . Последние описывают движение нуклона на  $iS$ -орбите гармонического осциллятора с центром в  $\vec{R}_i$  и  $\vec{S}_i$  соответственно. Волновые функции  $\Phi$  и  $\Psi$  описывают состояния ядер с максимальной симметрией в смысле вигнеровской теории

супермультиплетов. В частности, полная кинетическая энергия ядра в таком подходе принимает вид

$$\langle \Phi, T\Psi \rangle = 4 \frac{(\det \langle \Phi_i, \Psi_j \rangle)^4}{(\det \langle \Phi_i, \Phi_j \rangle \det \langle \Psi_i, \Psi_j \rangle)^2} \sum_{i,j} \langle \Phi_i, i\Psi_j \rangle (B^{-1})_{ij}, \quad (3)$$

где

$$\langle \Phi_i, \Psi_j \rangle = B_{ij} = \exp \left\{ -\frac{(\bar{R}_i - \bar{S}_j)^2}{4b^2} \right\}, \quad (4)$$

$$\langle \Phi_i, i\Psi_j \rangle = h\omega B_{ij} \left[ \frac{3}{4} - \frac{1}{8b^2} (\bar{R}_i - \bar{S}_j)^2 \right]. \quad (5)$$

Потенциальная энергия из формулы (2) вычисляется с применением эффективного двухнуклонного потенциала (1), где в качестве  $V_{\text{реал}}(\vec{r})$  берется потенциал, использованный в работе [8]:

$$V_{\text{реал}}(r) = [a_\tau (\vec{\tau}_1 \cdot \vec{\tau}_2) + a_{\sigma\tau} (\vec{\sigma}_1 \cdot \vec{\sigma}_2) (\vec{\tau}_1 \cdot \vec{\tau}_2)] \exp \left( -\frac{r^2}{r_c^2} \right), \quad (6)$$

где  $\vec{\sigma}_i$  и  $\vec{\tau}_j$  — спин и изоспиновые операторы. Значения параметров  $a_\tau = 2,096$  мэВ,  $a_{\sigma\tau} = 7,767$  мэВ и  $r_c = 2,18$  Ф обеспечивает правильное описание двухнуклонной системы в пустоте.

Полученные выражения энергий ядер минимизируются одновременно как относительно расстояния между  $\alpha$ -кластерами  $d$ , так и относительно радиуса кластеров. Последний связан с осцилляторным параметром  $b = \left( \frac{h}{M\omega} \right)^{1/2}$ . Отношение  $\frac{d}{b}$  определяет степень кластеризаций рассмотренных ядер.

Результаты расчетов приведены в таблице, где для сравнения даны также результаты из работы [7], полученные разными эффективными потенциалами ( $a$  — потенциал Скаирма с параметрами из работы [13],  $b$  — потенциал Скаирма с первоначальными параметрами [14],  $c$  — потенциал Скаирма с отталкиванием в  $p$ -состоянии  $d$  — потенциал Бринка и Бюэкера [6]).

Как видно из таблицы, хорошие результаты получаются не только для энергии связи, но и для размеров ядер. Особенно важными представляются те степени кластеризации, которые получаются на основе потенциала (1). Величина  $\frac{d}{b}$  во всех случаях заметно больше единицы (кластеризация), что не обеспечивается ни одним другим эффективным потенциалом. Полученные значения энергии связи намного лучше, чем результаты других авторов. Далее, из таблицы видно, что среди рассмотренных случаев наименее кластеризовано основное состояние ядра  $C^{12}$ . Это заключение находится в согласии с выводами других авторов. Не исключено, что найденный факт является

причиной неудач теоретического рассмотрения основного состояния ядра  $C^{12}$  на основе применения локальных потенциалов взаимодействия между  $\alpha$ -частицами.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.12.1973)

ფიზიკა

რ. ჯიბუტი, ჰ. სალამი

ნაჯერობის პრობლემისათვის კლასტერულ მოდელში

რეზიუმე

სიჩქარეზე დამოკიდებული ნუკლონ-ნუკლონური ურთიერთქმედების ეფექტური პოტენციალის გამოყენებით განიხილება ნაჯერობის პრობლემა კლასტერულ მოდელში.  $Be^8$ ,  $C^{12}$  და  $O^{16}$  ბირთვების ძირითადი და ზოგიერთი აღზნებული მდგომარეობების მაგალითებზე ნახევენბია, რომ აღნიშნული პოტენციალის გამოყენებით მიიღება კარგი შედეგები როგორც ბმის ენერჯის, ისე კლასტერიზაციის ხარისხის თვალსაზრისით.

PHYSICS

R. I. JIBUTI, H. M. SALLAM

## CONCERNING THE PROBLEM OF SATURATION IN A CLUSTER MODEL

Summary

The saturation problem in a cluster model is considered by applying a velocity-dependent effective nucleon-nucleon potential. The ground and some excited states of  $Be^8$ ,  $C^{12}$  and  $O^{16}$  nuclei have been considered, and it is shown that the given potential provides good values for the binding energy as well as for the clustering degree.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Мамасахлисов. Изв. АН СССР, сер. физ., 28, 1964, 1550.
2. В. Г. Неудачин, Ю. Ф. Смирнов. Нуклонные ассоциации в легких ядрах. М., 1969.
3. Р. И. Джибути. Изв. АН СССР, сер. физ., 37, 1973, 1562
4. H. Margenau. Phys. Rev., 59, 1941, 37.
5. D. M. Brink. The alpha-particle model of light nuclei. Int. School of Physics, "Enrico Fermi" course, XXXVI, 1965.
6. D. M. Brink, H. Friedrich, A. Weiguny, C. W. Wong. Phys. Lett., 33 B, 1970, 143.
7. S. B. Khadkikar. Phys. Lett., 36 B, 1971, 451.
8. Р. И. Джибути, Х. М. Саллам. ЯФ, 19, 1974, 75.
9. Р. И. Джибути, В. И. Мамасахлисов. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969, 57.
10. Р. И. Джибути, Н. Б. Крупеникова. ЯФ, 11, 1970, 355.
11. Р. И. Джибути, В. И. Мамасахлисов. ЯФ, 13, 1971, 73.
12. Р. И. Джибути. ЯФ, 13, 1971, 1008.
13. D. Vautherin, D. M. Brink. Phys. Lett., 32 B, 1970, 149.
14. T. H. R. Skyrme. Nucl. Phys., 9, 1959, 615.



С. Б. ДОМА

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ЧЕТНОСТИ ЯДЕР С $A=6$ В МОДЕЛИ УНИТАРНОЙ СХЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Тавхелидзе 11.3.1974)

Одной из основных задач теории ядра является объяснение наблюдаемых свойств ядерной системы исходя из предположения парного характера взаимодействия между нуклонами в ядре, потенциал которого определяется по данным двухнуклонной задачи. В одном из подходов к решению такой задачи волновая функция системы для связанных состояний разлагается в ряд по некоторой полной системе функции (базисные функции). Одним из таких базисов, эффективно работающих в области малонуклонных систем, является трансляционноинвариантный осцилляторный базис, или схема унитарной симметрии [1, 2].

В настоящей работе эта схема использовалась для исследования энергетического спектра ядер с  $A=6$ . Данному вопросу посвящено множество работ. Ранние исследования в рамках модели промежуточной связи, куда потенциал входит в виде двух параметров, хорошо известны [3, 4]. В этой модели получается согласующееся с экспериментами расположение уровней при малых энергиях возбуждения, а другие характеристики получить не удается. Определенным улучшением этой модели является  $\alpha$ -дейтронная модель [5—7], в которой учтена корреляция между валентными нуклонами. Другая возможность учета этой корреляции достигается использованием уравнений типа Бете—Голдстоуна для этих нуклонов [8, 9]. Эта корреляция может быть также учтена использованием деформированных хартри-фоксовских орбит [10, 11]. Во всех этих подходах учитываются возбуждения только валентных нуклонов, а четырехнуклонный кор (конфигурация  $(OS)^4$ ) считается неизменным. В модели унитарной схемы является возможность одновременного учета на равных правах как возбуждения валентных нуклонов, так и возбуждения кора. Важно подчеркнуть, что в этом базисе нет разделения на одночастичные и коллективные степени свободы, что и соответствует ситуации, имеющей место для малонуклонных систем [12].

В этой схеме гамильтониан и волновая функция системы представляются в виде [12]

$$H_{\text{ин}} = H_0 + V',$$

где

$$H_0 = \frac{1}{A} \sum_{i < j=1}^A \left[ \frac{(\vec{p}_i - \vec{p}_j)^2}{2M} + \frac{M \omega^2}{2} (\vec{r}_i - \vec{r}_j)^2 \right],$$

$$V' = \sum_{i < j=1}^A \left( v_{ij} - \frac{M\omega^2}{2A} (\bar{r}_i - \bar{r}_j)^2 \right) = \sum_{i < j=1}^A v'_{ij} \quad (1)$$

и

$$\langle JM_J TM_T \rangle = \sum C^{JT} \langle AN \{ \rho \} (\omega) \gamma L \{ [f] \} \{ [f_S] \} \times \\ N \{ \rho \} (\omega) \gamma L \{ [f] \} \{ [f_S] \} \{ [f_T] \} \tilde{\alpha} \\ N \{ \rho \} (\omega) \gamma L \{ [f] \} \{ [f_S] \} \{ [f_T] \} \tilde{\alpha} \\ \times \{ [f_T] \} \tilde{\alpha} \{ [f] \} \{ [f_S] \} \{ [f_T] \} \rangle [1^A] JM_J TM_T \rangle, \quad (2)$$

Для классификации состояний применяются обозначения из работ [13, 14]. Базисные функции, входящие в формулу (2), являются собственными функциями гамильтониана  $H_0$  с собственными значениями

$$E_0 = \left[ N + \frac{3}{2} (A - 1) \right] h\omega$$

(здесь и далее  $h$  обозначает  $h/2\pi$ ).

На этом базисе матрица оператора  $V'$  имеет вид, аналогичный приведенному в работе [12]. Волновые функции и энергетические уровни системы находятся путем диагонализации матрицы.

В качестве потенциалов нуклон-нуклонного взаимодействия брались несингулярные реалистические потенциалы один, из которых описывает двухнуклонную систему до 300 Мэв [15] (*GPT*), а второй — до 20 Мэв [16] (НМ). Два этих потенциала брались для выяснения вопроса, насколько чувствительны свойства ядра к взаимодействиям между нуклонами на малых расстояниях, где и должна проявиться в основном разница между этими двумя потенциалами.

Рассчитывались уровни положительной четности до 15–20 Мэв энергии возбуждения. В данной статье мы сообщаем результаты расчетов, в которых учитывались все состояния с числом осцилляторных квантов возбуждения  $N=2$  (основная конфигурация) и частично конфигурации с  $N=4$ , а именно, по  $\{ \rho \}$  брались только наиболее симметричные состояния  $\{ \rho \} = \{ 4 \}$  с наиболее симметричными состояниями группы перестановок и орбитальным моментом  $L \leq 2$ . Свободный осцилляторный параметр  $h\omega$  менялся в определенных пределах для получения минимума для каждого уровня отдельно. Оказалось, что значение  $h\omega$ , при которых имеется минимум, меняется в пределах 2–3 Мэв, причем с увеличением значения энергии уровня значение осцилляторного параметра  $h\omega$  уменьшается, что означает увеличение радиуса системы с увеличением энергии возбуждения, а это с физической точки зрения вполне разумно. Важно подчеркнуть, что для двух разных потенциалов оптимальные значения  $h\omega$  оказались разными. На рис. 1 приведены спектры уровней положительной четности для значений  $h\omega$ , при которых энергия основного состояния имеет минимум. Для основного уровня в скобках указаны значения энергии. Неудиви-

тельно, что энергия получалась значительно выше экспериментально-го значения, поскольку, во-первых, реалистические потенциалы обычно дают завышенные значения энергии (см., например, [17]) и, во-вторых, нами учтено малое количество состояний. Расширение базиса естественно приведет к уменьшению энергии.

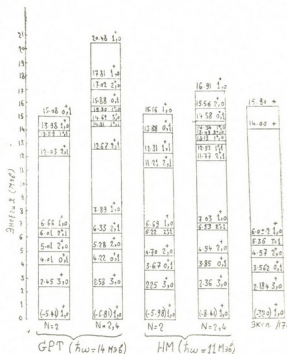


Рис. 1

Важно подчеркнуть, что, согласно расчетам, ядро получается в связанном стабильном состоянии. Из рисунка видно, что расчет дает согласующийся с экспериментальными данными спектр уровней в области малых энергий и предсказывает значительное количество энергии в области больших энергий, где в настоящее время экспериментально обнаружено только два уровня (14,00 и 15,80 МэВ). Из рисунка видно также, что учет конфигураций с  $N=4$ , кроме уменьшения значения энергии, приводит к появлению дополнительных высокорасположенных уровней. Сравнение уровней для двух различных потенциалов показывает, что расположение уровней получается примерно одинаковым, за исключением высокорасположенных уровней. Следовательно, потенциалы, которые определены в узкой и широкой энергетической области двухнуклонной задачи, при нашем укороченном базисе дают примерно одинаковые результаты и различие следует ожидать при расширенном базисе, что и осуществляется в настоящее время.

Что касается среднесквадратичного радиуса ядра  $Li^6$ , то различие между двумя потенциалами получается уже и в нашем укороченном базисе. Так, для потенциала GPT он получается равным  $2,625 \text{ fm}$ , а для потенциала HM  $2,883 \text{ fm}$ . Первый из них мало отличается от экспериментального значения  $2,54 \text{ fm}$  [18].

Используя волновую функцию основного состояния ядра  $Li^6$ , полученную нами, легко можно рассчитать магнитный момент, который оказался равным  $0,763 \text{ ЯМ}$  в случае потенциала GPT и  $0,753 \text{ ЯМ}$  в случае потенциала HM. Оба эти значения находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальным значением  $0,822 \text{ ЯМ}$ . Нами рассчитан также разрешенный  $\beta$ -переход  $He^6(0^+, 1) \rightarrow Li^6(1^+, 0)$ . Для

$f\pi$  получены следующие значения: 895 сек в случае потенциала  $GPT$  и 907 сек в случае потенциала  $HM$ . Первое значение несколько лучше согласуется с экспериментальным значением  $831 \pm 40$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.3.1974)

ფიზიკა

ს. დომა

$A=6$  ბირთვების უნიტარული სპექტრის გამოკვლევა  
 უნიტარული სქემის მოდელში

რეზიუმე

$A=6$  ბირთვების ენერგეტიკული სპექტრისა და ზოგიერთი მახასიათებლის გათვლის დროს ნაწილობრივ გათვალისწინებულია მაღალი კონფიგურაციები უნიტარული სიმეტრიის სქემის ბაზისში. გათვლებისათვის გამოყენებულია არასინგულარული რეალისტური პოტენციალები, რომელთაგან ერთი განსაზღვრულია ორნუკლონიანი ამოცანიდან მცირე ენერგიებისათვის, ხოლო მეორე — ენერგიების უფრო ფართო ინტერვალში. ნაჩვენებია, რომ ექსპერიმენტულ მონაცემებთან რამდენადმე უკეთესი თანხმობა მიიღება მეორე პოტენციალისათვის.

PHYSICS

S. B. DOMA

## STUDIES OF POSITIVE PARITY STATES OF NUCLEI WITH $A=6$ IN THE UNITARY SCHEME MODEL

Summary

On the basis of the unitary scheme model calculation of the energy spectra and some characteristics of  $A=6$  nuclei has been carried out, taking partial account of the high configurations. Two non-singular realistic potentials are used in the calculation, one of which is defined from the two-body problem with low energy, and the other with a wider energy interval. It is shown that a more reasonable agreement with experiment is obtained from the second potential.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Kretzschmar. Z. f. Phys., 157, 1950, 433.
2. В. В. Ванагас. Алгебраические методы в теории ядра. Вильнюс, 1971.
3. Д. Эллиотт, А. Лейв. Строение атомного ядра. М., 1959.
4. А. Н. Бояркина, М. А. Жусупов, В. В. Карапетян. Препринт НИИ ЯФ МГУ. М., 1969.
5. И. Ш. Вашакидзе, Г. А. Чилашвили. ЖЭТФ, 26, 1954, 254.
6. Т. И. Копалейшвили, И. Ш. Вашакидзе, В. И. Мамасахлисов, Г. А. Чилашвили. ЖЭТФ, 38, 1960, 1758.
7. Y. C. Tang, K. Wildermuth. Phys. Rev., 123, 1961, 548.
8. J. F. Dawson, J. D. Walecka. Ann. Phys., 22, 1963, 133.
9. R. D. Lawson. Nucl. Phys., A148, 1970, 401.
10. И. Ш. Вашакидзе, В. И. Мамасахлисов. ЯФ, 8, 1968, 875.
11. M. R. Gunye. Nucl. Phys., A139, 1969, 686.
12. Г. Ш. Горсадзе, Т. И. Копалейшвили. ЯФ, 8, 1968, 875.
13. С. Б. Дома, И. З. Мачабели. Труды ТГУ, 9, 1974.
14. С. Б. Дома. Труды ТГУ, 9, 1974.
15. D. Gogny, P. Pires, R. De Tourril. Phys. Lett., 32B, 1970, 7.
16. T. M. Hu, H. S. W. Massey. Proc. Roy. Soc., 195, 1949, 135.
17. T. Lauritsen, F. Aizenberg-Selove. Nucl. Phys., 78, 1963, 1.
18. L. R. Suelzle, M. R. Yearian, H. Cranel. Phys. Rev., 162, 1967, 882.

В. Н. СТРАХОВ, В. В. ТКЕБУЧАВА

ОБ АНАЛИТИЧЕСКОМ ПРОДОЛЖЕНИИ ДВУХМЕРНЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ В СЕКТОРИАЛЬНЫХ ОБЛАСТЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 18.10.1973)

§ 1. В настоящее время методы интерпретации магнитных и гравитационных аномалий, использующие аналитическое продолжение полей, приобретают все большую и большую популярность [1, 2]. В связи с этим большое значение имеет проблема построения теории аналитического продолжения в области различной формы. В частности, из рис. 1, 2 видно, что для методов интерпретации двухмерных

Рис. 1. К использованию аналитического продолжения аномалий  $\Delta g$ , связанных с рудными объектами: АВ—профиль наблюдения; 1—кривая  $\Delta g$ ; 2—сечение рудного тела; I, II—лучи, на которых желательно найти поле  $\Delta g$

Рис. 2. К использованию аналитического продолжения при интерпретации аномалий  $\Delta g$ , связанных с геологическими структурами: АВ—профиль наблюдения, 1—кривая  $\Delta g$ ; 2—геологическая структура; I—луч, на котором желательно найти поле  $\Delta g$

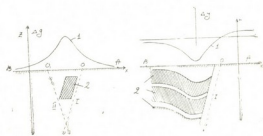


Рис. 1

Рис. 2

аномалий значительный интерес представляет задача нахождения поля на лучах, исходящих из произвольной точки на профиле наблюдения, которую без ограничения общности можно принять за начало координат. Для того чтобы решать подобные задачи, следует использовать теорию функций, гармонических в секториальных областях, которая в геофизике не использовалась и изложения которой мы не нашли ни в одном из общих руководств по математической физике.

§ 2. Пусть  $\alpha^+ > 0$ ,  $\alpha^- > 0$  — два конечных числа, причем  $\alpha^+ < \pi$ ,  $\alpha^- < 2\pi$ ,  $\alpha^+ + \alpha^- < 2\pi$ . Обозначим через  $U_{L_2}^\sigma(-\alpha^+, \alpha^-)$  класс функций  $U(r, \varphi)$ ,  $r \exp[i\varphi] = x + iz = S$ , обладающих следующими свойствами:

а) они дважды дифференцируемы по  $r$  и  $\varphi$  в секториальной области  $0 \leq r \leq +\infty$ ,  $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$  и являются в ней гармоническими;

б) на каждом из лучей  $\varphi = \arg S = \alpha^+$  и  $\varphi = \arg S = \alpha^-$  имеется, по крайней мере, по одной особой точке функции  $U(r, \varphi)$ ;

в) на любом луче  $\varphi = \text{const}$ ,  $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$ , функция  $U(r, \varphi)$  является квадратично-суммируемой с весом  $r^{2\sigma-1}$ ,  $\sigma \geq 0$  — заданное число.



Можно утверждать, что в введенный нами класс функций в секторальных областях вкладывается основная часть наиболее интересных и важных магнитных и гравитационных аномалий.

В настоящей статье с помощью изучения пространственного распределения функций из класса  $U_{L_2}^{\sigma}(-\alpha^+, \alpha^-)$  будем решать две частные задачи аналитического продолжения:

1. По заданным значениям функции  $U(r, \varphi) \in U_{L_2}^{\sigma}(-\alpha^+, \alpha^-)$  на двух лучах  $\varphi_2 = \text{const}$ ,  $\varphi_1 = \text{const}$ ,  $\varphi_2 > \varphi_1$  найти значения этой функции на лучах  $\varphi = \text{const}$  из внешности сектора  $\varphi_2 < \varphi < \varphi_1$ .

2. По заданным значениям двух сопряженных гармонических функций  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  на некотором луче  $\varphi = \varphi_0 = \text{const}$  требуется найти значения функции  $U(r, \varphi)$  на двух лучах  $\varphi = \varphi_2$  и  $\varphi = \varphi_1$ , расположенных по разные стороны от луча  $\varphi = \varphi_0$ .

§ 3. Итак, пусть  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  — сопряженные гармонические функции из класса  $U_{L_2}^{\sigma}(-\alpha^+, \alpha^-)$ , где  $\sigma = \text{const} > 0$ .

Решая уравнение Лапласа для  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  по методу Фурье разделения переменных и суперпозиции частных решений, получаем ( $p = \sigma + i\tau$ ,  $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$ )

$$U(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} [A(p) \exp\{-ip\varphi\} + B(p) \exp\{ip\varphi\}] r^{-p} dp, \quad (1)$$

$$V(r, \varphi) = -\frac{1}{2\pi} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} [A(p) \exp\{-ip\varphi\} - B(p) \exp\{ip\varphi\}] r^{-p} dp. \quad (2)$$

Определим теперь обычным образом преобразования Меллина [3]  $M(p, \varphi)$  и  $N(p, \varphi)$  функций  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  из класса  $U_{L_2}^{\sigma}(-\alpha^+, \alpha^-)$  на лучах  $\varphi = \text{const}$ ,  $p = \sigma + i\tau$ ,  $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$ :

$$M(p, \varphi) = \int_0^{\infty} U(r, \varphi) r^{p-1} dr,$$

$$N(p, \varphi) = \int_0^{\infty} V(r, \varphi) r^{p-1} dr, \quad (3)$$

которые связаны с коэффициентами  $A(p)$  и  $B(p)$  следующими соотношениями:

$$M(p, \varphi) = A(p) \exp\{-ip\varphi\} + B(p) \exp\{ip\varphi\}, \quad (4)$$

$$N(p, \varphi) = -i[A(p) \exp\{-ip\varphi\} - B(p) \exp\{ip\varphi\}]. \quad (5)$$

§ 4. Перейдем к установлению соотношений, связывающих функции  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  на лучах  $\varphi = \text{const} \neq 0$ , со значениями этих функций при  $\varphi = 0$ . Из равенств (4), (5) находим ( $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$ )

$$M(p, \varphi) = M(p, 0) \cos p\varphi + N(p, 0) \sin p\varphi, \quad (6)$$

$$N(p, \varphi) = N(p, 0) \cos p\varphi - M(p, 0) \sin p\varphi. \quad (7)$$

Отсюда получаем следующие представления функций  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  класса  $U_{L_2}^\alpha(-\alpha^+, \alpha^-)$  двойными интегралами Меллина ( $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$ ,  $0 \leq r \leq +\infty$ ):

$$U(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \cos p\varphi \cdot r^{-p} dp \int_0^\infty U(p, 0) \rho^{p-1} d\rho + \\ + \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \sin p\varphi \cdot r^{-p} dp \int_0^\infty V(p, 0) \rho^{p-1} d\rho, \quad (8)$$

$$V(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \cos p\varphi \cdot r^{-p} dp \int_0^\infty V(p, 0) \rho^{p-1} d\rho - \\ - \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \sin p\varphi \cdot r^{-p} dp \int_0^\infty U(p, 0) \rho^{p-1} d\rho. \quad (9)$$

§ 5. Приступим далее к построению важных для приложений представлений сопряженных функций  $\bar{u}U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  из класса  $U_{L_2}^\alpha(-\alpha^+, \alpha^-)$  в секторе их гармоничности через значения функции  $U(r, \varphi)$  на двух лучах  $\varphi = \varphi_1$  и  $\varphi = \varphi_2$  из этого сектора,  $-\alpha^+ < \varphi_1 < \varphi_2 < \alpha^-$ .

На основании соотношения (4) легко находим следующую систему из двух линейных алгебраических уравнений:

$$M(p, \varphi_1) = A(p) \exp\{-ip\varphi_1\} + B(p) \exp\{ip\varphi_1\}, \\ M(p, \varphi_2) = A(p) \exp\{-ip\varphi_2\} + B(p) \exp\{ip\varphi_2\}. \quad (10)$$

Решая ее и подставляя выражения для  $A(p)$  и  $B(p)$  в (4) и (5), находим

$$M(p, \varphi) = M(p, \varphi_1) \frac{\sin p(\varphi_2 - \varphi)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} + M(p, \varphi_2) \frac{\sin p(\varphi - \varphi_1)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad (11)$$

$$N(p, \varphi) = M(p, \varphi_2) \frac{\cos p(\varphi - \varphi_1)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} - M(p, \varphi_1) \frac{\cos p(\varphi_2 - \varphi)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)}. \quad (12)$$

Отсюда получим представления функций  $U(r, \varphi)$  и  $V(r, \varphi)$  в секторе их гармоничности  $-\alpha^+ < \varphi < \alpha^-$  двойными интегралами Меллина:

$$U(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \frac{\sin p(\varphi_2 - \varphi)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} r^{-p} dp \int_0^\infty U(p, \varphi_1) \rho^{p-1} d\rho +$$

$$+ \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \frac{\sin p(\varphi - \varphi_1)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} r^{-p} dp \int_0^{\infty} U(\rho, \varphi_2) \rho^{p-1} d\rho, \quad (13)$$

$$V(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \frac{\cos p(\varphi - \varphi_1)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} r^{-p} dp \int_0^{\infty} U(\rho, \varphi_2) \rho^{p-1} d\rho -$$

$$- \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \frac{\cos p(\varphi_2 - \varphi)}{\sin p(\varphi_2 - \varphi_1)} r^{-p} dp \int_0^{\infty} U(\rho, \varphi_1) \rho^{p-1} d\rho. \quad (14)$$

§ 6. Формулы (13) и (14) дают возможность решать задачи, поставленные нами в начале статьи.

Академия наук СССР  
Институт физики Земли  
им. О. Ю. Шмидта

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 6.12.1973)

გეოფიზიკა

3. სტრახოვი, ვ. ვ. ტკებუჩავა

ორგანზომილებიანი პოტენციალური ველების სექტორიალურ არეებში ანალიზური გაგრძელების უმსახურესი მეთოდების გამოყენებით

რეზიუმე

განიხილება ორგანზომილებიანი პოტენციალური ველების ანალიზური გაგრძელების ამოცანა ჰარმონიულ სექტორიალურ არეებში ფუნქციონალური თეორიის გამოყენებით.

GEOPHYSICS

V. N. STRAKHOV, V. V. TKEBUCHAVA

## ON AN ANALYTIC CONTINUATION OF TWO-DIMENSIONAL POTENTIAL FIELDS IN SECTORIAL DOMAINS

### Summary

The problem of analytic continuation of two-dimensional potential fields in sectorial domains is considered, using the theory of functions.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Справочник геофизика, т. 5. М., 1968.
2. F. S. Grant. Review of data processing and interpretation methods in gravity and magnetism, 1964-71. Geophysics, 37, № 4, 1972.
3. В. А. Диткин и А. П. Прудников. Интегральные преобразования и операционное исчисление. М., 1961.



М. А. АЛЕКСИДЗЕ, В. Ш. МЕСХИЯ

УПРУГИЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МОДЕЛИ  
 ЗЕМЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 24.1.1974)

Для вычисления гравитационного напряжения в Земле нами используется реологическое уравнение [1] твердого тела Гука. Согласно современным представлениям [2—4], Земля состоит из семи зон. Каждая зона предполагается упругой и характеризуется своими упругими константами. В этих предположениях расчет напряженного состояния Земли, вызванного массовыми силами взаимного тяготения частиц, сводится к контактной граничной задаче теории упругости [5, 6].

Вопросы расчета напряжения в теле Земли освещены в работах [7—9]. При этом Земля отождествляется с однородной сферой с добавочным тонким слоем той же плотности, расположенным на поверхности однородной Земли. Мы рассматриваем Землю состоящей из семи зон. Следовательно, расчет напряженного состояния Земли сводится к контактной граничной задаче теории упругости, которая, по-видимому, до сих пор не изучалась.

Если предполагать, что в шаре (Земля рассматривается в виде шара) массовые силы являются чисто радиальными, основные уравнения статики упругости тела [5] сводятся к уравнению [10]

$$(\lambda + 2\mu) \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\partial U}{\partial r} + 2 \frac{U}{r} \right) + \rho R = 0, \quad (1)$$

где  $R$ —радиальная массовая сила,  $\rho$ —плотность,  $U(r)$ —результатирующее радиальное смещение на расстояние  $r$  от центра. Составляющие смещения будут

$$u = \frac{x}{r} U, \quad v = \frac{y}{r} U, \quad w = \frac{z}{r} U, \quad r^2 = x^2 + y^2 + z^2.$$

Если  $\rho R = 0$ , то общее решение однородного уравнения (1) будет

$$U = Ar + \frac{B}{r^2}. \quad (2)$$

Для гравитирующей сферы  $R = -g \frac{r}{a}$  ( $a$ —радиус сферы) и уравнение (1) примет вид

$$(\lambda + 2\mu) \left[ \frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U}{\partial r} - \frac{2U}{r^2} \right] - g\rho \frac{r}{a} = 0. \quad (3)$$

Частное решение в этом случае имеет вид [10]

$$U = \frac{1}{10} \frac{g\rho r^3}{(\lambda + 2\mu)a}. \quad (4)$$

Рассмотрим шар, в котором плотность  $\rho$  меняется скачкообразно:  $\rho = \rho_i (r_{i-1} \leq r \leq r_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $r_0 = 0$ . Вычислим радиальную массовую силу  $R_n$  для наружной сферической оболочки  $r_{n-1} \leq r \leq r_n$ . Представим  $R_n$  в виде суммы  $R_n = R_n^{(1)} + R_n^{(2)}$ , где  $R_n^{(1)}$  — массовая сила для сплошного шара  $G_n(r_n, \rho_n)$ , радиуса  $r_n$  и плотности  $\rho_n$ , а  $R_n^{(2)}$  — массовая сила шара  $G_{n-1}(r_{n-1}, \rho)$  радиуса  $r_{n-1}$ , в которой плотность  $\rho$  меняется по закону

$$\rho = \rho_i - \rho_n \text{ при } r_{i-1} \leq r \leq r_i, \quad i = 1, 2, \dots, n-1.$$

Из теории притяжения известно, что

$$R_n^{(1)} = -g_n \frac{r}{r_n},$$

$$R_n^{(2)} = -f \frac{\bar{a}_n}{r^2} = \frac{a_n}{r^2}, \quad f = 66,7 \cdot 10^{-9}, \quad a_n = -f \bar{a}_n, \quad (5)$$

где

$$g_n = f \frac{M_n}{r_n^2} = f \frac{V_n \rho_n}{r_n^2} = \frac{4}{3} f \pi \rho_n r_n$$

— ускорение силы тяжести на поверхности  $r = r_n$ , обусловленное шаром  $G_n(r_n, \rho_n)$  с плотностью  $\rho_n$ ,  $\bar{a}_n$  — полная масса шара  $G_{n-1}(r_{n-1}, \rho)$ :

$$\bar{a}_n = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{4}{3} \pi (r_i^3 - r_{i-1}^3) (\rho_i - \rho_n), \quad a_1 = 0, \quad r_0 = 0$$

( $M_n$  и  $V_n$  — масса и объем шара  $G_n(r_n, \rho_n)$ ).

Подставляя равенства (5) в (1), получаем уравнение для  $n$ -ной сферической оболочки [ $G_n(r_n, \rho_n) - G_{n-1}(r_{n-1}, \rho)$ ]:

$$(\lambda_n + 2\mu_n) \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\partial U_n}{\partial r} + 2 \frac{U_n}{r} \right) - \rho_n g_n \frac{r}{r_n} + \rho_n a_n \frac{1}{r^2} = 0, \quad (6)$$

где  $\lambda_n, \mu_n$  — коэффициенты Ламе для рассматриваемой сферической оболочки. Частное решение неоднородного уравнения (6) имеет вид

$$U_n = \frac{\rho_n}{10(\lambda_n + 2\mu_n)} \left( \frac{g_n r^3}{r_n} + 5 a_n \right). \quad (7)$$

Складывая (7) и (2), получаем общее решение

$$U_n = A_n r + \frac{B_n}{r^2} + \frac{\rho_n}{10(\lambda_n + 2\mu_n)} \left( \frac{g_n r^3}{r_n} + 5 a_n \right), \quad (8)$$

где коэффициенты  $A_n$  и  $B_n$  определяются из граничных условий.

Нетрудно видеть, что (8) справедливо для всех сферических оболочек [ $G_k(r_k, \rho_k) - G_{k-1}(r_{k-1}, \rho)$ ], если вместо  $g_n$  и  $a_n$  подставить  $g_k$  и  $a_k$ .

Это утверждение следует из теоремы о том, что однородная сферическая оболочка дает для точек внутреннего шара нулевую массовую силу.

Таким образом, получены следующие  $n$  решений:

$$U_k = A_k r + \frac{B_k}{r^2} + \frac{\rho_k}{10(\lambda_k + 2\mu_k)} \left( \frac{g_k r^3}{r_k} + 5 a_k \right), \quad (9)$$

$$k = 1, 2, \dots, n.$$

Для определения коэффициентов  $A_k$  и  $B_k$  воспользуемся обычными условиями сопряжения [6] на контактных сферах:

$$\lim_{r \rightarrow r_k} U_k(r) = \lim_{r \rightarrow r_k} U_{k+1}(r), \quad \lim_{r \rightarrow r_k} P_r^{(k)}(r) = \lim_{r \rightarrow r_k} P_r^{(k+1)}(r), \quad (10)$$

где  $P_r$  — радиальное напряжение:

$$P_r = \lambda \Delta + 2\mu e_r,$$

$\Delta$  — объемное расширение:

$$\Delta = e_r + 2e_\tau,$$

$e_r$  и  $e_\tau$  — радиальное и тангенциальное (кольцевое) удлинения.

Из (10) и условий

$$U_1(0) = 0, \quad P_r^{(n)}(r_n) = 0,$$

где  $r_n$  — дневная сферическая поверхность, свободная от радиального напряжения, получаем  $B_1=0$  и систему  $2n-1$  уравнений со столькими же неизвестными:

$$(3\lambda_n + 2\mu_n) A_n - \frac{4\mu_n}{r_n^3} B_n = -\frac{3\rho_n g_n r_n}{10} - \frac{2\lambda_n \rho_n}{10(\lambda_n + 2\mu_n)} \left( g_n r_n + \frac{5a_n}{r_n} \right), \quad (11)$$

$$A_k - A_{k+1} + \frac{1}{r_k^3} (B_k - B_{k+1}) = D_k,$$

$$A_k - C_{k+1} A_{k+1} - \frac{4}{r_k^3 (3\lambda_k + 2\mu_k)} (\mu_k B_k - \mu_{k+1} B_{k+1}) = E_k, \quad (12)$$

$$k = 1, 2, \dots, n-1,$$

где

$$C_{k+1} = \frac{3\lambda_{k+1} + 2\mu_{k+1}}{3\lambda_k + 2\mu_k},$$

$$D_k = \frac{\rho_{k+1}}{10(\lambda_{k+1} + 2\mu_{k+1})} \left( \frac{g_{k+1} r_k^2}{r_{k+1}} + \frac{6a_{k+1}}{r_k} \right) -$$

$$- \frac{\rho_k}{10(\lambda_k + 2\mu_k)} \left( g_k r_k + \frac{5a_k}{r_k} \right), \quad (13)$$

$$E_k = \frac{1}{3\lambda_k + 2\mu_k} \left[ \frac{3\rho_{k+1}g_{k+1}r_k^2}{10r_{k+1}} - \frac{3\rho_k g_k r_k}{10} + \frac{2\lambda_{k+1}\rho_{k+1}}{10(\lambda_{k+1} + 2\mu_{k+1})} \times \right. \\ \left. \times \left( \frac{g_{k+1}r_k^2}{r_{k+1}} + \frac{5a_{k+1}}{r_k} \right) - \frac{2\lambda_k \rho_k}{10(\lambda_k + 2\mu_k)} \left( g_k r_k + \frac{5a_k}{r_k} \right) \right] \cdot \\ k = 1, 2, \dots, n-1.$$

Результаты численных расчетов будут даны отдельно.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 25.1.1974)

გეოფიზიკა

ა. ალექსიძე, ვ. მესხია

დედამიწის მოდელის დრეკადი ბრავიტაციული  
დაძაბულობები

რეზიუმე

მოდელში განხილულია დრეკად გრავიტაციულ დაძაბულობათა განაწილება ბულენის მოდელისათვის. დაძაბულობათა გამოთვლა დაიყვანება დრეკადობის თეორიის საკონტაქტო სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნაზე. მიღებულია ამოხსნაში შემავალი კოეფიციენტებისათვის წრფივი ალგებრული სისტემა.

GEOPHYSICS

M. A. ALEXSIDZE, V. Sh. MESKHIA

## ELASTIC GRAVITATIONAL STRESSES IN THE EARTH'S MODEL

### Summary

The distribution of elastic gravitational stresses for the Bullen model is reduced to a contact boundary problem of the theory of elasticity. A system of linear algebraic equations for the coefficients involved in the solution has been obtained.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Рейнер. Реология. М., 1965.
2. К. Э. Буллен. Сб. «Физика и химия Земли». М., 1958.
3. К. Э. Буллен. Сб. «Планета Земля». М., 1961.
4. С. И. Субботин, Г. Л. Наумчик, И. Ш. Рахимова. Мантия Земли и тектогенез. Киев, 1968.
5. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
6. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелია, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости. Тбилиси, 1968.
7. В. Н. Жарков, В. П. Трубицын, Л. В. Самсоенко. Физика Земли и планет. М., 1971.
8. Г. Джеффрис. Земля. М., 1960.
9. В. Н. Жарков, В. Л. Паньков, А. А. Калачников, А. И. Оснач. Введение в физику Луны. М., 1969.
10. Р. В. Саусвелл. Введение в теорию упругости. М., 1968.

А. И. ГВЕЛЕСИАНИ

## ОБ ОДНОМ СЛУЧАЕ ДВИЖЕНИЯ В МАГНИТНОЙ ГИДРОДИНАМИКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 2.11.1973)

В настоящей статье обобщается решение для вязкой неоднородной проводящей жидкости с конечной проводимостью [1, 2].

Пусть движение жидкости, находящейся в поле силы тяжести; представляет собой неоднородное вращение вокруг вертикальной оси  $OX_3$  с угловой скоростью  $\Omega(x_3)$  и составляющие скорости и напряженности магнитного поля равны соответственно

$$\begin{aligned} v_1 &= -\Omega(x_3)x_2, & v_2 &= \Omega(x_3)x_1, & v_3 &= 0, \\ H_1 &= H_1(x_2, x_3), & H_2 &= H_2(x_1, x_3), & H_3 &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Тогда уравнения магнитной гидродинамики запишутся в виде

$$\frac{\partial p'}{\partial x_1} = e^{-\varphi} \Omega^2(x_3)x_1 - \eta x_2 \frac{d^2 \Omega(x_3)}{dx_3^2} + \frac{H_2}{4\pi} \frac{\partial H_1}{\partial x_2}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial p'}{\partial x_2} = e^{-\varphi} \Omega^2(x_3)x_2 + \eta x_1 \frac{d^2 \Omega(x_3)}{dx_3^2} + \frac{H_1}{4\pi} \frac{\partial H_2}{\partial x_1}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial p'}{\partial x_3} = -e^{-\varphi} g, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} - \Omega(x_3)x_2 \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} + \Omega(x_3)x_1 \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} = 0, \quad (5)$$

$$\Omega(x_3)x_1 \frac{\partial H_1}{\partial x_2} + \Omega(x_3)H_2 = \nu_m \left( \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 H_1}{\partial x_3^2} \right), \quad (6)$$

$$-\Omega(x_3)x_2 \frac{\partial H_2}{\partial x_1} - \Omega(x_3)H_1 = \nu_m \left( \frac{\partial^2 H_2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 H_2}{\partial x_3^2} \right), \quad (7)$$

где  $p' = p + \frac{H^2}{4\pi}$  — полное давление внутри жидкости;  $\omega = e^\varphi = \frac{1}{\rho}$  — удельный объем жидкости;  $\rho$  — плотность;  $\eta$  — динамическая вязкость;  $\nu_m$  — магнитная вязкость;  $g$  — ускорение силы тяжести;  $x_1, x_2, x_3$  — координаты жидкой частицы; индексами 1, 2, 3 обозначены составляющие векторов вдоль осей  $OX_1, OX_2, OX_3$ .



Для определения удельного объема будем пользоваться следующей системой уравнений [3]:

$$\begin{aligned} \bar{B} + [\text{grad } \varphi, \bar{G}] &= e^\varphi \bar{J}, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\bar{V}, \text{grad } \varphi) &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \bar{B} &= -\text{rot } \bar{G}; \quad \bar{G} = \bar{F} - \frac{d\bar{V}}{dt}; \quad \bar{F} = -g\bar{k}; \\ \bar{J} &= \text{rot } (\bar{S} + \bar{T}); \quad \bar{S} = \eta \Delta \bar{V}; \quad \bar{T} = \frac{(\bar{H}, \nabla) \bar{H}}{4\pi}. \end{aligned}$$

Первое уравнение системы (8) получим, если исключим давление из уравнений движения, применяя операцию rot к обеим частям исходного векторного уравнения системы (2), (3) и (4).

Легко видеть, что

$$(\bar{G}, \bar{B}) = 0,$$

тогда должно выполняться условие

$$(\bar{G}, \bar{J}) = 0; \quad (9)$$

в противном случае удельный объем равнялся бы нулю, что невозможно.

Исходя из (1), (6), (7) и (9), получаем, что составляющие напряженности магнитного поля равны

$$H_1 = -n(x_3)x_2, \quad H_2 = n(x_3)x_1, \quad H_3 = 0. \quad (10)$$

Из кинематического уравнения индукции Максвелла получаем, что  $n(x_3) = ax_3 + b$ , где  $a$  и  $b$  — произвольные постоянные.

Составим компоненты основных векторов:

$$\begin{aligned} G_1 &= \Omega^2 x_1, \quad G_2 = \Omega^2 x_2, \quad G_3 = -g, \\ B_1 &= 2\Omega \frac{d\Omega}{dx_3} x_2, \quad B_2 = -2\Omega \frac{d\Omega}{dx_3} x_1, \quad B_3 = 0, \\ J_1 &= -\eta x_1 \frac{d^3\Omega}{dx_3^3} + 2 \frac{n}{4\pi} \frac{dn}{dx_3} x_2, \quad J_2 = -\eta x_2 \frac{d^3\Omega}{dx_3^3} - \\ &\quad - 2 \frac{n}{4\pi} \frac{dn}{dx_3} x_1, \quad J_3 = 2\eta \frac{d^2\Omega}{dx_3^2}. \end{aligned} \quad (11)$$

Запишем (8) в развернутом виде следующим образом:

$$\begin{aligned} x_2 \frac{d}{dx_3} \left[ e^{-\varphi} \Omega^2 - \frac{n^2}{4\pi} \right] + \frac{g}{\Omega^2} \frac{\partial}{\partial x_2} \left[ e^{-\varphi} \Omega^2 - \frac{n^2}{4\pi} \right] &= -\eta x_1 \frac{d^3\Omega}{dx_3^3}, \\ x_1 \frac{d}{dx_3} \left[ e^{-\varphi} \Omega^2 - \frac{n^2}{4\pi} \right] + \frac{g}{\Omega^2} \frac{\partial}{\partial x_1} \left[ e^{-\varphi} \Omega^2 - \frac{n^2}{4\pi} \right] &= -\eta x_2 \frac{d^3\Omega}{dx_3^3}, \\ \Omega^2 x_2 \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} e^{-\varphi} - \Omega^2 x_1 \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} e^{-\varphi} &= 2\eta \frac{d^2\Omega}{dx_3^2}; \end{aligned} \quad (12)$$



$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} - \Omega x_2 \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} + \Omega x_1 \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} = 0.$$

Из условия (9) легко получаем, что  $\Omega(x_3) = cx_3 + d$ , где  $c$  и  $d$  — произвольные постоянные. В таком случае (12) принимает известный вид [2, 1];  $\varphi$  оказывается функцией одних только координат  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$ . Принимая во внимание эти условия, для удельного объема получаем

$$\omega = e^\varphi = \frac{(cx_3 + d)^2 F(\sigma)}{1 + \frac{(ax_3 + b)^2}{4\pi} F(\sigma)}, \quad (13)$$

где

$$\sigma = \frac{x_1^2 + x_2^2}{2} - \frac{g}{cx_3 + d} + \sigma_0;$$

$F(\sigma)$  — произвольная функция от своего аргумента  $\sigma$ .

Из (2), (3) и (4) для давления окончательно имеем

$$p' = p'_0 + p'_0(t) + \int \frac{d\sigma}{F(\sigma)} - 2g\eta \ln(cx_3 + d) - \frac{g}{c^2} \left[ a^2 x_3 - \frac{(bc - ad)(a + b)}{(cx_3 + d)} \right], \quad (14)$$

где  $p'_0$  — произвольная постоянная;  $p'_0(t)$  — произвольная функция от времени  $t$ .

Кроме условий незакручиваемости [3—5]  $(\vec{G}, \vec{B}) = 0$ ,  $(\vec{G}, \vec{J}) = 0$ , выполняются также условия динамической возможности движения:

$$(\vec{V}, \vec{G}) = 0, \quad \left[ \vec{G}, \frac{\partial \vec{G}}{\partial t} \right] = 0, \quad [\vec{G}, \text{grad}(\theta + \gamma)] - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \delta \vec{J} = 0, \\ [\vec{G}, \text{grad} \tau] + \tau \vec{B} + \frac{\partial \vec{J}}{\partial t} + (\theta + \gamma - \delta) \vec{J} = 0,$$

где

$$[\vec{B}, \vec{V}] = \gamma \vec{G}, \quad [\vec{V}, \vec{J}] = \tau \vec{G}, \quad \frac{\partial \vec{G}}{\partial t} = \delta \vec{G}, \quad \theta = \text{div} \vec{V};$$

$\theta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $\tau$  — скалярные величины, равные нулю.

Таким образом, рассматриваемое движение относится к незакручиваемому специальному полуконсервативному движению вязкой проводящей жидкости [3, 5]. Далее, так как  $[\vec{B}, \text{rot} \vec{V}] \neq 0$ ,  $\vec{B} \neq 0$ , то не выполняется теорема I Гельмгольца о сохранении вихревых линий, но имеет место теорема II Гельмгольца о сохранении напряжения вихря, так как  $(\vec{B}, \text{rot} \vec{V}) \equiv 0$ .

Из сказанного следует, что в вязкой неоднородной с конечной проводимостью жидкости вихри возникают и разрушаются. Учет вязкости, динамической и магнитной, приводит к линейному распределению скорости, и магнитной напряженности внутри жидкости.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило 2.11.1973)

ა. ზველესიანი

ნობრაობის ერთი შემთხვევის შესახებ მაკნიტურ  
 ჰიდროდინამიკაში

რეზიუმე

ბლანტი კუმშვადი ელექტროგამტარი სითხისათვის კინემატიკური და დინამიკური შესაძლებლობის პირობების გამოყენებით მოძებნილია კოჩინის ერთი ამოცანის ამოხსნა ჩვეულებრივ ჰიდროდინამიკაში.

GEOPHYSICS

A. I. GVELESIANI

ON ONE CASE OF MOVEMENT IN MAGNETOHYDRODYNAMICS

Summary

Using the conditions of kinematic and dynamic possibilities of the movement of viscous, compressible and conductive liquid, a solution of Kochin's problem for ordinary hydrodynamics has been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Е. Кочин. Собр. соч., т. I. М.—Л., 1949.
2. А. Г. Хантадзе. Гесмагнетизм и аэрономия, т. 5, № 2, 1965.
3. А. И. Гвелесиани. Труды Института геофизики АН ГССР, т. XXX, 1973.
4. А. А. Фридман. Опыт гидромеханики снижаемой жидкости. М.—Л., 1934.
5. Б. И. Извеков. Матем. сб., т. 32, № 1, 1924.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.

Р. П. ДЖОРБЕНАДЗЕ, В. С. БОСТОГАНШВИЛИ, Р. М. ПИНЯЖКО

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
 ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРОИЗВОДНЫХ  
 ФЕНОТИАЗИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Д. Меликадзе 26.1.1974)

Для большинства органических фармацевтических препаратов еще отсутствуют специфические методы количественного определения. Существующие же методы в большинстве случаев являются непригодными для определения препаратов в лекарственных смесях.

Целью нашей работы было систематическое исследование УФ-спектров поглощения для выяснения возможности спектрофотометрического количественного определения производных фенотиазина: амиазина, дипразина, пропазина, динезина, широко применяемых в медицине как нейролептические и седативные средства.

Таблица 1

Спектры поглощения производных фенотиазина в некоторых растворителях

Препарат	Половое поглощения	Растворители					
		Вода		Этиловый спирт б/в		0,1 N HCl	
		Максимум поглощения					
		нм	lg ε	нм	lg ε	нм	lg ε
Амиазин	I	255	4,46	255	4,51	255	4,50
	II	305	3,59	305	3,59	305	3,57
Дипразин	I	250	4,45	250	4,43	250	4,38
	II	300	3,52	300	3,55	300	3,51
Пропазин	I	250	4,40	250	4,43	250	4,47
	II	300	3,59	300	3,59	300	3,58
Динезин	I	250	4,43	250	4,45	250	4,49
	II	300	3,53	300	3,55	300	3,55

Как известно [1, 2], водные растворы дипразина, пропазина и динезина имеют два максимума светопоглощения в УФ-области спектра: высокоинтенсивный при 250 нм и слабо выраженный при 300 нм. А амиазин имеет максимумы светопоглощения при 255 и 305 нм. Для систематического исследования УФ-спектров поглощения анализы проводились в трех различных растворителях: в воде, этиловом спирте и

0,1 N HCl. Установлено, что аминазин, дипразин, пропазин и динезин имеют максимумы светопоглощения в этих растворителях при волнах, указанных в табл. 1.

Таблица 2

Препарат	Значение удельного показателя поглощения (достоверность 95%)					Относительная погрешность, %
	$E \frac{1\%}{1\text{ см}}$ $X \pm I_{0.95}$	$\lambda$ нм	Интервал концентрации, мг %	Число измерений	Растворитель	
Аминазин	917,4	255	0,15— 5,0	5	0,1 N HCl	1,53
	104,9	305	1,0—15,0	5		0,94
Дипразин	749,0	250	0,15— 1,0	5	0,1 N HCl	0,56
	100,6	300	2,0—15,0	5		0,93
Пропазин	940,3	250	0,15— 1,0	5	0,1 N HCl	2,53
	120,0	300	5,0—15,0	5		0,87
Динезин	939,6	250	1,0—10,0	5	0,1 N HCl	1,05
	109,2	300	0,15— 2,0	5		1,09

Полученные данные были положены в основу определения оптимальных условий количественного определения аминазина, дипразина, пропазина и динезина в лекарственных формах с использованием обоих максимумов поглощения (см. табл. 2, 3, 4).

Таблица 3

Препарат	Значение удельного показателя поглощения (достоверность 95%)					Относительная погрешность, %
	$E \frac{1\%}{1\text{ см}}$ $X \pm I_{0.95}$	$\lambda$ нм	Интервал концентрации, мг %	Число измерений	Растворитель	
Аминазин	813,3	255	0,15— 2,0	8	Вода	0,41
	113,2	305	1,0—15,0	8		0,53
Дипразин	875	250	0,15— 2,0	8	Вода	0,6
	104	300	2,0—10,0	8		2,25
Пропазин	802,8	250	0,5— 2,0	8	Вода	0,35
	122,5	300	2,0—15,0	8		0,09
Динезин	916,6	250	0,25— 1,0	8	Вода	2,73
	102,3	300	2,0—15,0	8		1,09

Нами был изучен интервал концентраций, в пределах которого выполняем закон Бугера—Ламберта—Бера, и вычислены для него удельные показатели поглощения.

Предложенный нами способ определения аминазина, дипразина, пропазина и динезина позволяет количественно определять их по максимумам светопоглощения. Возможность определения препарата при двух длинах волн имеет важное значение в случае присутствия в ис-

следуемом растворе мешающих определению веществ. Например, в состав ампульных растворов аминазина, кроме действующего вещества, в качестве стабилизаторов входят хлорид натрия, метабисульфит натрия, сульфит натрия и аскорбиновая кислота [3].

Таблица 4

Препарат	Значение удельного показателя поглощения (достоверность 95 %)					
	$E \frac{1\%}{1\text{ см}}$ $X \pm I_{0,95}$	$\lambda$ нм	Интервал концентра- ции, мг %	Число измерений	Раство- ритель	Относитель- ная погреш- ность, %
Аминазин	914,6	255	5, 0—15,0	5	Спирт б/в	0,2
	108,5	305	0,25— 2,0	5		1,3
Дипразин	905,8	250	0,15— 2,0	5	Спирт б/в	0,2
	109,9	300	2,0 —10,0	5		1,2
Пропазин	915,8	250	0,075— 2,0	5	Спирт б/в	0,2
	124,8	300	1,0 —10,0	5		0,6
Динезин	841,1	250	0,15— 2,0	5	Спирт б/в	0,25
	105,7	300	1,0 —15,0	5		1,05

Полученные результаты показывают, что разработанная нами методика спектрофотометрического определения лекарственных препара-

Таблица 5

Фармацевтический препарат	Растворитель	Длина волны, нм	Количество препарата, мг		Интервальное значение опреде- ляемого компо- нента, %	Относительная погрешность, %
			в ампулах	вычислено		
Ампульный р-р аминазина	Вода	305	50	49,62	$99,3 \pm 0,51$	0,51
Ампульный р-р пропазина	Вода	300	50	49,74	$99,5 \pm 0,68$	0,68
Таблетки динезина	Спирт	250	50	49,87	$98,25 \pm 0,86$	0,86

тов производных фенотиазина в порошках, ампулах и таблетках является точной и воспроизводимой (см. табл. 5).

Измерения проводились на спектрофотометре СФ-4А.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт фармакохимии  
 им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 31.1.1974)

რ. ჯორბენაძე, ვ. ბოსტოგანაშვილი, რ. პინიაჟკო

ფენოთიაზინის წარმოებულ ფარმაცევტული პრეპარატების  
სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა

რეზიუმე

შესწავლილია ამინაზინის, დიპრაზინის, პროპაზინისა და დინეზინის შთანთქმის ულტრაიისფერი სპექტრები სამ გამსხნელში: წყალში, სპირტში და 0,1 ნორმ. HCl. მოცემულია ამ სპექტრების დამახასიათებელი მაჩვენებლები. დადგენილია კონცენტრაციის საზღვრები. სადაც ეს პრეპარატები ემორჩილებიან ბუგერ — ლამბერტ — ბერის კანონს. მიღებული შთანთქმის ხვედრითი მაჩვენებლის სიდიდეები გამოყენებულია ამ პრეპარატების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის წამალთა სხვადასხვა ფორმებში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

R. P. JORBENADZE, V. S. BOSTOGANASHVILI, R. M. PINYAZHKO  
SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF PHENOTHIAZINE-  
DERIVED PHARMACEUTICAL DRUGS

Summary

UV-absorption spectra of aminazine, diprazine, propazine and dinezine in the three solvents of water, alcohol and 0.1 normal HCl have been studied and described. The limits of concentrations have been ascertained in which the above substances are governed by the Bouguer-Lambert-Beer law.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Блажек, Н. Крачмар. Труды I Всесоюзного съезда фармацевтов. М., 1970, 837.
2. Р. М. Пиняжко. Фармацевт. ж., № 3, 1964, 44.
3. Госфармакопоя СССР. М., 1968, 86.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Ш. ПАПАВА, С. В. АБНЕРОВА, Н. А. МАИСУРАДZE,  
 П. Д. ЦИСКАРИШВИЛИ, В. А. СЕРГЕЕВ, С. В. ВИНОГРАДОВА,  
 В. В. КОРШАК (член-корреспондент АН СССР), В. К. ШИТИКОВ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ РЕЗОЛЬНЫХ  
 ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ БИСФЕНОЛОВ НОРБОРНАНОВОГО  
 ТИПА

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 10.1.1974)

Сравнительно немногочисленны работы, посвященные изучению кинетических закономерностей и установлению механизма реакции фенолов с формальдегидом [1—3]. Особенно мало сведений о закономерностях образования бисфенолформальдегидных резольных олигомеров [4].

Нами изучены некоторые кинетические закономерности образования бисфенолформальдегидных резольных олигомеров на основе бисфенолов, содержащих у центрального углеродного атома в качестве заместителей кардовые группировки типа норборнана.

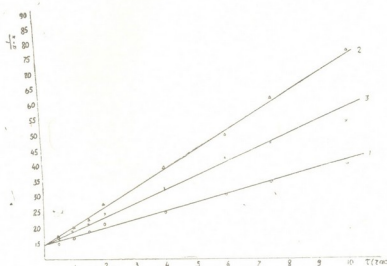


Рис. 1. Зависимость отношения  $1/A-X$  от продолжительности конденсации формальдегида с 4,4'-(2-норборнилиден)дифенолом (1); 4,4'-(гексагидро-4,7-метиленидиан-5-илиден)-дифенолом (2); 4,4'-(декагидро-1,4:5,8-диметиленнафт-2-илиден)дифенолом (3). А — количество формальдегида (г) при 100% конверсии, X — количество формальдегида (г), израсходовавшееся к данному моменту времени.

Реакцию проводили в растворе n-пропилового спирта при 135°C в присутствии аммиака в качестве катализатора и при молярном соотношении бисфенола и формальдегида, равном соответственно 1:4. Степень превращения по ходу процесса определяли по количеству формальдегида, непрореагировавшего в течение 10 часов.



Расчет констант скоростей во всех случаях при 135°C по уравнениям реакции первого, второго и третьего порядков показывает, что константы скорости реакции по ходу процесса при высоких степенях превращения сохраняют постоянное значение лишь в уравнении второго порядка (рис. 1). Для реакции 4,4'-(гексагидро-4,7-метиленинда-5-илиден) дифенола с формальдегидом при температурах 115 и 125°C был найден также второй порядок.

В таблице приведены константы скорости реакции и параметры уравнения Аррениуса.

Как показывают значения эффективных констант скоростей реакции, наличие в молекуле бисфенола у центрального углеродного атома заместителей различного объема не влияет на скорость реакции.

На примере реакции 4,4'-(гексагидро,4,7-метиленинда-5-илиден) дифенола с формальдегидом изучено влияние температуры и продолжительности реакции, соотношения исходных компонентов и природы растворителей на скорость процесса.

Исследованием скорости реакции при температурах 115—135°C установлено, что скорость возрастает с ростом температуры. Наиболее быстрое превращение формальдегида происходит в течение первых 6 часов, после чего степень превращения замедляется (см. рис. 2).

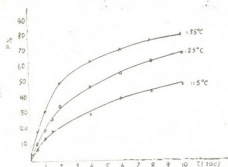


Рис. 2. Кинетика взаимодействия формальдегида с 4,4'-(гексагидро-4,7-метиленинда-5-илиден)дифенолом. Концентрация бисфенола 0,6 моль/л, концентрация формальдегида 2,4 моль/л, (P — степень превращения)

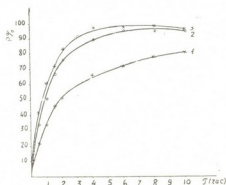


Рис. 3. Кинетика взаимодействия 4,4'-(гексагидро - 4,7-метиленинда-5-илиден)дифенола с формальдегидом при различных молярных соотношениях: 1—1:4; 2—1:8; 3—1:16 (P — степень превращения)

Значительное влияние на степень превращения формальдегида оказывает количество катализатора. Наибольшая степень превращения (83%) была достигнута при использовании катализатора, взятого в количестве 15 молярных процентов по отношению к исходному бисфенолу. При последовательном уменьшении количества катализатора до 10 и 5 молярных процентов степень завершенности составляет 67 и 58% соответственно. Дальнейшее уменьшение катализатора еще больше снижает скорость реакции, и через 10 часов в присутствии 2 молярных процентов катализатора степень завершенности реакции составляет всего 33%.

На данный процесс оказывает влияние и природа органической среды. Проведение реакции в ряде органических растворителей: в *n*-пропиловом и *n*-бутиловом спиртах, 1, 3-бутандиоле и этиленгликоле показывает, что использование диолов способствует повышению скорости превращения формальдегида. Так, в этиленгликоле и бутандиоле

степень превращения формальдегида составляет 97 и 92% соответственно, тогда как в *n*-пропаноле и *n*-бутаноле степень превращения составляет 83 и 77% соответственно. Увеличение длины алифатической части в органических растворителях — спиртах снижает скорость реакции. Так, в бутаноле реакция протекает медленнее, чем в пропаноле (77 и 83% соответственно), а в бутандиоле медленнее, чем в этиленгликоле (92 и 97% соответственно).

На скорость реакции и степень превращения формальдегида большое влияние оказывает концентрация исходного бисфенола. При изменении исходной концентрации бисфенола от 0,6 до 1,3 моль/л при 115°C наблюдаются различные степени превращения от 50 до 83%. Так, при концентрации бисфенола 1,3 моль/л степень превращения составляет 83%, а при концентрации 0,6 моль/л — 50%.

На рис. 3 представлены результаты, полученные при изучении влияния различных молярных соотношений формальдегида и бисфенола: 4:1, 8:1 и 16:1.

Константы скорости и активационные параметры взаимодействия бисфенолов порборнатового типа с формальдегидом

Исходные бисфенолы	K · 10 <sup>6</sup> л·м·сек			E ккал/м	A л·м·сек
	115°C	125°C	135°C		
4,4'-(2-норборнилен) дифенол	—	—	2,8	—	
4,4'-(гексагидро-4,7-метилендиган-5-илден) дифенол	1,6	2,9	5,7	29,9	1,1 · 10 <sup>14</sup>
4,4'-(декагидро-1,4:5,8-диметиленнафт-2-илден)дифенол	—	—	4,5	—	

Из приведенных данных видно, что при увеличении молярного соотношения формальдегида и бисфенола степень завершенности реакции значительно возрастает. Так, при эквимолекулярном соотношении исходных реагентов 4:1 степень превращения через 10 часов составляет 83%, а при соотношении 8:1 за тот же промежуток времени она возрастает до 96%. Дальнейшее увеличение молярного соотношения формальдегида и бисфенола практически не влияет на степень завершенности реакции.

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

(Поступило 11.1.1974)

ბ. პაპავა, ს. აბნეროვა, ნ. მაისურაძე, პ. ცისკარიშვილი, ვ. სერგეევი,  
 ს. ვინოგრადოვა, ვ. კორშაკი (სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის  
 წევრ-კორესპონდენტი), ვ. შიტიკოვი

რეზოლური ოლიგომერების წარმოქმნის კანონზომიერებები  
 ნორბორნანის ტიპის ბისფენოლების საფუძველზე

რეზიუმე

დადგენილია რეზოლური ოლიგომერების წარმოქმნის რეაქციის რიგი 115—135°C-ზე ნორბორნანის ტიპის ბისფენოლების საფუძველზე. განსაზღვრულია რეაქციის სიჩქარის კონსტანტები და არენიუსის განტოლების პარამეტრები. შესწავლილია რეაქციის სიჩქარეზე ისეთი ფაქტორების გავლენა. როგორცაა: ტემპერატურა, რეაქციის ხანგრძლივობა, კატალიზატორის რაოდენობა, ორგანული გამხსნელების ბუნება და საწყისი რეაგენტების თანაფარდობა.

ORGANIC CHEMISTRY

G. Sh. PAPAUA, S. V. ABNEROVA, N. A. MAISURADZE,  
 P. D. TSISKARISHVILI, V. A. SERGEEV, S. V. VINOGRADOVA,  
 V. V. KORSHAK, V. K. SHITKOV

REGULARITIES OF THE FORMATION OF RESOLIC OLIGOMERS  
 ON THE BASIS OF BISPHENOLS OF NORBORNYLIDENE TYPE

Summary

The reaction order of the formation of resolic oligomers at 115—135°C on the basis of bisphenols of norbornylidene type is shown. The constants of reaction rate and parameters of the Arrhenius equation has been found. The influence of some factors on the reaction rate has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Janagita, J. Soc. Chem. Ind. Jap., 45, 1085, 1942, 1257.
2. R. Domansky, Chem. Zvesti, 7, 1953, 179.
3. А. Г. Рябухин, Высокомолек. соед., А, II, 1969, 2562.
4. H. Kobayashi, T. Ishizaki, J. Chem. Soc. Jap., Ind. Chem. Sec., 56, 1953, 636.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. Г. ДЖАПАРИДЗЕ, Л. В. ДЕВАДЗЕ

ФОТОХРОМИЯ НЕКОТОРЫХ СПИРОХРОМЕНОВ В АМОРФНОМ СОСТОЯНИИ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 7.1.1974)

Известно, что многие спирохромены (спиропираны) проявляют фотохромные свойства не только в растворах, но и в кристаллическом состоянии [1]. Нами было обнаружено, что некоторые спирохромены индолинового [2], оксазольного и бензотиазольного рядов [3] проявляют свойство обратимых спектральных изменений под действием электромагнитного излучения и в аморфном состоянии.

Термограммы указанных соединений показывают, что при остывании расплава некоторые из них не кристаллизуются. Отсутствие кристаллов при охлаждении расплава было доказано также электронографическим и рентгенографическим методами.

Охлажденные стеклообразные расплавы перечисленных в таблице соединений проявляют ярко выраженные фотохромные свойства при существенно более высоких температурах, чем их растворы. Например, вещество I (см. таблицу) в стеклообразном состоянии фотохромно при 0°C, а его растворы — при температурах ~-100°C [4] (рис. 1). Окрашенному состоянию (в случае индолиновых соединений) соответствует структурный спектр поглощения с рядом полос в видимой и ультрафиолетовой части спектра.

Соединение	Полосы на электронном спектре поглощения				
	a	b	c	d	e
1-5 2Н-хромен-2-спиро-2-N-алкил-3',3'-диметилиндолины	410	520	560	595	640
5-10 2Н-хромен-2-спиро-2'-N-фенил-3',3'-диметилиндолин	420	530	570	605	650
10-15 8-метокси-2Н-хромен-2-спиро-2'-N-алкил-3',3'-диметилиндолины	440	540	570	615	670
Алкил-CH <sub>3</sub> ,...,C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>					

Различные заместители оказывают заметное влияние на фотохромные свойства спирохроменов в стеклообразном состоянии. Это влияние можно объяснить двумя причинами: электронной и пространственной.

Введение электронодонорной  $\text{OCH}_3$ -группы в положение 8 вызывает повышение скорости спонтанного обесцвечивания предварительно окрашенного УФ-облучением стеклообразного слоя и красный сдвиг спектра поглощения, по сравнению с незамещенным веществом.

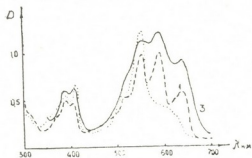


Рис. 1. 1—электронный спектр поглощения соединения 1 в метилциклогексане с декалином ( $c = 4 \cdot 10^{-5}$  М) после УФ-облучения при  $t = -160^\circ\text{C}$ ; 2—нагрев до  $-148^\circ\text{C}$  (по [4]); 3—спектр поглощения того же соединения в аморфном состоянии после УФ-облучения при  $t = 0^\circ\text{C}$  (по нашим данным)

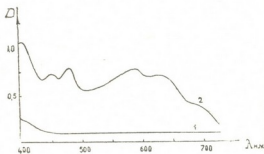
Электроноакцепторный заместитель в хромоновой части молекулы снижает скорость спонтанного обесцвечивания спирохромонов.

Замена метильного радикала фенильным при атоме азота резко повышает скорость темновой реакции, что должно быть связано стягиванием неподеленной пары электронов атома азота фенильным радикалом. Наблюденный bathochromный сдвиг максимумов спектра поглощения, по сравнению с N-алкилзамещенными соединениями, является результатом включения фенильного радикала в  $\pi$ -электронную цепочку молекулы окрашенной формы.

Пространственное влияние заместителей проявляется в N-алкилпроизводных спирохромонов. Не влияя на характер электронных спектров поглощения, различные радикалы оказывают существенное влияние на кинетические и фотохимические характеристики указанных соединений. Мономолекулярная константа скорости N-амилпроизводного соединения более чем в 30 раз превосходит константу метилпроизводного соединения. Радикалы влияют также на эффективность фотоокрашивания.

Исследование показало, что, в отличие от растворов, спектральные характеристики аморфных слоев не зависят от температуры и не меняются во времени. Эти факты с первого взгляда дают основание думать, что структурность спектра поглощения аморфных спирохромонов является результатом проявления вибрационной структуры молекулы.

Рис. 2. Электронный спектр поглощения 3',3'-оксиметил-2,2-спироби-2Н-хромена в аморфном состоянии при  $t = -100^\circ\text{C}$ : 1—до облучения, 2—после облучения УФ-лучами



Однако спектральные характеристики этих же соединений в растворах зависят от температуры и меняются во времени [3], что указывает на образование при УФ-облучении различных поглощающих центров. Идентичность же спектров поглощения аморфных слоев (при  $0^\circ\text{C}$ ) и растворов (при  $-160^\circ\text{C}$ ) позволяет заключить, что при экспонировании УФ-светом в аморфных спирохромонов образуются различ-

ные поглощающие центры, скорость взаимного перехода между которыми больше скорости спонтанного обесцвечивания.

Для решения вопроса о природе поглощающих центров был исследован аморфный слой фотохромного 3,3-оксиметилена-2,2-спиробин-2H-хромена [6].

Это соединение в силу своей структуры не может дать более двух изомеров окрашенной формы. Нам удалось показать, что спектр этого соединения в аморфном состоянии после экспонирования в УФ-лучах при низких температурах ( $-100^{\circ}\text{C}$ ) является структурным (рис. 2). Следовательно, отнесение полос в спектре поглощения к различным стереоизомерам [4, 5] в нашем случае не имеет смысла. По-видимому, сложность спектра обусловлена не геометрическим отличием молекул, а различным сочетанием молекул-ассоциатов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 10.1.1974)

ფიზიკური ქიმია

კ. ჯაფარიძე, ლ. დევაძე

ზოგიერთი ამორფული სპიროქრომენის ფოტოქრომია

რეზიუმე

აღწერილია ფოტოქრომიის მოვლენა ამორფულ სპიროქრომენებში, სადაც ფოტოქრომია შეიმჩნევა უფრო მაღალი ტემპერატურის დროს, ვიდრე სათანადო ხსნარებში. შესწავლილია მოლეკულაში სხვადასხვა ჩამნაცვლებლის გავლენა ამორფული ფენების სპექტრალურ და კინეტიკურ მახასიათებლებზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

K. G. JAPARIDZE, L. V. DEVADZE

## PHOTOCHROMISM OF SOME SPIROCHROMENES IN GLASS STATE

Summary

The phenomenon of photochromic transformation in some spirochromenes in glass state is described.

Most indoline spirochromenes show photochromic behaviour in glass state at higher temperatures than do their solutions. Different substituents in the molecule of glass spirochromene act differently on the spectral and kinetic characteristics.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Г. Джапаридзе, А. И. Ногайдели, Д. П. Майсурадзе. Авт. свид. № 216730, кл. 12р, 2.
2. К. Г. Джапаридзе, Л. В. Девадзе, Д. П. Майсурадзе, М. Я. Чубабрия. Деп. ВИНТИ, № 1907—70.
3. Л. В. Девадзе. Исследование фотохромных превращений спирохромонов в стеклообразном состоянии. Автореферат, Тбилиси, 1971.
4. T. Bergovici, R. Heiligmen-Rim, E. Fischer. *Mol. Photochem.* 1 (1) 23-55, 1969.
5. J. Flennery. *J. Am. Chem. Soc.*, 9, 1938.
6. М. Я. Чубабрия. Синтез и физико-химические свойства некоторых спирохромонов, содержащих дополнительный циклический фрагмент. Автореферат, Тбилиси, 1971.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. П. ГЕГЕНАВА, С. Л. КИПЕРМАН

КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ДЕГИДРИРОВАНИЯ  
ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА НА НИКЕЛЕ В ПАРОВОЙ ФАЗЕ

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 1.4.1974)

Реакции каталитического дегидрирования спиртов широко применяются для практических целей и в теоретических исследованиях. Однако в литературе отсутствуют надежные данные о кинетике этих реакций, а механизм их остается невыясненным.

В связи с этим в настоящей работе было предпринято комплексное исследование закономерностей дегидрирования изопропилового спирта в области обратимости процесса на никелевом катализаторе:



включающее подробное изучение кинетики, измерения изотопных эффектов в прямой и обратной реакциях, исследование изотопного обмена в ходе процесса, с анализом изотопного распределения в продуктах по масс-спектрам, ИК-спектрам и ПМР-спектрам.

Кинетика реакции изучалась проточно-циркуляционным методом в паровой фазе при атмосферном давлении с разбавлением азотом или водородом в установке, аналогичной описанной ранее [1].

Измерения кинетических изотопных эффектов и изучение изотопного обмена осуществлялись в той же установке с разделением продуктов на препаративном хроматографе «Хром-31» и анализом на масс-спектрометре МИ-1305, ПМР-спектрометре DA-60-11 «Varian» и ИК-спектрометре UR-20.

Кинетические измерения проводились в интервале температур 130—200°C, объемных скоростей 600—3500 час<sup>-1</sup>, начальных парциальных давлений спирта, а также специально добавляемых ацетона и водорода соответственно 0,077—0,33; 0—0,21 и 0—0,92 атм. с охватом интервала степеней превращений от 0,09 до 0,81. Отсутствие диффузионного торможения проверялось специальными опытами и расчетами, а влияние обратной реакции учитывалось введением поправочного множителя [2]. Сохранение постоянства активности катализатора контролировалось после каждого опыта, между опытами проводилась стандартная обработка водородом.

Предварительный анализ результатов по «конверсионным кривым» (в координатах скорость реакции — конверсия) [3] методом монопараметризации, а также изучение влияния продуктов реакции позволили установить общий характер кинетических закономерностей — пропорциональность скорости реакции концентрации спирта, торможение ацетоном и ускоряющее действие водорода.

В табл. 1 приведены результаты измерений кинетических изотопных эффектов  $\beta$  при частичной или полной замене протия на дейтерий в исходных молекулах в реакции (I) при разбавлении водородом или дейтерием и в обратной реакции гидрирования ацетона.





Как видно, величины  $\beta$  значительны и близки друг к другу при замене изо- $C_3H_7OH$  на изо- $C_3H_7OD$  и на изо- $C_3D_7OD$ , но эффект равен 1,06 при замене на изо- $C_{37}DOH$ . В избытке дейтерия скорость реакции (1) снижается по сравнению со скоростью ее в избытке водорода. Замена ацетона на дейтероацетон не влияет на скорость реакции его гидрирования, которая однако увеличивается при замене протия на дейтерий в водороде или в обоих компонентах (обратный изотопный эффект). Из значений  $\beta_3$  и  $\beta_7$  в табл. I и рассчитанного термодинамического изотопного эффекта  $\alpha=4,40$  по данным [4] была найдена величина стехиометрического числа лимитирующей стадии реакции (или среднего стехиометрического числа)  $\nu$ , оказавшаяся приблизительно равной единице.

Таблица I  
Кинетические изотопные эффекты в реакциях дегидрирования изопропилового спирта и гидрирования ацетона на никеле при 200°C

Реакции	Степень превращения X	Скорость реакции $\omega$ , моль/ч · м <sup>2</sup> · 10 <sup>2</sup>	Кинематический изотопный эффект $\beta = \left( \frac{\omega_H}{\omega_D} \right)_{X = \text{const}}$
1) изо- $C_3H_7OH = C_3H_6O + H_2$	0,340	2,65	$\beta_1 = 3,41$
изо- $C_3H_7OD = C_3H_6O + HD$	0,344	0,78	
2) изо- $C_3H_7OH = C_3H_6O + H_2$	0,605	1,54	$\beta_2 = 1,03$
изо- $C_3D_7OH = C_3D_6O + HD$	0,595	1,45	
3) изо- $C_3H_7OH = C_3H_6O + H_2$	0,310	2,89	$\beta_3 = 4,32$
изо- $C_3D_7OD = C_3D_6O + D_2$	0,308	0,67	
4) изо- $C_3H_7OH = C_3H_6O + H_2$ (в избытке водорода)	0,265	10,0	$\beta_4 = 3,54$
изо- $C_3H_7OH = C_3H_6O + H_2$ (в избытке дейтерия)	0,265	2,82	
5) $C_3H_7O + H_2 = \text{изо-}C_3H_7OH$	0,353	1,47	$\beta_5 = 1,00$
$C_3D_6O + H_2 = \text{изо-}C_3D_6NOH$	0,350	1,46	
6) $C_3H_6O + H_2 = \text{изо-}C_3H_7OH$	0,257	0,87	$\beta_6 = 0,81$
$C_3H_6O + D_2 = \text{изо-}C_3H_6DOD$	0,265	1,07	
7) $C_3H_7O + H_2 = \text{изо-}C_3H_7OH$	0,264	0,87	$\beta_7 = 0,80$
$C_3D_6O + D_2 = \text{изо-}C_3D_7OD$	0,258	1,08	

Из анализа ПМР- и ИК-спектров следует, что степень обмена атомов H на D в гидроксильной группе молекулы спирта значительно меньше, чем степень обмена  $\alpha$ -водорода. Отсюда можно заключить, что гидроксильный водород обменивается с меньшей скоростью, т. е. в изученных условиях он менее подвижен.

Сопоставление скоростей реакций (1) и пара-орто-конверсии водорода в одинаковых условиях [5] позволило заключить, что десорбция водорода не может быть медленной стадией в реакции (1). Возможность того, что медленными стадиями являются адсорбция спирта или десорбция ацетона также исключается полученными величинами кинетических изотопных эффектов  $\beta_2$  и  $\beta_5$ . Значительный изотопный эффект  $\beta_4$  и ускорение реакции (1) водородом свидетельствуют о возможном участии поверхностного водорода в медленной стадии.

Анализ изотопных данных показывает также, что реакция (1) не протекает через промежуточное образование энольной формы.

Исходя из изложенного реакцию (1) можно описать следующей двухмаршрутной схемой:

## Стадии

Стехиометрические числа  
стадий по маршрутам

	I II	
	1) $\text{H}_{2\text{газ}} \rightleftharpoons 2 \text{H}_{\text{ад}}$	-1
2) $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_{3\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_{3\text{ад}}$	1	0
3) $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_{3\text{ад}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{O})\text{CH}_{3\text{ад}} + \text{H}_{\text{ад}}$	1	0
4) $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_{3\text{газ}} + \text{H}_{\text{ад}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{O})\text{CH}_{3\text{ад}} + \text{H}_{2\text{газ}}$	0	1
5) $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}(\text{O})\text{CH}_{3\text{ад}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{COCH}_{3\text{ад}} + \text{H}_{\text{ад}}$	1	1
6) $\text{C}_3\text{H}_7\text{COCH}_{3\text{ад}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_7\text{COCH}_{3\text{газ}}$	1	1

В этой схеме медленными являются стадии 3 и 4; найденное значение  $\omega$  исключает возможность каких-либо других, не учитываемых схемой (2), медленных стадий с другими стехиометрическими числами.

На основе схемы (2) и представлений о процессах на неоднородных поверхностях [6] были получены разные кинетические уравнения реакции (1). Эти уравнения вместе с другими, не отвечающими схеме (2), с учетом всех дискриминирующих факторов были проанализированы с точки зрения их соответствия экспериментальным данным. Расчеты на ЭВМ «Минск-22» методом нелинейного программирования показали, что совокупности данных наилучшим образом отвечает уравнение

$$\omega = \frac{kP_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}}(1 + k^*P_{\text{H}_2}^{0.5})}{(k_1P_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}} + k_2P_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}}P_{\text{H}_2}^{0.5} + k_3P_{\text{H}_2}^{0.5})^{2\alpha}} \quad (3)$$

В табл. 2 приведены значения постоянных этого уравнения. Средняя относительная ошибка описания не превышает 22,2%, среднее квадратическое отклонение рассчитанных значений скоростей реакции от найденных экспериментально составляет 9%. Уравнение (3) вытекает из схемы (2) при указанных медленных стадиях для реакции в области средних заполнений равномерно-неоднородной поверхности катализатора и одинаковом изменении теплот образования всех поверхностных соединений при переходе от одного участка поверхности к другому [6].

Таблица 2

Значения постоянных в кинетическом уравнении (3)

T°C	K	K*	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
130	4,71	2,96	13,6	6,5	0,09
160	11,0	4,76	28,4	12,2	0,13
200	29,2	8,17	45,9	25,2	0,20
E ккал/моль	10,0	5,5	4,9	7,4	4,3

Таким образом, предложенный механизм процесса подтверждается совокупностью полученных данных, основанных на изучении кинетики

реакции, измерении кинетических изотопных эффектов и исследовании изотопного обмена.

Академия наук СССР  
 Институт органической химии

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической  
 химии и электрохимии

(Поступило 5.4.1974)

ფიზიკური ქიმია

თ. გეგენავა, ს. კიპერმანი

იზოპროპილის სპირტის დეჰიდრირების რეაქციის კინეტიკა და  
 მიქანიზმი ნიკელის კატალიზატორზე ორთქლისფაზურ ფაზაში

რეზიუმე

ჩატარებულია იზოპროპილის სპირტის დეჰიდრირების რეაქციის კომპლექსური გამოკვლევა ნიკელის კატალიზატორზე. არაგრადიენტული მეთოდით შესწავლილია რეაქციის კინეტიკა, განსაზღვრულია კინეტიკური იზოტოპური ეფექტები, გამოკვლეულია იზოტოპური მიმოცვლის კანონზომიერებანი რეაქციის პირობებში. რეაქციის კომპონენტებში იზოტოპური განაწილება შესწავლილია მას-სპექტროსკოპიის, ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის და პროტონულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტრების საშუალებით.

გამოყვანილია კინეტიკური განტოლება, რომელიც შეესაბამება რეაქციის ორმარშრუტიან სქემას და მოცემულია პროცესის მექანიზმი.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. P. GEGENAVA, S. L. KIPERMAN

## THE KINETICS AND MECHANISM OF ISOPROPYL ALCOHOL DEHYDROGENATION ON NICKEL CATALYST IN VAPOUR PHASE

Summary

A complex investigation of isopropyl alcohol dehydrogenation in the reversibility region on nickel was studied involving the reaction kinetics data, determination of kinetic isotopic effects and investigation of isotopic exchange in the course of the reaction. The isotopic distribution was analyzed by means of mass-, IR- and NMR-spectrometry. A kinetic equation corresponding to a two-way reaction scheme was derived. The reaction mechanism is suggested on the basis of the data obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Андреев, Л. С. Киперман. Кинетика и катализ, 6, 1965, 685.
2. С. Л. Киперман, В. С. Гаджи-Касумов. Изв. АН СССР, сер. хим., 1965, 1110.
3. С. Г. Башкирова, С. Л. Киперман. Кинетика и катализ, II, 1970, 631.
4. Л. И. Лафер. Канд. дисс. ИОХ АН СССР, М., 1968.
5. Н. А. Гайдай, Н. Ш. Дзагнидзе, С. Л. Киперман. Кинетика и катализ, 13, 1972, 954.
6. С. Л. Киперман. Введение в кинетику гетерогенных каталитических реакций, М., 1964, 180.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

К. Г. МЕЛАДЗЕ, Т. И. ЛЕЖАВА

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КАТИОНОВ НА ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИИ КАДМИЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 15.1.1974)

По вопросу влияния добавок неорганических катионов на катодное выделение металлов в литературе имеется немногочисленное количество работ. Особенно малоизученным в этом отношении является процесс электроосаждения кадмия. По данным Н. А. Изгарышева и Е. Я. Майоровой [1], все изучавшиеся ими катионы вызывают деполяризацию процесса электроосаждения кадмия.

Уменьшение величины перенапряжения под влиянием посторонних катионов авторы объясняют изменением структуры гидратной оболочки иона кадмия. Однако корреляции между степенью гидратации катионов добавки и величиной деполяризации в опытах Изгарышева и Майоровой не наблюдается.

Для выяснения причин, приводящих к эффекту деполяризации, нами было изучено влияние катионов  $H^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$  и  $K^+$  на процесс электроосаждения кадмия.

Электроосаждение проводилось из сульфатных растворов, которые в качестве буферизирующей добавки содержали 3% борной кислоты. В качестве катода служил кадмиевый стержень диаметром 0,4 см, помещенный в полихлорвиниловой трубке. Расположение поверхности катода было вертикальным. Перед каждым опытом поверхность электрода зачищалась тонким надфилем и промывалась в дистиллированной воде.

Потенциал исследуемого электрода измерялся относительно вспомогательного электрода из одноименного металла, на несколько порядков превосходящего по площади исследуемый электрод. Измеренная таким образом разность потенциалов, благодаря неполяризуемости вспомогательного электрода, включала в себя лишь величину перенапряжения и омического падения напряжения.

Для нахождения величины истинного перенапряжения из общей величины разности потенциалов вычиталась величина омического падения напряжения, измеренная по методике, описанной в [2].

Для выяснения роли неоднородности поверхности твердого электрода часть исследований была проведена на амальгаме кадмия (3, 5 ат%). Контроль постоянства площади амальгамного электрода ( $0,1413 \text{ cm}^2$ ) производился измерением омического сопротивления системы, которое оказалось весьма чувствительным к малейшим изменениям уровня амальгамы над торцом стеклянной трубки. Поэтому при проведении измерений путем изменения уровня амальгамы добивались постоянства произведения величин омического сопротивления системы и удельной электропроводности. С целью достижения постоянства концентрации амальгамы кадмия после измерения катодного потенциала исследуемый электрод поляризовался анодно при той же силе тока и продолжительности. Омическое падение напряжения измерялось отдельно и вычиталось из измеренной величины поляризации.

На рис. 1 приведены поляризационные кривые электроосаждения кадмия в присутствии некоторых катионов щелочных металлов. Видно, что даже при максимально возможном учете величины омического падения напряжения указанные добавки вызывают деполяризацию процесса. Согласно Изгарышеву, эффект деполяризации под влиянием

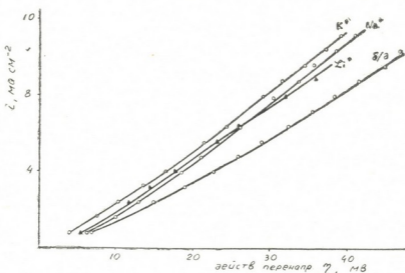


Рис. 1. Влияние катионов щелочных металлов на величину перенапряжения при электроосаждении кадмия на твердом электроде (рН 4,7, 0,2 н· $\text{CdSO}_4$ +0,25 н· $\text{Me}_2\text{SO}_4$ +3% $\text{H}_3\text{BO}_3$ )

катионов объясняется уменьшением степени гидратации ионов кадмия. При этом наиболее сильное воздействие должен оказывать ион лития, благодаря высокой степени его гидратации, что на самом деле

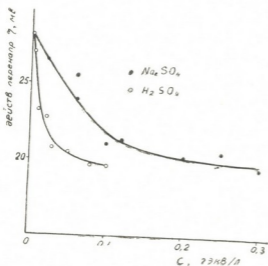


Рис. 2. Зависимость величины перенапряжения электроосаждения кадмия от концентрации серной кислоты и сернокислого натрия ( $D_K=8$  ма/см<sup>2</sup>)

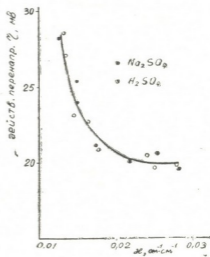


Рис. 3. Зависимость величины перенапряжения электроосаждения кадмия от электропроводности раствора

не наблюдается. Кроме того, наши экспериментальные данные по изучению влияния концентрации серной кислоты и сернокислого натрия указывают на иную природу явления деполяризации.

На рис. 2 нанесены кривые изменения величины перенапряжения от концентрации кислоты и сернокислого натрия. Из рисунка видно,

что примерно одинаковый эффект деполаризации достигается в том случае, когда концентрации ионов водорода и натрия на порядок отличаются друг от друга. Трудно предположить, что при таком соотношении концентраций ионов водорода и натрия достигается одинаковая степень дегидратации разряжающихся ионов кадмия.

С другой стороны, на рис. 3, на котором нанесены кривые изменения перенапряжения от электропроводности, видно, что как в случае серной кислоты, так и в случае сернокислого натрия наблюда-

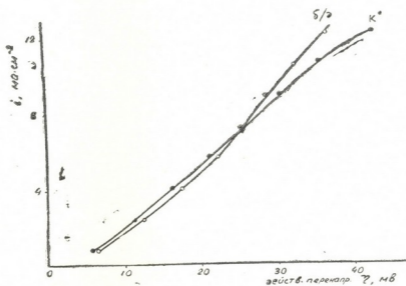


Рис. 4. Влияние ионов калия на перенапряжение электроосаждения кадмия из подкисленного раствора ( $\text{pH } 1,7 \pm 0,05$ )

ется сходная зависимость величины перенапряжения от электропроводности раствора. Эти данные указывают на непосредственную связь между величиной перенапряжения и электропроводностью раствора.

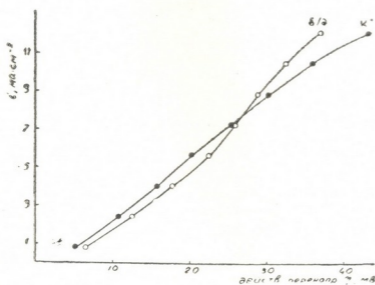


Рис. 5. Влияние ионов калия на перенапряжение электроосаждения кадмия на амальгамном электроде

Увеличение электропроводности раствора непосредственно может вызвать эффект деполаризации лишь в том случае, если не полностью учтено омическое падение напряжения. Ранее нами [3, 4] было показано, что при существовании локализации тока локальное омическое падение напряжения, как правило, не поддается измерению. В связи



с этим можно предположить, что при электроосаждении кадмия локального омического падения напряжения составляет существенную долю от общего перенапряжения. Добавление к раствору постороннего электролита (кислоты или соли) в небольших количествах приводит к возрастанию электропроводности раствора и в случае локализации тока к снижению величины локального омического падения напряжения, вызывающего эффект деполаризации.

Для подтверждения этого предположения нами было изучено влияние ионов калия на величину перенапряжения подкисленного раствора сернокислого кадмия (рН 1,9). Поскольку при добавлении сернокислого калия изменение электропроводности подкисленного раствора происходит в меньшей степени, чем в нейтральном растворе, то в этом случае ожидалось ослабление эффекта деполаризации.

Как видно из рис. 4, сернокислый калий, вызывающий наибольшую деполаризацию в нейтральных растворах, практически не влияет на величину поляризации в подкисленном растворе. В пользу высказанного предположения говорят также катодные поляризационные кривые, снятые на амальгамном электроде (рис. 5). Как и следовало ожидать, на жидком однородном электроде, на котором, по всей вероятности, исключена возможность локализации тока в отдельных местах, деполаризация под влиянием ионов калия не наблюдается.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической  
химии и электрохимии

(Поступило 15.1.1974)

ოქტომბერი

კ. მელაძე, თ. ლეჟავა

ზომბირთი არაორგანული კათიონის გავლენა  
ბადაბავაზე კადმიუმის ელექტროდამოქმედებასა

რეზიუმე

შესწავლილია ტუტე მეტალების კათიონების და წყალბადიონის გავლენა გადაბავაზე. ნაჩვენებია კორელაცია ხსნარის ელემენტარობასა და დეპოლარიზაციის სიდიდეს შორის. დანამატების გავლენით გამოწვეული დეპოლარიზაციის ეფექტი ახსნილია ლოკალური ომური გადაბავის შემცირებით.

ELECTROCHEMISTRY

K. G. MELADZE, T. I. LEZHAVA

## THE INFLUENCE OF SOME INORGANIC CATIONS ON THE OVERPOTENTIAL DURING ELECTRODEPOSITION OF CADMIUM

Summary

The influence of alkaline metal cations and hydrogen ion on the overpotential during electrodeposition of cadmium has been studied. A correlation has been found between conductivity of solution and value of depolarization. The effect of depolarization due to additons is accounted for by the decrease of local ohmic overpotential.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Изгарышев, Е. Я. Майорова. ЖОХ, 6, 1939, 1208.
2. Т. И. Лежава, Б. В. Цанава. Электрохимия марганца, т. IV. Тбилиси, 1969.
3. Т. И. Лежава, К. Г. Меладзе. Сообщения АН ГССР, 61, № 1, 1971, 89.
4. Т. И. Лежава, К. Г. Меладзе. Электрохимия, 8, 1972, 1349.

Дж. К. КУЧУХИДЗЕ, Е. И. ПУЧКОВА, Т. Н. КОЛОМИЩЕВА,  
Л. И. ЭРИСТАВИ

## ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СЕРДЕЧНЫХ ГЛИКОЗИДОВ В ЛИСТЬЯХ *RHODEA JAPONICA* (THUMB) ROTH. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ И ФАЗЫ РАЗВИТИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 5.1.1974)

Родя японская, интродуцированная в субтропиках Грузии, содержит сердечные гликозиды [1, 2] и может служить новым сырьем для производства лекарственных препаратов [3, 4]. Сырьевая база роден японской пока что ограничена, поэтому рациональный сбор материала и выяснение возможностей культуры в других районах одинаково актуальны.

Проведенная работа является продолжением начатых нами исследований по роден японской и касается динамики накопления карденолидов в листьях в зависимости от фазы развития растений и от места их произрастания.

Для изучения динамики накопления сердечных гликозидов листья собирали в Тбилиси и Кобулети в одинаковое время через каждые 2 месяца.

Количественное определение сердечных гликозидов осуществляли спектрофотометрическим методом [5].

Результаты работы изображены графически на рис. 1. Как видно из этого рисунка, наибольшее содержание сердечных гликозидов в листьях роден японской наблюдается в конце вегетации — с ноября и удерживается до марта. Листья роден японской, собранные в Кобулети, отличаются более высоким содержанием сердечных гликозидов (1,90—1,93%, кривая I), чем собранные в Тбилиси (1,12—1,68%, кривая II).

В круглодонную колбу емкостью 250 мл отвешивали 50 г 70° этанола. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане до кипения. После этого быстро отсоединяли, вносили 5 г измельченных (до 0,25 мм) сухих листьев, колбу вновь присоединяли к холодильнику и кипятили 30 минут. По истечении указанного времени раствор охлаждали до комнатной температуры и доводили 70° этанолом до первоначального веса. Полученный экстракт фильтровали, отбирали 27,5 г (соответствует 2,5 г сырья) и в вакууме отгоняли спирт при температуре 55—60°. К теплomu экстракту прибавляли 5 мл ацетата свинца, периодически перемешивали содержимое колбы в течение 10 минут, а затем переносили количественно в стаканы для центрифугирования с помощью дистиллированной воды. Центрифугирование проводили со скоростью 5000 об/мин в течение 5 минут. Жидкость над осадком переносили в делительную воронку емкостью 250 мл. Стаканы промывали водой по 10 мл и еще 2 раза центрифугировали. Из очищенного водного экстракта сердечные гликозиды из-





влекали смесь хлороформ-этанол (4:1): один раз 60 мл и 5 раз по 40 мл, каждый раз в течение 3 минут. Извлечения фильтровали через фильтр с 15 г безводного сульфата натрия. Седьмой раз промывали 40 мл смеси растворителей. Извлечения собирали в круглодонную колбу емкостью 500 мл и отгоняли растворитель при пониженном давлении до объема 1 мл. Остаток высушивали путем продувания воздуха. Сухой остаток растворяли в 1 мл смеси хлороформ-метанол (1:1).

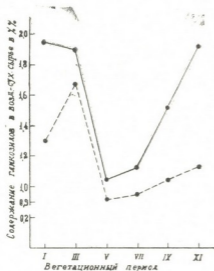


Рис. 1. Динамика накопления сердечных гликозидов в листьях роден японской в зависимости от времени их сбора и места произрастания: А—кобулетский образец, Б—тбилисский образец

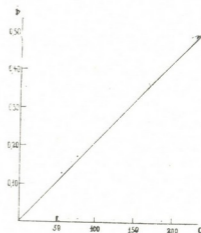


Рис. 2. Градуировочная прямая зависимости оптической плотности от концентрации родексина С

В круглодонную колбу емкостью 50 мл отбирали 0,02 мл полученного раствора и нагревали на водяной бане до удаления растворителей. Сухой остаток растворяли в 5 мл метанола, прибавляли 5 мл пикрата натрия. Раствор перемешивали и через 15 минут измеряли оптическую плотность на СФ-16 при длине волны 494 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм против контроля, состоящего из 5 мл метанола и 5 мл пикрата натрия. Количество гликозидов рассчитывали по калибровочной кривой. Расчет вели по формуле

$$\% = \frac{A \cdot 10 \cdot 100 \cdot B}{B \cdot D},$$

где А — концентрация гликозидов в 1 мл колориметрируемого раствора, найденная по калибровочной кривой, г; В — объем раствора, в котором растворен экстракт гликозидов, мл; В — воздушно-сухая навеска, г; Д — количество раствора, взятого к анализу.

Для построения калибровочной кривой (рис. 2) использовали родексин С, полученный нами из листьев роден японской. 10 мг родексина С (точная навеска) растворяли в 100 мл метанола (мерная колба). Отмеривали по 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0 мл полученного раствора. Добавляли соответственно по 4,75; 4,5; 4,25; 4,0; 3,75; 3,5; 3,0 мл метанола, во все колбы также добавляли по 5 мл пикрата натрия. Через 15 минут определяли оптическую плотность при помощи СФ-16 при длине волны 494 нм в кювете 10 мм.

Полученные значения оптических плотностей обрабатывали методом наименьших квадратов и строили калибровочную кривую в координатах оптическая плотность — концентрация.

Таким образом, проведено количественное определение спектрофотометрическим методом сердечных гликозидов в воздушно-сухих листьях роден японской. Установлено, что наибольшее содержание сердечных гликозидов в исследуемом растении достигается в период покоя растения (ноябрь-март). Этот период следует считать оптимальным сроком заготовки сырья.

Родеею японскую, культивируемую в Восточной Грузии (Тбилиси), можно считать сырьем с высоким содержанием карденолидов, несмотря на то что она несколько уступает кобулетским образцам.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

Харьковский химико-  
 фармацевтический институт

(Поступило 11.1.1974)

ფარმაკოქიმია

ჯ. კუჩუხიძე, ე. პუჩკოვა, ნ. კოლომიტევა, ლ. ერისთავი

*RHODEA JAPONICA* (THUMB)ROTH.-ს ფოთლებში საბულე გლიკოზიდების დაგროვების დინამიკა მცენარის ზრდის პირობებთან და განვითარების ფაზასთან დაკავშირებით

რეზიუმე

სპექტროფოტომეტრული მეთოდით შესწავლილია იაპონური როდეას ფოთლებში საბულე გლიკოზიდების დაგროვების დინამიკა მცენარის განვითარების პირობებისა და ფაზების გათვალისწინებით.

დადგენილია, რომ ფოთლებში საბულე გლიკოზიდები უდიდეს რაოდენობას აღწევს მცენარის სვენების პერიოდში (ნოემბერი-მარტი), რაც ნედლეულის დამზადების ოპტიმალურ ვადებად უნდა ჩაითვალოს. ქობულეთის პირობებში მოზარდი იაპონური როდეა ხასიათდება საბულე გლიკოზიდების შედარებით მაღალი შემცველობით (1,90—1,93%), ვიდრე თბილისის ეგზემპლარებისა (1,12—1,68).

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

J. K. KUCHUKHIDZE, E. I. PUCHKOVA, T. N. KOLOMITSEVA,  
 L. I. ERISTAVI

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF CARDIAC GLYCOSIDES IN THE LEAVES OF *RHODEA JAPONICA* (THUMB) ROTH. DEPENDING ON THE CONDITIONS OF GROWTH AND PHASE OF DEVELOPMENT

Summary

The dynamics of the accumulation of cardiac glycosides in the leaves of *Rhodea japonica* has been studied by the spectrophotometric method depending on the development phase and growing site of the plants. The maximum content of cardiac glycosides has been found in the leaves in the phase of rest of the plants (November-March), which should be taken for

the optimal time for the accumulation of raw material. Leaves of *Rhodea japonica* cultivated in the vicinity of Kobuleti differ in a higher content of cardiac glycosides (1.90 to 1.93 per cent) from those picked in the vicinity of Tbilisi (1.12 to 1.68 per cent).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. К. Кучухидзе, Н. Ф. Комиссаренко, Л. И. Эристави. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971, 597.
2. Дж. К. Кучухидзе, Н. Ф. Комиссаренко, Л. И. Эристави. Сообщения АН ГССР, 70, № 2, 1973, 361.
3. Дж. К. Кучухидзе. Материалы конференции молодых медиков Грузинской ССР, посвященной 50-летию образования СССР. Тбилиси, 1973, 59.
4. К. К. Харебава. Материалы I конференции молодых ученых кардиологов. Тбилиси, 1973, 67.
5. Н. А. Казаринов, А. Г. Чернишова, Н. П. Дзюба, Е. И. Пучкова. Фармацевтический журнал, № 2, 1971, 35.

Р. А. ГАМБАШИДЗЕ

## О НАХОДКАХ МОЛЛЮСКОВОЙ ФАУНЫ ВЕРХНЕГО ТУРОНА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КAVKAZA

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 12.2.1974)

Новые находки иноцерамов и головоногих моллюсков в верхнемеловых отложениях междуречья Шамхор-чай — Герань-чай позволяют предложить новое решение некоторых вопросов возраста нижних частей верхнемелового разреза этой области.

В бассейне р. Герань-чай (Цимхадзорский разрез у с. Верхний Агджакент Шаумянского района) предполагалось присутствие сеноманского яруса [1]. Впоследствии было высказано мнение об отсутствии под трансгрессивным нижним сеноном отложений моложе верхнего альба [2]. находка нами в этом разрезе комплекса иноцерамов (*Inoceramus crippii* Mant., *In. orbicularis* Noell., *In. dunveganensis* McLearn, *In. cf. tenuis* Mant.) подтверждает правильность первого предположения.

Присутствие *Inoceramus inconstans* Woods и *In. inconstans lueckendorfsensis* Trögl. в низах трансгрессивных отложений верхнего мела окрестностей с. Чайкенд (Ханларский район) определяет верхнетуронский возраст вмещающей толщи, в отличие от существующего мнения о принадлежности ее к сеноманскому [1] или же коньякскому ярусам [2].

К подобному заключению можно прийти в отношении возраста и цизов верхнемелового разреза г. Еленсутапа (Шамхорский район) на основе находки *Neogaudryceras glanegensis* (Redt.), где этот аммонит обнаружен на высоте 25—30 м от базальных образований, залегающих на верхней юре и под слоями с верхнетурон-коньякским (*Sciphonoceras incurvatus* Duj.) и коньякским (*Inoceramus koeneni* G. Mull.) ископаемыми [3].

В статье приводится описание неизвестных ранее в этих разрезах моллюсков, которые (кроме *Inoceramus inconstans* Woods) в пределах Закавказья отмечаются впервые.

*Inoceramus dunveganensis* McLearn, 1926

Рис. 1

[4], стр. 57, табл. XXI, рис. 2—4; табл. XXII, рис. 3, 4 (см. синонимнику).

Размеры. Высота (В) = 31 мм, длина (Д) = 24 мм, толщина (Т) = 6 мм, Т:Д = 0,25, Д:В = 0,77, передне-замочный угол (ПЗ) = 120°, макушечный угол (М) = 80°, осевой угол (О<sub>с</sub>) = 70°.

Описание. Неравносторонняя слабовыпуклая створка овально-ромбовидного очертания. Передний край выступающий в верхней части, слабовогнутый. Нижний край слабовогнутый, но с резким закруглением, сходящийся с задним крылом по оси створки, что придает



створке относительную вытянутость в задне-брюшном направлении. Слабовыгнутый задний край под тупым углом сходится с прямым коротким смычным краем. Ось максимальной выпуклости створки несколько сдвинута к ее задней части. Скульптура хорошо выражена на передней и задне-брюшной частях створки, где она представлена частыми, тонкими, асимметричными гребнями нарастания, параллельными краям створки. В приосевой части и на крыле орнаментация не сохранилась.



Рис. 1

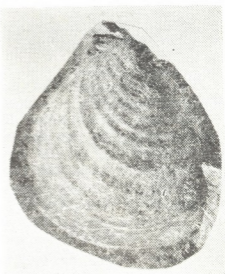


Рис. 2

Сравнение. Наш экземпляр проявляет некоторое сходство с *Inoceramus orbicularis* Noetl. [5], но последний характеризуется невыступающим, почти прямым передним краем, слабовогнутым нижним краем и заостренной краевой макушкой.

Распространение. Поздний альб (?) и сеноман Канады, Аляски, северо-востока СССР.

Местонахождение. Карбонатные песчаники альб-сеномана с. Верхний Агджакент (балка Цимхадзор).

*Inoceramus inconstans* Woods, 1911

Рис. 2

[6], S. 101, Taf. 13, Abb. 19 (см. синонимнику).

Размеры. В=41 мм, Д=46 мм, Т=16 мм, Т:Д=0,34, Д:В=1,12,  $\angle ПЗ = 100^\circ$ ,  $\angle М = 85^\circ$ ,  $\angle О_с = 40^\circ$ .

Описание. Неравносторонняя выпуклая створка треугольно-округлого очертания с прямым смычным краем. Приблизительно в средней части створки намечается резкий перегиб, и поэтому брюшная часть располагается под большим углом к плоскости раздела створок. Макушка краевая, маленькая, притупленная, невыступающая. Скульптура на макушке сглажена, а в примакушечной части состоит из тонких, четких, частых колец нарастания. На более поздней стадии роста раковины скульптура относительно редкая и к брюшному краю несколько сглажена.

Сравнение: *Inoceramus inconstans lueckendorffensis* Trög. [6] от нашего образца отличается более выпуклой створкой, слабвыраженным килевидным перегибом вдоль оси нарастания, провисанием скульптурных элементов в том же направлении и несколько выступающей макушкой.

Распространение. Средний и верхний турон Англии, верхний турон Средней Европы, Украинны, Грузин; верхний турон, нижний, реже верхний коньяк Северного Кавказа.

Местонахождение. Карбонатные песчаники с. Чайкенд.

*Inoceramus inconstans lueckendorfsensis* Tröger, 1967

Рис. 3

[6], S. 102, Taf. 11, Abb. 1a—c, 2 (см. синонимнику).

Размеры. В=24 мм, Д=26 мм, Т=16 мм, Т:Д=0,61, Д:В=0,76,  $\angle ПЗ=100^\circ$ ,  $\angle М=90^\circ$ ,  $\angle О_c=75^\circ$ .

Описание. Сильно вздутая неравносторонняя створка овального очертания. Максимальная вздутость совпадает с осевой и примакушечной частями створки. Передняя часть имеет широкую арею, расположенную перпендикулярно к плоскости раздела створок. Нижняя и задняя часть створки пологая. Передний край имеет очертание слабовыгнутой дуги и почти под прямым углом сходится со слабовыгнутым нижним краем, образующим тупой угол с выгнутым задним краем.

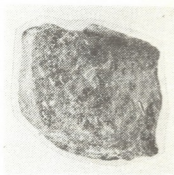


Рис. 3



Рис. 4

ем. Последний также под тупым углом округло сходится с прямым смычковым краем, составляющим больше половины всей створки. Общее очертание створки пятиугольное. Крыло маленькое, четкое, не резко ограничено. Макушка краевая, выпуклая, невыступающая, согнута чуть вперед. В средней и задне-брюшной частях створки наблюдаются более или менее четко выраженные килевидные перегибы, тянущиеся от примакушечной части к брюшному и заднему краям, наличие которых обуславливает пятиугольное очертание створки. Скульптура состоит из довольно рельефных симметричных гребней нарастания, резко выраженных на более поздней стадии роста раковины, постепенно сглаживающихся к макушке и отсутствующих на арее и крыле.

Сравнение. Наш образец очертанием створки и характером скульптуры близок к *Inoceramus inconstans* Woods, но отличается отсутствием резко выраженного колена и наличием килевидных перегибов.

Распространение. Верхи верхнего турона ГДР.

Местонахождение. Известняковые песчаники с. Чайкенд.

*Neogaudryceras cf. glanegensis* (Redtendbacher, 1873)

Рис. 4

[7], S. 119, Taf. XXVII, fig. 3a, b.

Описание. Сильная раздавленность и неполнота образца не дают возможности произвести измерения. Крупная раковина с высотой, превышающей толщину, и овальным поперечным сечением, со слабо-



выпуклыми боковыми сторонами. Скульптура оборота состоит из слабых возвышающих ребер, которые, начинаясь у пупкового перегиба, имеют слабоизогнутое в сторону устья серповидное очертание и треугольно-округлое сечение. К внешней части оборота ребра постепенно становятся более грубыми и широкорасставленными. Все ребра (кроме одного, который достигает лишь средней части боковой стороны оборота) переходят на сифональную сторону. Ребра и межреберное пространство покрыты мелкими ребрышками подобного очертания.

Сравнение. Наш образец от *Lytcceras denseplicatum* Jimbo [8] отличается более широко расставленными и более изогнутыми ребрами.

Распространение. Турон-маастрихт Австрии (фация Гозау).

Местонахождение. Тонкослоистые аргиллиты г. Еленсутапа.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 22.2.1974)

გეოლოგია

რ. ლაბაშვიძე

ზედატურონული მოლუსკური ფაუნის მონაკოვრების შესახებ  
მცირე კავკასიონის აზერბაიჯანის ნაწილში

რეზიუმე

აღწერილია სამი ინოცერამი და ერთი ამონიტი, რომელთა საფუძველზე დადგენილია სენომანურისა და ზედატურონულის არსებობა შამქორ-ჩაი — გერან-ჩაის უშამდინარეთში.

GEOLOGY

R. A. GHAMBASHIDZE

ON SOME FINDS OF THE UPPER TURONIAN MOLLUSCAN  
FAUNA IN THE AZERBAIJANIAN PART OF THE LESSER  
CAUCASUS

Summary

Three specimens of *Inoceramus* and one *Ammonite* are described, attesting to the presence of Cenomanian and Upper Turonian deposits in the Shamkhor-tchai—Geran-tchai interfluvium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Ренгартен. Региональная стратиграфия СССР, т. 6. М., 1959.
2. О. Б. Алиев. Сб. «Стратиграфия меловых отложений СВ части М. Кавказа». Баку, 1967.
3. Р. Н. Мамедзаде. Сб. «Стратиграфия меловых отложений СВ части М. Кавказа». Баку, 1967.
4. М. А. Пергамент. Труды ГИН АН СССР, вып. 146, 1966.
5. F. Noetling. Palaeontologische Abhandlungen, Bd. 11. Berlin, 1881—1885.
6. K. A. Tröger. Abh. Staatl. Mus. M.n. Geol., Bd. 12. Dresden, 1967.
7. K. Redtenbacher. Abh. d. Kais. Königl. L. —a., Bd. V, H. 5. Wien, 1873.
8. K. Jimbo. Pal. Abh. v. Dames u. Kayser., N. F. Bd. II, H. 3.



И. П. ГАМКРЕЛИДZE

## НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ВОЗМОЖНОЙ МОДЕЛИ ТЕКТОГЕНЕЗА

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 4.5.1974)

Полученные за последние годы геологией, геофизикой и геохимией принципиально новые данные о строении верхней мантии и земной коры и характере развивающихся в них процессов с убедительностью свидетельствуют о том, что основными и наиболее общими движущими силами тектонических и магматических процессов, проявляющихся на поверхности Земли, являются процессы и движения на глубине. Однако положение зон повышенной тектоно-магматической активности в литосфере контролируется планетарной сетью глубинных разломов, возникновение которой приурочено к существованию общепланетарного фона напряжений, связанных с ротационным режимом Земли.

Глубинные процессы и связанные с ними движения определяют предпочтительные направления перемещения по этим системам планетарных нарушений и характер деформации ограниченных ими блоков земной коры [1]. Вместе с тем, совершенно очевидная цикличность тектонического развития Земли и квазисинхронность тектоно-магматической активности на Земле указывают на существование глобальных причин ее возникновения. Глобальный характер этой активности может быть вызван существованием единого очень глубокого (граница ядра и мантии) источника вещества и энергии. Однако, как справедливо отмечает В. Е. Ханн [2], «данная гипотеза не объясняет достаточно сложный, тонкий и правильный ритм тектонической активности нашей планеты и, главное, подмеченное рядом исследователей совпадение основных циклов с «галактическим годом» — временем обращения Земли и солнечной системы по галактической орбите»<sup>1</sup>.

Таким образом, существует определенный резонанс между эндогенной динамикой Земли и периодическими изменениями космического — гравитационного и электромагнитного полей [2].

Наряду с этими общими причинами и закономерностями тектонического развития Земли, не меньший интерес вызывает конкретный механизм протекающих в тектоносфере Земли процессов, определяющих особенности строения и развития ее коры.

Исходя из рассмотрения характера строения и развития земной коры в пределах Анатолийско-Кавказско-Иранского сегмента Средиземноморского пояса и смежных с ним областей [4], а также из современных представлений о характере протекающих в тектоносфере процессов, ниже высказываются некоторые предположения о возможных причинах и механизме тектогенеза.

<sup>1</sup> Наиболее полно вопрос о связи цикличности тектогенеза с обращением Земли и солнечной системы по галактической орбите рассмотрен Г. П. Тамразяном [3].





Как отмечалось [4], основными процессами, определяющими характер тектонического развития Анатолийско-Кавказско-Иранского сегмента Средиземноморского пояса, являются процессы растяжения и сжатия, связанные главным образом с горизонтальными перемещениями отдельных его глыб. Вместе с тем, зоны наибольшего растяжения коры (рифтовые зоны) являются местами появления на поверхности глубинного вещества и продуктов его плавления. Исходя из этого наиболее вероятным глубинным процессом, порождающим возникновение зон растяжения и подъема глубинного материала, представляется образование в слое пониженной вязкости (астеносфере) восходящих и расходящихся под литосферой потоков разогретого и, следовательно, более пластичного верхнемантийного вещества. Возникновение этих потоков обусловлено, видимо, существованием в глубоких недрах Земли генерирующего его процесса.

Длительное существование направленного потока глубинной энергии в астеносфере может вызвать возникновение в ослабленной зоне литосферы все расширяющейся раздвиговой зоны, заполняемой мантийным веществом, и формирование здесь новой коры океанического типа. Возникновение этой коры связано, видимо, с целым рядом сложных процессов. В настоящее время, основываясь на геофизических данных, результатах экспериментальных геофизических и петрологических работ, а также на материалах непосредственного изучения глубинных пород в выбросах кимберлитовых и базальтовых трубок взрыва и вулканов, большинство исследователей склоняются к мнению об ультраосновном составе верхней мантии. Принимается, что подавляющее большинство магм основного и среднего состава образуется глубоко в мантии в результате частичного плавления изначального вещества — пиролита. Одновременно с выплавлением легкоплавкой фракции базальтоидного состава возникает тугоплавкий дунит-перидотитовый остаток.

Недавно Д. Х. Грин [5] в свете этих данных детально рассмотрел отдельные стадии зарождения рифтовых долин на континентальной коре и формирование в их пределах новой коры океанического типа.

Таким образом, формирование океанической коры в раздвиговых зонах (в рифтах) связано с поступлением энергии и вещества из мантийных слоев Земли.

Однако этот процесс не бесконечен во времени. Конкретные формы структур растяжения и их дальнейшее развитие зависят от длительности и интенсивности процесса генерации энергии и вещества на глубине. Истощение глубинной энергии приводит к прекращению подъема разогретого глубинного вещества, «охлаждению» и уплотнению верхней мантии и нижней части литосферы, отмиранию структур растяжения и образованию на их месте жестких глыб земной коры (отмерших рифтов) [4]. Уплотнение верхней мантии и нижней части литосферы, в свою очередь, способствует постепенному проседанию земной коры и образованию в ней глубоководных впадин типа внутренних морей и других зон прогибания с корой океанического типа.

Аналогичный вышеотмеченному механизм в более ослабленной форме осуществлялся, видимо, в структурах растяжения и в области древних платформ. В частности А. А. Богдановым [6] было показано, что в развитии структуры Восточно-Европейской платформы существует вполне определенная закономерность последовательности заложения узких структур растяжения — авлакогенов и более широких прогибов — синеклиз.

Аналогичное явление растяжения и даже разрыва сплошности коры, а затем образования в ней более обширной впадины имело место, видимо, и в случае озера Верхнего в пределах Северо-Американской платформы. Как отмечают П. Р. Фогт и др. [7], на примере синклинали озера Верхнего, имеющей возраст 1 млрд. лет, видно, что кора, аналогичная коре под Черным и Каспийским морями, может существовать очень длительное время.

Таким образом, в рассмотренных случаях мы также имеем дело с отмиранием активных структур растяжения и с вызванным этим постепенным проседанием более обширной области земной коры.

Однако процессы генерации энергии и вещества на глубине могут быть и значительно более мощными и продолжительными и, следовательно, могут способствовать длительному существованию структур растяжения в литосфере. На сегодняшний день вряд ли следует сомневаться в том, что образование океанических впадин вызвано именно значительным по масштабу и длительным раздвижением плит литосферы, постепенным «растеканием» океанического дна и формированием в раздвиговой зоне срединноокеанического хребта новой коры океанического типа.

Однако существует и третий путь развития охарактеризованных выше раздвиговых зон литосферы. Причем этот путь определяется не только и не столько процессами, протекающими внутри этих зон, сколько проявлением более мощных процессов в соседних с ними зонах растяжения. Под воздействием раздвигающихся плит литосферы в других (соседних) зонах происходит смена растяжения сжатием и возникновение связанных с этим процессом сложнейших геологических процессов. Деформации, естественно, подвергаются главным образом те зоны или их части, где все еще имеется запас глубинной энергии, поступление которой обуславливает степень податливости и подвижности земной коры в их пределах<sup>1</sup>.

Внешние сжимающие усилия охватывают, по всей вероятности, всю литосферу, что влечет за собой резкое изменение физических условий в земной коре и верхней мантии. Создаются условия для генерации андезитовых магм.

Как известно, в настоящее время господствует мнение о мантийном происхождении пород известково-щелочной серии. Однако процессы приводящие к образованию в мантии андезитовой магмы, далеко не ясны. Не исключена возможность осуществления механизма образования андезитовых магм, описанного А. Э. Рингвудом и Д. Х. Грином. Во всяком случае, андезиты, видимо, действительно имеют мантийное происхождение и их образование может быть связано, с одной стороны, с процессами, протекающими на границе погружающихся в мантию плит океанической коры вдоль зон Беньоффа, а с другой, с изменениями физических условий в верхней мантии, как видно, в связи с возникновением напряжений сжатия.

Андезитовый вулканизм является одним из процессов, формирующих континентальную кору. Другим таким процессом является аллохимический региональный метаморфизм, связанный с притоком большого количества растворенных элементов, экстрагированных из мантии ювенильными подкорковыми растворами. Отделение ювенильных подкорковых растворов, вызывающих региональный ме-

<sup>1</sup> Это утверждение делает понятным близкое сосуществование даже в пределах одной складчатой системы зон с совершенно различной степенью и характером дислоцированности земной коры.

таморфизм и гранитизацию, становится возможным, по-видимому, именно в этих новых физических условиях в верхней мантии.

Вместе с тем проявление внешних сжимающих усилий вызывает в подвижных зонах закупоривание значительной части путей проникновения глубинного вещества. В результате разогретый мантийный материал продвигается вверх главным образом путем проплавления земной коры. Интенсивное прогревание, плавление коры и образование в ней вторичных магматических очагов влекут за собой процессы уплотнения коры и увеличение ее объема, что, наряду с внешним сжатием, способствует поднятию и складчатости.

Таким образом, смена условий растяжения условиями сжатия в бывших раздвиговых зонах (рифтах или эвгеосинклиналях) под воздействием раздвигающихся плит литосферы в соседних зонах растяжения вызывает возникновение процессов складчатости, метаморфизма и гранитообразования и, следовательно, формирования континентальной коры.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт

(Поступило 4.5.1974)

გეოლოგია

ბ. ბაგრატიანი

ზომიერთი მოსაზრება ტექტოგენეზისის შესახებელი  
 მოდელის შესახებ

რეზიუმე

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ტექტოგენეზისის ძირითადი მიზეზია ენერჯის და ნივთიერების გენერაცია დელამიწის შიგნითა და მათი მიგრაცია ზედაპირისაკენ.

GEOLOGY

I. P. GAMKRELIDZE

### SOME CONSIDERATIONS ON THE POSSIBLE MODEL OF TECTOGENESIS

Summary

It is assumed that the main reason of tectogenesis is the generation of energy and material in the depths of the Earth and their migration to the surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Гамкрелидзе. Геотектоника, № 6, 1972.
2. В. Е. Хаин. Общая геотектоника. М., 1973.
3. Г. П. Тамразян. Изв. АН АзССР, № 12, 1967.
4. И. П. Гамкрелидзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
5. Д. Х. Грин. Сб. «Петрология изверженных и метаморфических пород дна океана». М., 1973.
6. А. А. Богданов. Советская геология, № 9, 1964.
7. П. Р. Фогт, Э. Д. Шнейдер, Г. Л. Джонсон. Сб. «Земная кора и верхняя мантия». М., 1972.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), А. Д. СЕПИАШВИЛИ,  
 Ю. А. РАТИАНИ

О ГАШЕНИИ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИИ ЛОПАТОК ШАХТНЫХ  
 ТУРБОМАШИН

Как показывает статистический анализ, в большинстве случаев причиной выхода из строя лопаток шахтных турбомашин являются усталостные поломки, обусловленные их вибрацией. Один из возможных путей увеличения вибростойкости состоит в демпфировании лопаток в заделке с помощью упруго-демпфирующих элементов из технической резины, металлической резины и т. д. [1].

Целью проведенной работы являлось исследование зависимости уровня вибрации от параметров закрепления лопатки.

Колебания лопаток шахтных турбомашин могут быть описаны уравнениями поперечных колебаний стержня. Возможность сведения лопатки к однородному стержню, например, для шахтных вентиляторов, показана в работе [2]. При отсутствии распределенных потерь уравнение поперечных колебаний лопатки имеет вид

$$a^2 \frac{\partial^4 y(x, t)}{\partial x^4} + \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где  $a^2 = \frac{EJ}{m}$ ;  $E$ —модуль упругости;  $J$ —момент инерции поперечного сечения;  $m$ —погонная масса.

Решение уравнения (1) при сосредоточенном гармоническом внешнем воздействии ищем в виде

$$y(x, t) = X(x) \sin \omega_0 t. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1) и разделяя переменные, имеем

$$X^{(4)}(x) - \lambda^4 X(x) = 0, \quad (3)$$

где

$$\lambda^4 = \frac{\omega_0^2}{a^2}.$$

Согласно уравнению (3), функция  $X(x)$  определяется формулой

$$X(x) = A_1 S(\lambda x) + A_2 T(\lambda x) + A_3 U(\lambda x) + A_4 V(\lambda x), \quad (4)$$

где

$$S(\lambda x) = \frac{1}{2} [\operatorname{ch}(\lambda x) + \cos(\lambda x)]; \quad U(\lambda x) = \frac{1}{2} [\operatorname{ch}(\lambda x) - \cos(\lambda x)];$$



$$T(\lambda x) = \frac{1}{2} [\operatorname{sh}(\lambda x) + \sin(\lambda x)]; \quad V(\lambda x) = \frac{1}{2} [\operatorname{sh}(\lambda x) - \sin(\lambda x)]$$

— функции А. Н. Крылова. Постоянные  $A_1, A_2, A_3, A_4$  определяются из граничных условий.

В корневом сечении ( $x = 0$ ) линейное перемещение равно нулю, следовательно,

$$X(x)|_{x=0} = 0. \quad (5)$$

Второе граничное условие в  $x=0$  связывает между собой первую и вторую частные производные по  $x$  перемещения  $y(x, t)$ . Прежде чем приступить к составлению этого граничного условия, рассмотрим вопрос введения в него параметров закрепления лопатки. Существуют различные гипотезы учета внутренних потерь упруго-демпфирующих материалов, отображающие эллиптическую, параболическую или другие петли гистерезиса. Наиболее целесообразным представляется применение гипотезы Е. С. Сорокина, которая имеет перед другими то преимущество, что позволяет учитывать потери, оставаясь в рамках линейной теории [3]. Согласно этой гипотезе, полное внутреннее сопротивление складывается из упругого и неупругого сопротивлений, сдвинутых относительно друг друга по фазе на  $\frac{\pi}{2}$ :

$$R^* = hX^{(1)}(x) \cdot (1 + iR) = h^* X^{(1)}(x),$$

где  $h$  — жесткость при угловом перемещении  $X^{(1)}(x)$ ,  $R = \frac{\delta}{\pi}$  — коэффициент неупругого сопротивления;  $\delta$  — логарифмический декремент колебаний.

С учетом вышесказанного второе граничное условие в  $x=0$  запишется в виде

$$EIX^{(2)}(x)|_{x=0} - h^* X^{(1)}(x)|_{x=0} = 0. \quad (6)$$

Составим граничные условия для конца  $x = l$ . Аэродинамическое возмущение, которое распределено на поверхности лопатки, для простоты сосредоточим на ее свободном конце. Тогда

$$X^{(2)}(x)|_{x=l} = \frac{M_0}{EI}. \quad (7)$$

Срезающее усилие на свободном конце равно нулю:

$$X^{(3)}(x)|_{x=l} = 0. \quad (8)$$

Определяя с помощью граничных условий (5), (6), (7), и (8) постоянные уравнения (4), имеем

$$A_1 = 0, \\ A_2 = \frac{M_0 S(\lambda l)}{\lambda h^* [S^2(\lambda l) - V(\lambda l) \cdot T(\lambda l)] + \lambda^2 EI [V(\lambda l) \cdot S(\lambda l) - U(\lambda l) \cdot T(\lambda l)]}, \\ A_3 = A_2 \frac{h^*}{\lambda EI}, \quad (9)$$

$$A_4 = A_2 \left[ \frac{U(\lambda l)}{S(\lambda l)} + \frac{h^* V(\lambda l)}{\lambda E I S(\lambda l)} \right].$$

Дифференцируя (4) по  $x$  и подставляя (9), для углового перемещения получаем

$$X^{(1)}(x) = M_0 \frac{(c_0 + hd_0) + iRhd_0}{(b_0 + ha_0) + iRha_0}, \quad (10)$$

где

$$a_0 = S^2(\lambda l) - V(\lambda l) \cdot T(\lambda l); \quad b_0 = \lambda E I [V(\lambda l) S(\lambda l) - U(\lambda l) \cdot T(\lambda l)];$$

$$c_0 = S(\lambda l) \cdot S(\lambda x) - U(\lambda l) \cdot U(\lambda x); \quad d_0 = \frac{S(\lambda l) T(\lambda x) - V(\lambda l) \cdot U(\lambda x)}{\lambda E I}.$$

Модуль выражения (10) имеет вид

$$|X^{(1)}(x)| = M_0 \sqrt{\frac{(c_0 + hd_0)^2 + R^2 h^2 d_0^2}{(b_0 + ha_0)^2 + R^2 h^2 a_0^2}}. \quad (11)$$

Рассмотрим неравенство  $d_0^2 < a_0^2$  или

$$\frac{S(\lambda l) \cdot T(\lambda x) - V(\lambda l) \cdot U(\lambda x)}{\lambda E I} < S^2(\lambda l) - V(\lambda l) \cdot T(\lambda l). \quad (12)$$

Как показывает анализ, для шахтных турбомашин правая часть неравенства (12) превосходит его левую часть на несколько порядков, т. е.

$$|X^{(1)}(x)| \simeq \frac{M_0(c_0 + hd_0)}{\sqrt{(b_0 + ha_0)^2 + R^2 h^2 a_0^2}}. \quad (13)$$

Таким образом, как видно из (13), модуль амплитуды вынужденных колебаний в функции коэффициента неупругого сопротивления  $R$  при любой частоте является кривой гиперболического типа, т. е. с возрастанием  $R$  амплитуда колебаний уменьшается по гиперболическому закону. Это подтверждает физические представления о природе колебаний и позволяет сделать вывод о целесообразности демпфирования колебаний лопаток в заделке, причем с повышением демпфирующих свойств упругих элементов эффект гашения возрастает. Повышение жесткости заделки дает аналогичный эффект.

Проведены стендовые испытания лопаток шахтного осевого вентилятора при различных условиях закрепления [4]. Показано, что декремент колебаний и соответственно коэффициент сопротивления лопаток при использовании в заделке металлической резины втрое больше, чем при жестком закреплении, и вдвое больше, чем при применении технической резины. Кроме того, элементы из металлической резины имеют нелинейные характеристики, что дает дополнительный эффект гашения за счет автоматической отстройки лопаток от резонансных режимов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 24.1.1974)

ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
 ა. სეპიაშვილი, ი. რატიანი

საშახტო ტურბომანქანის ნიჩბების ბანიში  
 რხევების ჩაპროზისატვის

რეზიუმე

შესწავლილია ჩამაგრების პარამეტრების ზეგავლენა საშახტო ვენტილატორის ნიჩბების რხევებზე. კერძოდ, რხევის ამპლიტუდის ცვალებადობა დრეკადი ელემენტის სიხისტისა და მადემფირებელ თვისებებზე დამოკიდებულებით. მოცემულია სტენდური გამოცდის შედეგები, რის საფუძველზეც დადგენილია ლითონური რეზინის უპირატესობა სხვა დრეკად-მადემფირებელ მასალებთან შედარებით.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. A. DZIDZIGURI, A. D. SEPIASHVILI, Yu. A. RATIANI

ON THE DAMPING OF CROSS VIBRATIONS OF BLADES OF  
 MINE TURBO-MACHINES

Summary

The effect of the fastening parameters on the vibration of the mine fan blades, in particular, the change of the amplitude of oscillation depending on the stiffness and damping properties of the elastic elements has been studied. The data on stand tests of the mine axial fan blades are presented and the advantage of metallic rubber over other elastic damping materials is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Дзидзигური, А. Д. Сепиашвили, Г. М. Диланов Т. Ш. Яманидзе. Горнорудная промышленность (Грузинский НИИ научно-технической информации и технико-экономических исследований), № 2, 1973.
2. Г. Л. Ратиани, Ю. А. Ратиани. Сб. «Горная механика и рудничная аэрология». Тбилиси, 1972.
3. Е. С. Сорокин. К теории внутреннего трения при колебаниях упругих систем. М., 1960.
4. Г. Л. Ратиани, А. Д. Сепиашвили, Ю. А. Ратиани. Горнорудная промышленность (Грузинский НИИ научно-технической информации и технико-экономических исследований), № 6, 1973.



## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Т. Ш. ГОЧИТАШВИЛИ; Л. И. МАХАРАДЗЕ

### ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ГИДРОАБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 22.2.1974)

При анализе рассматриваемого вопроса основными факторами, определяющими гидроабразивный износ, приняты кинетическая энергия и количество контактирующих частиц при определенном угле натекания гидросмеси на изнашиваемую поверхность.

Допустим,  $\sigma$  — количество работы, затрачиваемое на разрушение единицы веса материала. Тогда количество работы, затрачиваемое на удаление микрообъема поверхности вследствие единичного соударения твердой частицы, будет

$$A = \frac{\Sigma A_n}{n} = \sigma \Delta_1, \quad (1)$$

где  $\Sigma A_n$  — работа, затраченная  $n$  частицей на износ материала;  $n$  — число частиц, участвующих в износе;  $\Delta_1$  — вес разрушенного материала.

Разложим силу удара частицы  $P$  при угле  $\alpha$  между направлением силы и поверхности износа на две составляющие: нормальную, вызывающую износ ударной струей, и тангенциальную, вызывающую износ скользящим потоком.

Часть работы  $A$ , затраченная скользящей частицей на износ поверхности, определяется зависимостью

$$A_0 = l_0 P (\cos \alpha - \mu \sin \alpha), \quad (2)$$

где  $l_0$  — длина проскальзывания частицы;  $\mu$  — коэффициент трения скольжения абразива на изнашиваемом материале в воде; другая часть работы  $A$ , израсходованная на ударный износ материала,

$$A_{90} = l_{90} P \sin \alpha, \quad (3)$$

где  $l_{90}$  — глубина внедрения частицы в поверхностный слой изнашиваемого материала.

Суммарная работа, затраченная твердой частицей при соударении с поверхностью, составляет некоторую долю от кинетической энергии, т. е.

$$A_0 + A_{90} = (f'_0 + f'_{90}) \frac{m_T V_T^2}{2}, \quad (4)$$

где  $f'_0$  и  $f'_{90}$  — коэффициенты пропорциональности;  $m_T$  — масса твердой частицы;  $V_T$  — скорость твердых частиц.





Количество твердых частиц, которые за время  $t$  могут участвовать в износе, если вектор скорости  $V_T$  направлен относительно поверхности  $\omega$  под углом  $\alpha$ , равно

$$n_1 = \frac{6V_T S \omega t \sin \alpha}{\pi d^3}, \quad (5)$$

где  $d$  — средний диаметр транспортируемых частиц;  $S$  — объемная консистенция пульпы.

Однако не все твердые частицы, которые содержатся в потоке гидросмеси, смогут войти в соприкосновение с изнашиваемой поверхностью. На поверхности детали одновременно разместится определенное количество твердых частиц. Если консистенция гидросмеси достаточно велика, то частицы вблизи поверхности детали будут сталкиваться друг с другом.

Для определения вероятного числа беспрепятственного соударения твердых частиц с изнашиваемой поверхностью нами проведена некоторая идеализация процесса натекания гидросмеси на изнашиваемую деталь с помощью ряда допущений с последующей оценкой их влияния.

Получено, что при общем количестве твердых частиц  $n_1$  число беспрепятственно соударяемых с поверхностью износа частиц равно

$$n = \frac{6V_T S (1 - S) \omega t \sin \alpha}{\pi d^2}, \quad (6)$$

Из (1), (2), (3), (4) и (6) определяем интенсивность гидроабразивного износа детали (т. е. потерю металла в весовых единицах из единицы изнашиваемой поверхности за единицу времени) при натекании на нее гидросмеси:

$$\Delta = \gamma_T V_T^2 S (1 - S) d [f_0 (\sin 2\alpha - 2\mu \sin^2 \alpha) + f_{90} \sin^2 \alpha], \quad (7)$$

где  $f_0 = \frac{f'_0}{4g\sigma}$  и  $f_{90} = \frac{f'_{90}}{2g\sigma}$  — показатели гидроабразивности — коэффициенты, учитывающие прочностные свойства материала, из которого выполнена деталь, и абразивные свойства твердых частиц, определяемые экспериментальным путем при износе детали скользящей струей ( $f_0$ ) и вертикально направленной гидросмесью ( $f_{90}$ ).

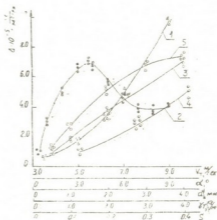
Показатели гидроабразивности, входящие в формулу (7), являются постоянными для соприкасающихся пар с одинаковыми физико-механическими свойствами, независимыми от факторов износа, определяющих кинетическую энергию и число частиц, попадающих на изнашиваемую поверхность.

Справедливость выведенной зависимости (7) была проверена экспериментальными исследованиями. В опытах в качестве абразивного материала в основном применялись кварцевые пески. Изнашиваемые образцы изготовлялись из низкоуглеродистой стали ст. 3. Для указанной пары  $f_0 = 10,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$  и  $f_{90} = 4,4 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$ .

Так как практически невозможно подбирать абразивные частицы одинаковой твердости, но разных удельных весов, для опытного установления функциональной зависимости  $\Delta = f(\gamma_T)$  применялись различные абразивы (каменный уголь, известняк, мрамор, марганцевая руда) с твердостью, меньшей твердости изнашиваемой стали ( $H_{аб.} < H_{ст.3}$ ). Изнашивающая способность абразивного материала в значительной мере зависит от твердости содержащего минерала или горной породы, но при  $H_{аб.} < H_{ст.3}$  эта зависимость уже не является определяющей, поэтому значения показателей гидроабразивности этих материалов в паре со ст. 3 усреднялись:  $f_{0,ср} = 0,75 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$  и  $f_{90,ср} = 0,34 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$  ( $f_0 = 0,6 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,77 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,76 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,9 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$  и  $f_{90} = 0,28 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,34 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,34 \cdot 10^{-7}$ ;  $0,38 \cdot 10^{-7} \frac{\text{сек}^2}{\text{м}^3}$  соответственно для каменного угля, известняка, мрамора и марганцевой руды).

На рисунке представлены экспериментальные кривые.

Рис. 1. Кривые зависимости интенсивности гидроабразивного износа: 1—от скорости твердых частиц ( $\alpha=12^\circ$ ;  $d=1$  мм;  $S=0,15$ ;  $\gamma_T=2,65 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ ); 2—от угла натекания частиц на поверхность ( $V_T=6,5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ ;  $d=1$  мм;  $S=0,15$ ;  $\gamma_T=2,65 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ ); 3—от диаметра твердых частиц ( $V_T=6,5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ ;  $S=0,03$ ;  $\gamma_T=2,65 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ ,  $\alpha=12^\circ$ ); 4—от удельного веса абразива ( $V_T=6,5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ ;  $d=5$  мм;  $S=0,30$ ;  $\alpha=12^\circ$ ); 5—от консистенции гидросмеси ( $V_T=6,5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ ;  $d=1$  мм;  $\gamma_T=2,65 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ ;  $\alpha=12^\circ$ )



Расхождения между экспериментальными и аналитическими данными составляют соответственно  $K_{V_T} = 5,34\%$ ;  $K_\alpha = 5,6\%$ ;  $K_d = 2,0\%$ ;  $K_{\gamma_T} = 12,0\%$ ;  $K_S = 0,52\%$ , что вполне приемлемо для практических расчетов интенсивности износа оборудования, работающего в гидроабразивной среде.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт горной механики



თ. გოჩიტაშვილი, ლ. მახარაძე

### ჰიდროაბრაზიული ცვეთის ანალიზის საკითხები

რეზიუმე

მოცემულია აბრაზიული ჰიდრონარევის ტრანსპორტირებისათვის გამოყენებული დანადგარების ცვეთის თეორიული ანალიზი. გამოყვანილია ზედაპირის ჰიდროაბრაზიული ცვეთის საანგარიშო ფორმულა, როცა მასზე დაედინება ჰიდრონარევის ნაკადი.

მოყვანილია ექსპერიმენტული მრუდები, რომლებიც ამტკიცებენ თეორიული ანალიზის სამართლიანობას.

### EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

T. Sh. GOCHITASHVILI, L. I. MAKHARADZE

### PROBLEMS OF ANALYSIS OF HYDROABRASION WEAR

Summary

A theoretical analysis of the wear of the equipment for transportation of abrasive hydromixtures is given. A calculation formula of hydroabrasion surface wear due to the hydromixture current flow has been deduced. Experimental curves validating the theoretical analysis are adduced.

Р. Б. МУСЕРИДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭМУЛЬСИИ ПРИ ПРОШИВКЕ ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 28.1.1974)

Основная деформация металла при прошивке сплошной заготовки в гильзу происходит на оправке. Оправка работает в тяжелых условиях из-за длительного нахождения в соприкосновении с горячим металлом [1, 2].

Для получения качественных труб требуется равномерный износ оправок, так как местный интенсивный износ вызывает появление дефектов на внутренней поверхности гильзы. В этом отношении изучение давления металла на оправку (осевого усилия), характера износа оправок и качества получаемых труб в зависимости от способа охлаждения имеет определенный теоретический и практический интерес.

Для установления эффекта эмульсии на процесс прошивки, вместо охлаждающей воды на оправку подавалась смазочно-охлаждающая жидкость с концентрацией 3,5% эмульсола и 4% кубового остатка дистилляции высших жирных спиртов (ВЖС) в воде.

Для подачи смазочно-охлаждающей жидкости была изготовлена специальная установка с резервуаром емкостью 10 м<sup>3</sup>. Схема подачи приготовленной эмульсии показана на рис. 1.

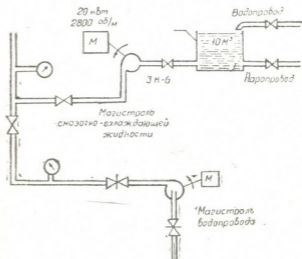


Рис. 1. Схема подачи эмульсии на рабочую поверхность оправки

Опыты проводились на прошивном стане трубопрокатного агрегата 140 при прокатке насосно-компрессорных труб размерами 73×5,5 мм из материала ст. 45. Прошивка производилась на пустотелых (несъемных) оправках, изготовленных из стали 12ХНЗА3. По принятой технологии оправка охлаждалась водой как с внутренней, так и с наружной стороны. Давление подаваемой воды и эмульсии во время прошивки составляло 6 ат.

Сравнительный анализ результатов эксперимента показывает, что с уменьшением давления подаваемой воды на оправку в очаге дефор-

машины во время прошивки от 6 ат до 3 ат осевое усилие уменьшается почти до 40%. Причиной этого может быть ускорение окислительного процесса поверхности оправок и увеличение коэффициента трения за счет увеличения давления охлаждаемой воды. При идентичных условиях подачи охлаждающей воды и эмульсии осевое усилие на оправке с наличием технологической смазки уменьшается до 25%. Это явление хорошо видно на осциллограмме (рис. 2).

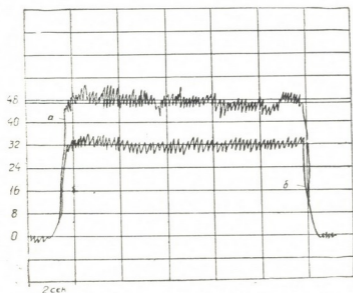


Рис. 2. Осциллограмма осевого усилия на оправку: а—при водяном охлаждении, б—при эмульсионном охлаждении

Охлаждение оправок технологической смазкой не сказывается на стойкости носика оправки. В это же время чистота и стойкость конической части оправки увеличиваются на 50%-100% (рис. 3), а брак по внутренним пленам уменьшается на 10÷15%.

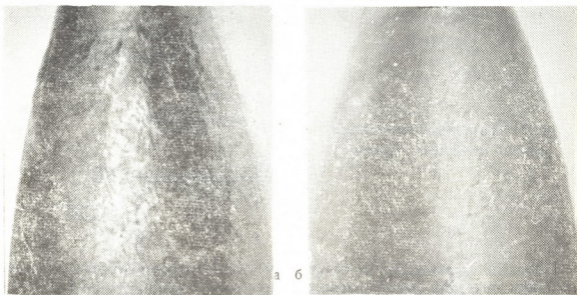


Рис. 3. Внешний вид поверхности оправок: а—при водяном охлаждении, б—при эмульсионном охлаждении

В целом стойкость оправок при подаче смазочно-охлаждающей жидкости остается на том уровне, что и при подаче охлаждающей воды, из-за ненадлежащего охлаждения носика оправки и ее постепенного пластического смятия.

В дальнейшем усовершенствование конструкции несменяемых пушталых оправок, упрочнение материала носика оправки и внедрение способа охлаждения оправок смазочно-охлаждающими жидкостями соответствующего состава могут дать ощутимые эффекты для народного хозяйства.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 31.1.1974)

მეტალურგია

რ. მუსერიძე

ემულსიის მოქმედების გავლენა განღრუბრის პროცესზე

რეზიუმე

პირველად შესწავლილი ემულსიის ეფექტი განღრუბრის პროცესზე. დადგენილია, რომ გამაციებელი წყლის ნაცვლად ემულსიის გამოყენება საგრძნობლად ზრდის სამართლის ზედაპირის სისუფთავეს, ამცირებს დეფექტებს მზა მილის შიგა ზედაპირზე (10—15%-ით) და ღერძულ დატვირთვებს (25%-მდე).

METALLURGY

R. B. MUSERIDZE

## STUDY OF THE EFFECT OF A COOLANT ON THE PIERCING OF TUBE BILLETS

Summary

The effect of a coolant on the piercing of tube billets has been studied on the tube-rolling mill 140 for the first time. Application of a coolant instead of the cooling water to the mandrel decreases the axial force by 25% and the inner surface defects of the ready tubes by 10—15%, increasing the purity of the die insert surface to a considerable extent.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. А. Данилов, А. Э. Глейберг и В. Г. Балакин. Производство стальных труб горячей прокаткой. М., 1954.
2. Ф. А. Данилов, А. Э. Глейберг и В. Г. Балакин. Горячая прокатка и прессование труб. М., 1972.

К. Г. ПАПАВА, А. И. ТУТБЕРИДЗЕ, Л. Н. ОКЛЕИ

## КРИТЕРИЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КАЧЕСТВА ТРУБ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 24.1.1974)

Проведение научных экспериментов в условиях металлургических заводов связано с большими трудностями, обусловленными, с одной стороны, массовостью производства, а с другой — непрерывностью процесса.

Всякий процесс, в частности процесс производства труб, характеризуется некоторыми объективными параметрами. Для надежности оценки эксперимента необходима уверенность в том, что изменения показателей процесса, связанные с проведением эксперимента, не являются результатом случайных колебательных процессов производства, они принципиально существенны, т. е. коррективы технологии влекут за собой изменение показателей процесса.

Так как производство труб в трубопрокатном цехе — массовый процесс, оно характеризуется большим числом случайных явлений, вызывающих возмущающее воздействие на протекание процесса (отклонение от графика выдачи металла из кольцевых печей, простоя стана, температуры прокатки и т. д.).

Анализ условий металлургического, в частности трубопрокатного производства показывает, что при проведении научного эксперимента и обработке полученных результатов могут быть применены методы математической статистики, в рамках которой возможно решать главную задачу, делать надежные выводы об объективных свойствах явления, т. е. полной совокупности, выраженной частичными совокупностями, полученными при наблюдениях [1, 2].

При обработке статистического материала последних трех лет по качеству готовых труб на Руставском металлургическом заводе выяснилось, что выход труб I сорта во времени (за смену, сутки, месяц, год и т. д.) подвержен заметному неконтролируемому разбросу, обусловленному влиянием множества не поддающихся строгому учету и контролю причин.

В силу этих неконтролируемых колебаний проведение экспериментов, связанных с повышением качества труб затрудняется с точки зрения подбора частичной совокупности, которая могла бы служить надежной пробой для объективных описаний параметров процесса.

Для разработки методики подбора частичных совокупностей будем придерживаться следующей рабочей схемы. Условно назовем «выпадом» работу смены с выходом труб I сорта ниже номинала. Введем обозначения: (—1) — в течение суток «выпали» все три смены; (0) — в течение суток «выпали» две смены; (1) — в течение суток «выпала» одна смена; (2) — в течение двух суток «выпала» одна смена; (3) — в течение трех суток «выпала» одна смена; (4) — в течение

четырёх суток «выпала» одна смена. Ясно, что числа  $(-1)$ ,  $(0)$ ,  $(1)$ ,  $(2)$  ... являются случайными величинами.

График распределения этих случайных величин, по данным трехгодового статистического материала по трубопрокатному цеху Руставского метзавода, представлена на рис. 1.



Рис. 1

На ординате графика отложены случаи появления события «выпад», на абсциссе — значения «выпадов».

Анализ приведенного графика показывает, что вероятность появления случайной величины  $(-1)$  практически равна нулю:  $P_{-1}=0$ ;  $P_0=0,175$ ;  $P_1=0,4$ ;  $P_2=0,2$ ;  $P_3=0,12$ ;  $P_4=0,05$ ; и т. д. Таким образом, вероятность «выпада» всех трех смен в сутки равна нулю; двух смен в сутки — около 0,2, только одной смены в сутки — 0,4; только одной смены за двое суток — 0,2, только одной смены за трое суток — 0,12 и т. д.

Если попытаться прогнозировать вероятность надежности эксперимента, получается следующая картина: проводя эксперимент в течение одной смены, т. е. ограничиваясь односменной выборкой и получая улучшенное качество труб, по сравнению с номиналом, говорить об успешных результатах эксперимента не приходится, так как с вероятностью  $1-P_1=0,6$  не только в одной смене, но даже в течение суток не произойдет «выпада», т. е. выхода труб I сорта ниже номинала независимо от вмешательства экспериментатора.

Из графика видно, что основная масса появлений события «выпад» сосредоточена под кривой на отрезке от  $(-1)$  до  $(2)$ .

Так как случайные события «выпадов» смены являются несовместными событиями, можно написать

$$P_{\text{экс}} = P_{-1} + P_0 + P_1 + P_2 = 0,8.$$

Таким образом, в течение двух суток с вероятностью  $F_{\text{экс}}=0,8$  произойдет хотя бы один «выпад».

Это позволяет заключить, что проводя эксперимент по улучшению качества труб в трубопрокатном цехе Руставского метзавода в течение двух суток, а затем повторяя его через некоторый промежуток времени и получая положительные результаты можно утверждать с надежностью, вероятность которой  $P_{\text{экс}}=0,8$ , что происшедшие изменения су-



ществены и они оказали принципиальное воздействие на общий процесс производства.

Вообще же, для надежности оценки результатов экспериментов, проведенных с целью улучшения качества проката в конкретных заводских условиях, необходимо проанализировать статистический материал, тем самым установить характерный для конкретных условий разброс показателей качества, систематизировать эти случайные величины и составить график их распределения, исходя из этих данных найти возможно большую вероятность надежности прогнозирования эксперимента.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 25.1.1974)

მეტალურგია

ა. პაპავა, ა. თუთბერიძე, ლ. ოკლეი

ექსპერიმენტის სანიმედობის კრიტერიუმში მიღების  
 ხარისხის გამოკვლევისას

რეზიუმე

შემუშავებულია ნაგონის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით ქარხანაში ექსპერიმენტის ჩატარების განზოგადოებული მეთოდიკა, რომელიც ხასიათდება მაღალი სანიმედობის კრიტერიუმით. კერძოდ, განხილულია ექსპერიმენტი რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის პირობებში. დადგენილია, რომ ექსპერიმენტის შედეგები საკმაოდ სანიმედოა (ალბათობით  $P_{\text{ექსპ}}=0,8$ ), თუ იგი ჩატარდება ორი დღე-ღამის განმავლობაში უწყვეტად და განმეორდება დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ.

METALLURGY

K. G. PAPAUA, A. I. TUTBERIDZE, L. N. OKLEI

THE EXPERIMENT RELIABILITY CRITERION IN TUBE  
 QUALITY INVESTIGATION

Summary

A generalized procedure of experimentation aimed at improving the quality of rolled products under conditions of metallurgical works has been elaborated. It has been established that results of experiments under conditions of the Rustavi Metallurgical Works will be fairly reliable (with reliability  $P_{\text{exp}}=0.8$ ) if they are carried out continuously for two days, and then repeated within some time interval.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Кнотек, Р. Воита, Ц. Шефц. Анализ металлургических процессов методами математической статистики. М., 1968.
2. Ю. Адлер. Введение в планирование эксперимента. М., 1969.

კ. ა. მელიქიშვილი, რ. ა. მიკაძე, შ. ვ. სარიშვილი

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СКАЛА ОСНОВНОГО РЕГУЛЯТОРА ТКАЦКОГО СТАНКА СТБ С УЧЕТОМ ДЕМПФИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 4.2.1974)

При рассмотрении процесса перемещения скала предполагаем, что оно свое колебательное движение совершает в различных основных фазах — при зевообразовании, прибое и действии основного регулятора. При этом амплитуды колебаний в этих фазах по величине различны. Поскольку процесс колебания является непрерывным, было бы нереальным рассмотреть колебания скала для одной конкретной фазы, не увязав ее с другими фазами. Таким образом, для определения максимальной величины амплитуды колебания скала необходимо рассмотреть уравнения движения для всех указанных фаз, увязав их соответствующими граничными условиями.

Принятое предположение подтверждается экспериментами. Приведенная на рис. 1 осциллограмма показывает характер непрерывного изменения начального (статического) натяжения нитей основы.

Для составления уравнения движения скала расчетная динамическая схема с учетом [1, 2] представлена на рис. 2. Масса  $M$  скала поддерживается натянутыми нитями основы. В системе предусмотрено

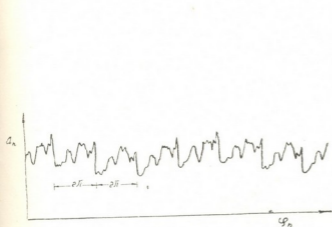


Рис. 1

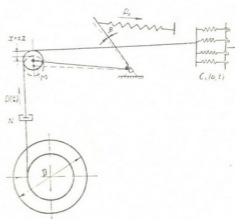


Рис. 2

демпфирование в виде внутреннего сопротивления нитей, зависящее от величины амплитуды колебания скала. Предусмотрено также периодическое изменение суммарной жесткости  $C_i(a, t)$  при разных значениях величины натяжения. Перемещение массы скала вверх или вниз происходит в результате изменения жесткости нитей основы и диаметра навоя  $D$ .



Согласно расчетной схеме, дифференциальное уравнение движения скала с учетом демпфирования в нитях имеет вид

$$M\ddot{x} + L(a)\dot{x} + C_i(a, t)x = P_n(t), \quad (1)$$

где  $P_n(t)$  — начальное натяжение нитей в системе.

Уравнение (1) эквивалентно линейному уравнению, в котором жесткость и демпфирование системы, согласно методу Крылова — Боголюбова [3], можно выразить следующим образом:

$$C_i(a, t) = C + \frac{\nu}{\pi a \omega} \int_0^{2\pi} \Phi(a_n, \cos \Theta_n) \cos \Theta_n d\Theta_n, \quad (2)$$

$$L(a) = \frac{\nu}{\pi a \omega} \int_0^{2\pi} \Phi(a_n, \cos \Theta_n) \sin \Theta_n d\Theta_n, \quad (3)$$

где  $\omega = \sqrt{\frac{C}{M}}$  — собственная частота системы;  $\nu$  — малый параметр, характеризующий нелинейность системы;  $C$  — статическая жесткость системы;  $\Phi(a_n, \cos \Theta_n)$  определяется из петли гистерезиса, площадью которой характеризуется рассеяние энергии за один цикл колебания;  $a_n$  — амплитуда колебания;  $\Theta_n$  — полная фаза колебания.

Приняв во внимание, что максимальное влияние на амплитуду колебания скало оказывает фазы зевобразования и прибоя, уравнение (1) представим в виде

$$M\ddot{x} + L(a)\dot{x} + C_{e01}(a, t)x = P(t), \quad (4)$$

$$M\ddot{x} + L(a)\dot{x} + C_{e02}(a, t)x = P(t).$$

Допуская [1], что натяжение  $P(t)$  от зевобразования и прибоя изменяется в виде разложения тригонометрического полинома

$$P = P_0 + P_{11} \sin(p\tau + \varphi_1) + P_{12} \sin(2p\tau + \varphi_2) + \dots + P_n \sin(np\tau + \varphi_n), \quad (5)$$

где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — начальные фазы гармоник;  $p = \frac{2n}{T}$  — круговая частота;  $T$  — период изменения начального натяжения основы, введем обозначения:

$$\chi = \frac{x}{\lambda_e(a)}, \quad 2\mu = \frac{L(a)}{M}, \quad \omega_{e01} = \frac{C_{e01}(a, t)}{M}, \quad \omega_{e02} = \frac{C_{e02}(a, t)}{M},$$

где  $\lambda_e(a) = P_0 : C_i(a, t)$  — упругая деформация нитей;  $P_0$  — начальное натяжение;  $C_{e01}(a, t)$  и  $C_{e02}(a, t)$  — жесткости соответственно в фазах зевобразования и прибоя, рассчитываемые по формуле (2).

Исходя из принятых обозначений, систему (4) представляем в виде

$$\ddot{\chi} + 2\mu\dot{\chi} + \omega_{e01}^2(a)\chi = \omega_{e01}^2(a) + \omega_{e11}^2 \sin(p\tau_{01} + \varphi_1),$$

$$\ddot{\chi} + 2\mu\dot{\chi} + \omega_{e02}^2(a)\chi = \omega_{e02}^2(a) + \omega_{e11}^2 \sin(p\tau_{02} + \varphi_1). \quad (6)$$

Решениями этих уравнений являются

$$\begin{aligned} \chi_{01} &= \exp\{-\mu_{01}\tau_{01}\} (A_{11} \cos \omega_{e01}(a)\tau_{01} + B_{11} \sin \omega_{e01}(a)\tau_{01}) + 1 + \\ &\quad + \frac{\omega_{e11}^2(a)}{\omega_{e01}^2(a)} \sin(p\tau_{01} + \varphi_1), \\ \chi_{02} &= \exp\{-\mu_{02}\tau_{02}\} (A_{22} \cos \omega_{e02}(a)\tau_{02} + B_{22} \sin \omega_{e02}(a)\tau_{02}) + 1 + \\ &\quad + \frac{\omega_{e11}^2(a)}{\omega_{e02}^2(a)} \sin(p\tau_{02} + \varphi_1), \end{aligned} \quad (7)$$

где  $A_{11}$ ,  $B_{11}$ ,  $A_{22}$ ,  $B_{22}$  — постоянные, определяемые из граничных условий:

Согласовав [4] граничные условия на стыках перехода системы из одной фазы в другую, находим

$$\begin{aligned} \chi_{01}(t_{01}) &= \chi_{02}(0), \quad \dot{\chi}_{01}(t_{01}) = \dot{\chi}_{02}(0), \quad \chi_{02}(t_{02}) = \chi_{01}(0), \\ \dot{\chi}_{02}(t_{02}) &= \dot{\chi}_{01}(0). \end{aligned} \quad (8)$$

Из системы (8) исключаем четыре постоянные  $A_{11}$ ,  $B_{11}$ ,  $A_{22}$ ,  $B_{22}$ . Подставляя эти постоянные в выражения (7), получаем величину фазовых амплитуд колебания скала.

Учитывая, что максимального значения натяжение достигает во второй фазе (в момент прибой), после подстановки постоянных  $A_{22}$  и  $B_{22}$  в выражение (7) и некоторых допущений и преобразований получаем

$$\begin{aligned} \chi_{02} &= \frac{\sin \varphi_{02}}{\exp\{-3\mu_{02}t_{02}\} - 2\exp\{-\mu_{02}t_{02}\} \cos \varphi_{01} \cdot \cos \varphi_{02} + \frac{1}{\exp\{-\mu_{02}t_{02}\}}} \times \\ &\times \left\{ \Theta_1^0 \left[ \frac{\omega_{e11}^2(a) \cdot p}{\omega_{e01}^2(a)} \cdot \cos(pt_{01} + \varphi_1) - \frac{\omega_{e11}^2(a) \cdot p}{\omega_{e02}^2(a)} \cdot \cos(pt_{02} + \varphi_1) + \right. \right. \\ &\left. \left. + \Theta_2^0 \left[ \frac{\omega_{e11}^2(a) \cdot p}{\omega_{e02}^2(a)} \cdot \cos(pt_{02} + \varphi_1) - \frac{\omega_{e11}^2(a) \cdot p}{\omega_{e01}^2(a)} \cdot \cos(pt_{01} + \varphi_1) \right] \right\}, \quad (9) \end{aligned}$$

где

$$\Theta_1^0 = \exp\{-\mu_{01}t_{01}\} \cos \varphi_{01} - \exp\{-3\mu_{02}t_{02}\} \cos \varphi_{01} \cos \varphi_{02};$$

$$\Theta_2^0 = \exp\{-2\mu_{02}t_{02}\} \cos \varphi_{01} \cdot \cos \varphi_{02} - 1; \quad \varphi_{01} = \omega_{e01}t_{01}; \quad \varphi_{02} = \omega_{e02}t_{02}.$$

По формуле (9) можно рассчитать максимальную величину натяжения нитей основы ткацкого станка типа СТБ.

Анализ полученной зависимости (9) позволяет сделать следующие выводы:

1. Величина амплитуды колебания скала зависит от его состояния в предыдущих фазах.

2. Амплитуда колебания скала и соответственно натяжение нитей основы изменяются в зависимости от соотношения фазовых частот к собственной частоте основы.

3. Для определения реальной величины динамического натяжения основы от колебания скала необходимо учесть демпфирование и периодическое изменение жесткости в системе.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 4.2.1974)

მანქანათმშენობლა

ი. მელიქიშვილი, რ. მიკაძე, შ. სარიშვილი

CTB ტიპის საქსოვი დაზგის ძირითადი რეგულატორის  
 სკალას რხევის კვლევა სისტემაში დემპფირების  
 გათვალისწინებით

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია CTB ტიპის საქსოვ დაზგაში სკალას რხევა ქსოვის პროცესში არსებულ ფაზებში, სადაც ძაფები მაქსიმალურ დაჭიმულობას აღწევს. მიღებულია რხევის მაქსიმალური ამპლიტუდის საანგარიშო ფორმულა ფაზური არაწრფივი დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემიდან, სათანადო სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Yu. A. MELIKISHVILI, R. A. MIKADZE, Sh. V. SARISHVILI

INVESTIGATION OF SKALA OSCILLATIONS OF THE BASIC  
 REGULATOR OF THE CTB WEAVING MACHINE WITH  
 ACCOUNT OF THE DAMPING IN THE SYSTEM

Summary

The skala oscillations in the CTB-type weaving machines in the phases of weaving are examined, with the threads of the warp reaching maximum tension.

The maximum amplitudes of the oscillations are obtained, from a system of nonlinear phase differential equations with account of boundary-value conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Гордеев, П. В. Волков. Ткачество. М., 1958.
2. М. В. Святенко. Изв. вузов, № 4, техн. текст. промышлен., 1965.
3. Н. М. Крылов, Н. Н. Боголюбов. Введение в нелинейную механику. Киев, 1937.
4. И. И. Вульфсон, М. З. Коловский. Нелинейные задачи динамики машин. Л., 1968.

Д. Г. ЦХВИРАШВИЛИ

## О ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ОТНОШЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ПАРА И ВОДЫ

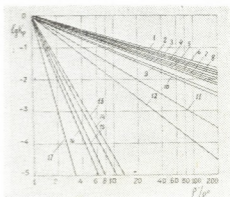
(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 11.1.1974)

Все экспериментальные данные по распределению нелетучих неорганических веществ между водой и ее сухим насыщенным паром, которые в систематизированном и дополненном нами виде приведены на рис. 1, подчиняются предложенной академиком М. А. Стыриковым зависимости

$$K_p = \frac{C''}{C'} = \left( \frac{\rho''}{\rho'} \right)^n, \quad (1)$$

где  $K_p$ —коэффициент распределения;  $C''$  и  $C'$ —концентрации вещества в сухом насыщенном паре и кипящей воде;  $\rho''$  и  $\rho'$ —плотности сухого насыщенного пара и кипящей воды;  $n$ —постоянная.

Рис. 1. Зависимость коэффициентов распределения от отношения плотностей кипящей воды и ее сухого насыщенного пара для: 1— $Zn(OH)_2$  ( $n=1,75$ ) [1]; 2— $Al(OH)_3$  (1,35) [2]; 3— $Fe(OH)_2$  и  $Fe(OH)_3$  (1,32) [3—6]; 4— $Cr(OH)_3$  (1,22) [7]; 5— $Cu(OH)_2$  (1,19) [8]; 6— $Co(OH)_2$  и  $Co(OH)_3$  (1,17) [9]; 7— $H_2B_4O_7$  (1,11) [10]; 8— $Zr(OH)_4$  (1,10) по настоящей работе; 9— $Mn(OH)_3$  (1,02) [11]; 10— $Ni(OH)_2$  (1,00) [1,12]; 11— $JOH$  (0,67) [13]; 12— $Si(OH)_4$  (0,53) [14]; 13— $LiCl$  (0,24) по настоящей работе; 14— $NaCl$  (0,23) [14,15]; 15— $CaCl_2$  (0,18) [14]; 16— $KOH$  (0,17) по настоящей работе; 17— $Na_2SO_4$  и  $CaSO_4$  ( $n=0,12$ ) [14]



Строгое теоретическое доказательство справедливости этой зависимости, несмотря на ее большое практическое и теоретическое значение, насколько нам известно, в литературе не приводилось.

Ниже сделана попытка дать такое обоснование.

Закон распределения в своей классической форме рассматривает распределение веществ между двумя слоями взаимно нерастворимых растворителей и, следовательно, трехкомпонентную двухфазную систему. В нашем случае имеем двухкомпонентную двухфазную систему, которая должна иметь две степени свободы, что возможно только при кипении растворителя, так как температуре кипения ( $T_s$ ) соответ-



ствует вполне определенное давление. Для описания термодинамического равновесия этой системы следует исходить не только из условия равновесия распределяющего вещества

$$a_i'' n_i'' \cdot a_i'^{-n_i'} = K_i (T_s), \quad (2)$$

но и из условия равновесия самого растворителя между паровой и жидкой фазами:

$$a_j'' \cdot a_j'^{-1} = K_j (T_s). \quad (3)$$

В (2) и (3)  $a_i''$ ,  $a_i'$  и  $a_j''$ ,  $a_j'$ —активность компонента и растворителя в паровой и жидкой фазах;  $n_i''$  и  $n_i'$ —число молей компонента в паровой и жидкой фазах;  $K_i$  и  $K_j$ —константы.

Из этих фундаментальных в теории термодинамического равновесия соотношений следует, что

$$\frac{a_i'' n_i''}{a_i' n_i'} = \frac{K_i}{K_j} \cdot \frac{a_j''}{a_j'} = K \frac{a_j''}{a_j'} (T_s). \quad (4)$$

Для разбавленных и идеальных растворов, когда молярность растворителя равна плотности и молекулы растворенного компонента во время распределения не меняются ( $n_i'' = n_i' = n$ ), формула (4) переписывается так:

$$\left( \frac{C''}{C'} \right)^n = K \frac{\rho''}{\rho'} (T_s), \quad (5)$$

где  $C''$  и  $C'$ —молярности вещества в сухом насыщенном паре и кипящей воде;  $K$ —постоянная.

Для характеристики влияния отношения плотностей фаз растворителя на распределение и для сравнения коэффициентов распределения различных веществ в качестве стандартного состояния следует выбрать критическую точку растворителя. Поскольку при этом  $K=1$ , то (5) примет вид

$$\frac{C''}{C'} = \left( \frac{\rho''}{\rho'} \right)^{1/n} (T_s). \quad (6)$$

Отношение концентраций любого компонента в паровой и жидкой фазах любого кипящего растворителя является функцией только отношения плотностей фаз этого растворителя в положительной степени. Следовательно, основные закономерности распределения веществ между водой и ее сухим насыщенным паром могут быть распространены на любые жидкости.

При неодинаковом изменении числа молей компонента в фазах растворителя отношение концентраций становится функцией не только отношения плотностей фаз, но и концентраций растворенного в фазах растворителя вещества. В таком случае в соответствии с (4) надо полагать, что между жидкой и паровой фазами будет распределяться только молекулярная форма вещества. Неодинаковая диссоциация или

ассоциация вещества в одной из фаз растворителя учитывается либо заменой концентраций активностями, либо описанием распределения уравнением, в котором  $n_i'' \neq n_i'$ . Тогда справедлива зависимость

$$n_i'' m_i'' + n_i' m_i' = 0, \quad (7)$$

где  $m_i''$  и  $m_i'$ —молекулярная масса  $i$  вещества в паровой и жидкой фазах растворителя.

Исходя из (7) для общего закона распределения можно написать

$$n_i'' \left( \lg C_i'' + \frac{m_i''}{m_i'} \lg C_i' \right) = \lg \frac{\rho''}{\rho'}. \quad (8)$$

Грузинский институт энергетики  
и гидротехнических сооружений

(Поступило 24.1.1974)

ენერგეტიკა

დ. ცხვირაშვილი

არააპროვადი ნივთიერებების განაწილების კოეფიციენტების  
წყლისა და ორთქლის სიმკვრივეთა უარდობაზე  
დამოკიდებულების შესახებ

რეზიუმე

წყალსა და მის ორთქლს შორის ნივთიერებების განაწილების ექსპერი-  
მენტული მონაცემები აკმაყოფილებენ აკადემიკოს მ. სტირიკოვიჩის განაწი-  
ლების კოეფიციენტის დამოკიდებულებას ორთქლისა და წყლის სიმკვრივეთა  
ფარდობისაგან.

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ეს დამოკიდებულება გამომდინარეობს თერ-  
მოდინამიკური წონასწორობის ფუნდამენტური ფორმულებიდან, თუ მხედ-  
ველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ წონასწორობა მყარდება მშრალ ნა-  
ჯერ ორთქლსა და მდუღარე წყალს შორისაც.

POWER ENGINEERING

D. G. TSXHVIRASHVILI

ON THE DEPENDENCE OF THE DISTRIBUTION COEFFICIENT  
OF NON-VOLATILE SUBSTANCES ON THE DENSITY RATIO  
OF STEAM AND WATER

Summary

A theoretical analysis of the distribution of non-volatile substances  
between water and its dry saturated steam is presented.

It is assumed that thermodynamic balance is obtained not only be-  
tween substances dissolved in steam and water but between water and  
its steam as well. Proceeding from this, and on the basis of the

equation of thermodynamic balance, the dependence (6)  $\frac{C''}{C'} = \left( \frac{\rho''}{\rho'} \right)^{1/n}$



is obtained for the ideal system where  $C''$  and  $C'$  are the molarities of the substance in dry saturated steam and boiling water;  $\rho''$  and  $\rho'$  are the densities of dry saturated steam and boiling water;  $n$  the number of moles of the distributed substance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. И. Мартынова, Ю. Ф. Самойлов, Т. И. Петрова. Доклады научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ МЭИ за 1968—1969 гг. Секция теплоэнергетическая. М., 1969.
2. М. А. Стырикович, О. И. Мартынова, К. Я. Катковская, И. Я. Дубровский, Э. И. Мингулина. Атомная энергия, т. 15, вып. 2, 1963.
3. О. И. Мартынова, А. М. Грязев, Ю. Ф. Самойлов. Сб. «Водоподготовка и внутрикотловые процессы», вып. 3. М., 1963.
4. Д. Г. Цхвирашвили, Л. Е. Васадзе, С. Цух. Атомная энергия, т. 15, вып. 2, 1966.
5. Д. Г. Цхвирашвили, Л. Е. Васадзе, В. Д. Гоциридзе. Сб. «Вопросы конвективного теплообмена и чистоты водяного пара». Тбилиси, 1970.
6. Д. Г. Цхвирашвили, Л. Е. Васадзе, Н. М. Чихладзе, Т. Т. Антидзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 3, 1970.
7. Д. Г. Цхвирашвили, Н. М. Чихладзе, З. Д. Беришвили, Л. Е. Васадзе. Сообщения АН ГССР, т. 66, № 3, 1972.
8. Д. Г. Цхвирашвили, Л. Е. Васадзе. Сообщения АН ГССР, XLII, 3, 1966.
9. М. А. Стырикович, О. И. Мартынова. Атомная энергия, т. 15, вып. 3, 1963.
10. М. А. Стырикович, Д. Г. Цхвирашвили, Д. П. Небнеридзе. ДАН СССР, т. 134, № 3, 1960.
11. К. Я. Катковская, И. Я. Дубровский, Л. И. Баталина. Доклады научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ МЭИ за 1968—1969 гг. Секция теплоэнергетическая. М., 1969.
12. Д. Г. Цхвирашвили, Л. Е. Васадзе. Сообщения АН ГССР, т. 56, № 3, 1969.
13. М. А. Стырикович, О. И. Мартынова, К. Я. Катковская, И. Я. Дубровский, И. И. Смирнова. Атомная энергия, т. 17, вып. 1, 1964.
14. М. А. Стырикович, И. Х. Хайбуллин, Д. Г. Цхвирашвили. ДАН СССР, т. 100, № 6, 1955.
15. М. А. Стырикович. Генерация пара сверхвысоких параметров. М. 1950.



ТЕПЛОТЕХНИКА

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. В. КАШАКАШВИЛИ,  
 О. Н. КВИРИКАШВИЛИ, В. Т. СЛАДКОШТЕЕВ, О. Н. СУЛАДЗЕ,  
 Р. В. ПОТАНИН

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ  
 РАДИАЛЬНОГО НЕПРЕРЫВНОГО СЛИТКА

Большинство литературных данных, полученных по теплоотдаче и затвердеванию стали в зоне вторичного охлаждения, относится к УНРС вертикального типа. То незначительное число работ, касающихся УНРС радиального типа, в которых освещен вопрос о количестве охлаждающей воды на малом и большом радиусах, носят противоречивый характер. Одна группа исследователей [1] считает, что расход воды на малом и большом радиусах должен быть одинаковым, согласно другой группе [2—3], расход воды на большом радиусе должен быть на 5—15, 15—20% больше, потому что часть воды, подаваемой на широкую грань малого радиуса, стекает по вогнутой поверхности слитка и оказывает дополнительное охлаждающее действие на малый радиус.

Большое влияние на процесс теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения оказывает режим вторичного охлаждения — распределение интенсивности охлаждения по длине и периметру слитка.

Постоянная по длине слитка интенсивность охлаждения не является наилучшим решением задачи. Возникает вопрос, как изменить эту интенсивность по длине и периметру слитка.

В связи с этим в настоящей работе исследованы основные закономерности процесса теплоотдачи и затвердевания в зоне вторичного охлаждения радиального слитка.

Коэффициент теплоотдачи определялся расчетным путем по среднему тепловому потоку  $q$  и температуре поверхности заготовки  $T_1$ . Температурой охлаждающей воды можно пренебречь, так как она очень мала по сравнению с  $T_1$ :

$$a = \frac{q}{T_1} \cdot \quad (1)$$

Тепловой поток равен

$$q = \frac{d\xi}{d\tau} \rho q^*, \quad (2)$$

где  $\frac{d\xi}{d\tau}$  — скорость нарастания корки, м/мин;  $\rho$  — удельный вес, кг/м<sup>3</sup>;  $q^*$  — удельная теплота кристаллизации, ккал/кг.

В то же время

$$q = \frac{\lambda}{\xi} \Delta t, \quad (3)$$

где  $\lambda$ —коэффициент теплопроводности, ккал/м·час·град;  $\Delta t$ —перепад температур плавления и поверхности слитка, °С;  $\xi$ —толщина корки, м, которая нарастает во времени, час, по закону

$$\xi = k \sqrt{\tau}, \quad (4)$$

( $k$ —коэффициент пропорциональности).

Из уравнений (2), (3), следует, что

$$\frac{d\xi}{d\tau} \rho q^* = \frac{\lambda}{\xi} \Delta t,$$

откуда

$$\frac{k}{2\sqrt{\tau}} \rho q^* = \frac{\lambda}{k\sqrt{\tau}}, \quad k = \sqrt{\frac{2\lambda\Delta t}{\rho q^*}}. \quad (5)$$

Тепловой поток  $q$  в зоне вторичного охлаждения согласно уравнению (2) составляет

$$q = \frac{d\xi}{d\tau} \rho q^* = \frac{k}{2\sqrt{\tau}} \rho q^*.$$

Средний коэффициент теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения согласно формуле (1) равен

$$a = \frac{63}{\sqrt{\tau}} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}. \quad (6)$$

Фактический коэффициент теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения определяется удельным расходом воды на единицу поверхности слитка за единицу времени ( $Q_b/F$ ), м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> час.

Как показали результаты теплового моделирования зоны вторичного охлаждения УНРС радиального типа, зависимость между этими параметрами имеет вид

для меньшего радиуса

$$a_r = 63,43 + 43,32 (Q_b/F), \quad (7)$$

для большего радиуса

$$a_R = 23,54 + 46,47 (Q_b/F), \quad (8)$$

где  $a_r$ ,  $a_R$ —коэффициенты теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения соответственно для меньшего и большего радиуса, ккал/м<sup>2</sup>·час·град.

Приняв для меньшего радиуса

$$\frac{63}{\sqrt{\tau}} = 63,43 + 43,32 (Q_b/F),$$

а для большего радиуса

$$\frac{63}{\sqrt{\tau}} = 23,54 + 46,47 (Q_b/F),$$

получим формулы для расчета удельного расхода воды в зоне вторичного охлаждения радиальной УНРС:

для меньшего радиуса

$$\left(\frac{Q_b}{F}\right)_r = \frac{1,45}{\sqrt{\tau}} - 1,46 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}, \quad (9)$$

для большего радиуса

$$\left(\frac{Q_b}{F}\right)_R = \frac{1,35}{V\tau} - 0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}. \quad (10)$$

Таким образом, при изменении удельного расхода воды по высоте слитка как на меньшем радиусе, так и на большем при малых значениях  $\tau$  величина  $(Q_b/F)$  стремится к бесконечности, поэтому в начальный момент ее следует принимать на столько большой, на сколько позволяет конструкция системы вторичного охлаждения, а далее уменьшать ее до конца затвердевания (рис. 1).

На основании проведенных исследований на действующей установке непрерывной разливки стали радиального типа Руставского металлургического завода был найден оптимальный режим вторичного охлаждения радиального сляба, при котором макроструктура слитка получается плотной, без осевых трещин и других дефектов. Для условий непрерывной разливки углеродистой стали в слябы сечением  $180 \times 900$  мм рекомендован удельный расход воды 1,1—

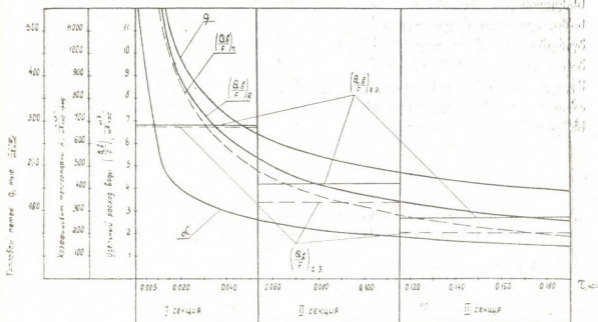


Рис. 1. Изменение теплового потока, коэффициента теплоотдачи и удельного расхода воды по сторонам меньшего и большего радиусов при оптимальном режиме вторичного охлаждения

1,25 л/кг стали, общий расход воды на меньшем радиусе на 15—20% меньше, чем на большем, распределение общего расхода воды по секциям 50, 30, 20%, а соотношение на широкие и узкие грани 5:1. Этот режим вторичного охлаждения сляба внедрен на радиальной УНРС Руставского металлургического завода.

Фактическое распределение воды в зоне вторичного охлаждения на меньшем  $(Q_b/F)_{r, \text{э}}$  и большем  $(Q_b/F)_{R, \text{э}}$  радиусах по секциям на УНРС по характеру соответствует расчетной кривой для меньшего  $(Q_b/F)_r$  и большего  $(Q_b/F)_R$  радиусов.

Таким образом, опыт эксплуатации УНРС Руставского металлургического завода подтверждает теоретические выводы, которые могут

быть использованы при расчете и проектировании конструкции систем вторичного охлаждения радиальных УНРС.

Руставский металлургический завод

(Поступило 7.3.1974)

თბოტექნიკა

წ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. კაშაკაშვილი, ო. კვირიკაშვილი, ვ. სლადკოშტეევი, ო. სულაძე, რ. პოტანი

უწყვეტად ჩამოსხმული რადიალური ზოდის მეორადი  
 გაცივების ოპტიმალური რეჟიმი

რეზიუმე

შესწავლილია ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალურ დანადგარზე სხმულის გამყარებისა და თბოგადაცემის პროცესები მეორადი გაცივების ზონაში, აგრეთვე რადიალური სხმულის მეორადი გაცივების რეჟიმების თავისებურებანი და მათი გავლენა სხმულების ხარისხზე. ეს გამოკვლევები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს რადიალური სლიაბის მეორადი გაცივების ოპტიმალური რეჟიმი, გამოითვალოს წყლის კუთრი ხარჯის, თბური ნაკადისა და თბოგადაცემის კოეფიციენტის ფორმულები მეორედი გაცივების სისტემაში სხმულის მთელ სიგრძეზე გარე და შიგა რადიუსებისათვის ცალ-ცალკე.

HEAT ENGINEERING

F. N. TAVADZE, G. V. KASHAKASHVILI, O. N. KVIRIKASHVILI,  
 V. T. SLADKOSHTEEV, O. N. SULADZE, R. V. POTANIN

OPTIMUM SECONDARY COOLING REGIME FOR CURVED  
 MOULD-TYPE MACHINE CAST INGOTS

Summary

Processes of heat transfer and solidification of curved mold-type machine cast ingots in the secondary cooling zone, as well as peculiarities of secondary cooling regimes and their influence on the cast metal quality have been examined. The investigations carried out have permitted to determine the optimum secondary cooling regime, to work out calculation methods and to discover the regularities of varying specific water consumption along the length of the ingot for the sides of larger and smaller radii.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Я. Бровман и др. Сталь, № 1, 1965.
2. В. Т. Сладкоштеев, В. М. Ахтырский и др. Качество стали при непрерывной разливке. М., 1963.
3. Н. М. Лапотышкин и А. В. Лейтес. Трещины в стальных слитках. М., 1969.

Л. Г. АБЕЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),

Т. А. МАГЛАКЕЛИДЗЕ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПО МОЩНОСТИ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПРИ НЕПАРНОМ ДВИЖЕНИИ

Уравнение пропускной способности однопутных перегонов при непарном непакетном графике имеет вид [1]

$$N'' = \frac{1440}{t'' + \beta_n(t' + \tau_A + \tau_B) + (1 - \beta_n)\tau_n}, \quad (1a)$$

при непарном частично пакетном графике —

$$N'' = \frac{1440}{\left[1 - \alpha_n'' \left(1 - \frac{1}{k''}\right)\right] (t' + t'' + \tau_A + \tau_B) + \alpha_n'' \left(1 - \frac{1}{k''}\right) (J' + J'') - (1 - \beta_n) J'}$$
, (1b)

где  $\beta_n = \frac{N'}{N''}$  — коэффициент непарности;  $N'$  — количество поездов в сутки в направлении с меньшими размерами движения;  $N''$  — то же в направлении с большими размерами движения;  $t'$  и  $t''$  — времена хода по перегону (мин);  $k'$  и  $k''$  — количества поездов в пакете;  $J'$  и  $J''$  — интервалы между поездами в пакетах (мин);  $\alpha_n'$  и  $\alpha_n''$  — коэффициенты пакетности соответствующих направлений;  $\tau_A$  и  $\tau_B$  — станционные интервалы (мин);  $\tau_n$  — интервал попутного следования поездов (мин).

Введем обозначения:  $T' = t' + \tau_A + \tau_B - \tau_n$  и  $T'' = t'' + \tau_n$ ; учитывая, что  $1 - \alpha_n' + \frac{\alpha_n''}{k''} = \left(1 - \alpha_n' + \frac{\alpha_n''}{k''}\right) \beta_n$ , уравнения (1a) и (1б) соответственно можно записать в виде

$$N' T' + N'' T'' = 1440, \quad (2a)$$

$$N' T' + N'' T'' = 1440 + (k'' - 1)(T' - J') + (k'' - 1)(T'' - J''); \quad (2б)$$

1. Допустим для упрощения, что периоды поездов  $T'$  и  $T''$  не зависят от их количества и суть величины постоянные, тогда уравнение (2a) определяет линейную зависимость между  $N'$  и  $N''$  (рис. 1).

Это графическое изображение зависимости соответствует простейшему случаю, когда ограничивающий перегон не меняется. В наиболее же общем случае на реальном участке может оказаться три перегона:

а) перегон с наибольшим периодом нечетного поезда  $T'$ , которым ограничивается пропускная способность при преимущественно одностороннем нечетном движении;



- б) перегон с наибольшим периодом пары поездов  $T' + T''$ , ограничивающий пропускную способность при движении, близком к парному;
- в) перегон с наибольшим периодом четного поезда  $T''$ , ограничивающий пропускную способность при преимущественно одностороннем четном движении.

В этом случае для исследования пропускной способности можно пользоваться диаграммами из [2] (рис. 2).

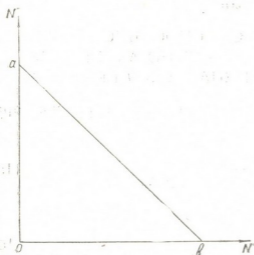


Рис. 1

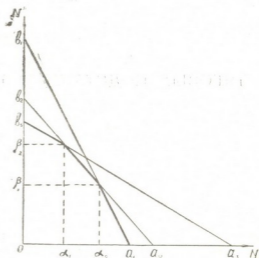


Рис. 2

Прямая линия  $a_1 b_1$  соответствует первому перегону ввиду ограниченности его,  $a_2 b_2$  — второму и  $a_3 b_3$  — третьему.

Искомая зависимость  $N'' = f(N')$  представляется внутренним многоугольником, показанным на рис. 2 жирной ломаной линией.

Из диаграммы видно, что в пределах  $N'(a_1 - \alpha_2)$  и  $N''(0 - \beta_1)$  ограничивающим является первый перегон, в пределах  $N'(a_1 - \alpha_2)$  и  $N''(\beta_1 - \beta_2)$  — второй, а в пределах  $N'(\alpha_1 - 0)$  и  $N''(\beta_2 - \beta_3)$  — третий перегон.

2. Выше было сделано предположение, что периоды поездов не зависят от размеров движения. В действительности это не так. Если преобладают поезда нечетного направления, то ограничивающий перегон пропускает  $N''$  четных и  $(N' - N'')$  нечетных поездов, поэтому вместо уравнения (2а) необходимо применить следующее:

$$N' T' + N'' (T - T') = 1440, \quad (3a)$$

где  $T'$  — период нечетного поезда, состоящий из чистого времени хода и интервала попутного следования;  $T$  — период пары поездов.

При преобладании четного потока уравнение будет иметь вид

$$N' (T - T'') + N'' T'' = 1440, \quad (3б)$$

где  $T''$  — период четного поезда.

Сделанное выше допущение о том, что периоды не зависят от размеров движения, правильно лишь в том случае, если  $T = T' + T''$ , но такое равенство, очевидно, может быть только случайным.

Построение диаграммы для одного перегона в этом случае весьма просто. По каждому из уравнений (3а) и (3б) могут быть построены две прямые, которые будут иметь вид, приведенный на рис. 3.

Пропускная способность участка, ограничиваемого в зависимости от характера движения тремя различными перегонами, определяется

при помощи диаграмм, так же как и для случая, указанного на рис. 2, где зависимость между  $N'$  и  $N''$  определялась внутренним многоугольником, образованным тремя ломаными линиями, аналогичными изображенным на рис. 3.

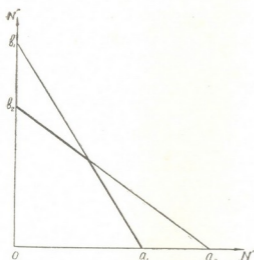


Рис. 3

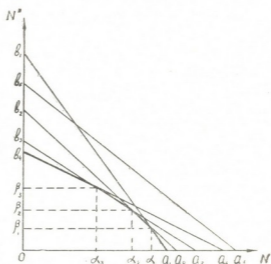


Рис. 4

3. Непарное движение предъявляет особые условия к расчету пропускной способности по устройствам электроснабжения; например, по мощности тяговой подстанции, особенно тогда, когда расчетные поезда различного направления потребляют не одинаковый ток (горный профиль). Трудность заключается в том, что невозможно оперативно сравнить все возможные варианты непарного движения и установить, что является ограничивающим при заданном соотношении поездов различного направления.

Как известно [1], число поездов, проследовавших фидерную зону за 1 час, различных типов и с различными грузопотоками в направлении преимущественного движения

$$n'' = \frac{\alpha_1 I_9^{пст} U_T}{\delta \sum_1^k \chi A + \sum_{k+1}^m \chi A}, \quad (4)$$

где  $\delta = \frac{n'}{n''} < 1$  — соотношение количеств поездов различного направления;

$\alpha_1$  — поправочный коэффициент, для однопутных линий принимаемый равным 0,85;  $I_9^{пст}$  — эффективный ток ограничивающего элемента (понижительного трансформатора, тягового трансформатора или выпрямителя) расчетной подстанции (а);  $U_T$  — напряжение, принятое при тяговом расчете (кв);  $\chi$  — доля поездной энергии различного направления, приходящаяся на расчетную подстанцию;  $A$  — расход энергии поездом на фидерной зоне (квт·ч).

Для однопутного участка  $m=2, k=1$ .

Введем обозначения:  $\sum_1^k \chi A = A'$  — доля расхода энергии, приходя-



шаяся на расчетную подстанцию от нечетного поезда;  $\sum_{k+1}^m \chi A = A''$  — то же

от четного поезда;  $P = \alpha_1 I_{\text{нст}} U_T$  — мощность ограничивающего элемента расчетной подстанции. После соответствующего преобразования, перейдя на суточную пропускную способность, уравнение (4) можно записать так:

$$N' A' + N'' A'' = 24 P. \quad (5)$$

По (5) для расчетных подстанции можно построить прямые, аналогичные рис. 1. Искомая зависимость  $N'' = f_1(N')$  представляется внутренним многоугольником, показанным на рис. 4 жирной ломаной линией.

Наложением диаграмм рис. 2 и 4 можно получить новый внутренний многоугольник, с помощью которого для заданного соотношения поездов различного направления можно определить, какой элемент участка — перегон или подстанция — является ограничивающим.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.12.1973)

ელექტროტექნიკა

**ლ. აბელიშვილი**

(საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),

თ. მაგლაკელიძე

ელექტრული რკინიგზების გატარების უნარის განსაზღვრა  
წვივის კვისადგურების სიმძლავრის მიხედვით  
არაწყვილი მოძრაობისას

რეზიუმე

შრომში მოყვანილია ელექტრული რკინიგზების გატარების უნარის განსაზღვრის გრაფიკული მეთოდი წვეის ქვესადგურების სიმძლავრის მიხედვით არაწყვილი მოძრაობისას.

ELECTROTECHNICS

**L. G. ABELISHVILI**, T. A. MAGLAKELIDZE

DETERMINATION OF THE CAPACITY OF ELECTRIFIED  
RAILWAYS BY THE CAPACITY OF TRANSFORMER  
SUBSTATIONS UNDER UNPAIRED TRAFFIC

Summary

The diagram  $N'' = f(N')$  is given for determining the capacity of electrified railways by the capacity of transformer substations under unpaired traffic and under any ratio of the number of trains of various directions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Архангельский, Н. А. Воробьев, Н. А. Дроздов, Р. Н. Мирошниченко, Л. Г. Сегал. Расчет пропускной способности железных дорог. М., 1966.
2. Л. Г. Абелишвили. Техника железных дорог, № 10—11, 1943.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. Ф. ЛОМТАТИДЗЕ, Р. М. САКАНДЕЛИДЗЕ, А. М. ФРАДКИН

К ВОПРОСУ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ АНАЛОГОВОЙ ЧАСТИ  
ГИБРИДНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ТРЕНАЖЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 28.1.1974)

При выборе системы управления (СУ) летательным аппаратом с человеком в контуре управления на этапах предэскизного и эскизного проектирования наиболее эффективным средством является специализированный стенд тренажера, одну из основных частей которого составляет гибридная вычислительная система (ГВС).

В настоящее время в СССР существуют различные ГВС, в которых используются серийные цифровые и аналоговые вычислительные машины. Однако такие комплексы недостаточно эффективны, так как простая связь между составными вычислительными машинами через цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи не обеспечивает решения всего круга задач с необходимым быстродействием, точностью и гибкостью. Причиной этого является неэффективное выполнение устройства управления и общей архитектуры комплекса.

Представляется целесообразным построение специализированного гибридно-вычислительного комплекса, к аналоговой вычислительной машине (АВМ) которого должны быть предъявлены специфические требования, вытекающие как из системы уравнений, описывающих движение летательного аппарата, так и из методики проведения исследований [1].

Исследование СУ летательным аппаратом, в частности самолетом, связано с решением большого количества уравнений, описывающих не только движение самолета, но и поведение различных его систем (шасси, двигатели и др.) и наземных средств самолетовождения. Поэтому АВМ ГВС для исследования СУ летательным аппаратом должна иметь: а) широкую номенклатуру блоков для моделирования вышеупомянутых уравнений; б) переменную структуру, связанную с необходимостью решения как частных, так и более общих задач; в) возможность сравнительно легкого расширения круга решаемых задач и состава оборудования; г) возможность автоматического переключения с одной набранной задачи на другую.

Практика решения задач при исследовании СУ самолетом показывает, что необходимо в процессе одного эксперимента частый переход от одной задачи к другой (например, разбег, взлет, полет), т. е. необходимо соответственно часто менять комбинацию блоков АВМ. Обычно набор задач занимает много времени, поэтому устройство управления АВМ должно обеспечивать возможность: д) подключения в АВМ операционных блоков машины в зависимости от логики задачи (или от действия летчика-оператора); е) автоматического контроля решения задачи АВМ на пульте ЦВМ; ж) наладки задачи с пульта



АВМ; з) автоматической установки коэффициентов с пультов ЦВМ; и) простой, удобной и контролируемой стыковки АВМ как с имитаторами СУ самолетом, так и с ЦВМ; к) надежной и быстрой коммутации задачи на наборных полях как отдельными коммутационными приводами, так и заранее запаянными жгутами.

Кроме того, применяемые блоки АВМ должны обеспечивать необходимую точность и повторяемость результатов.

Учитывая все вышесказанное и исходя из накопленного опыта, АВМ гибридной вычислительной системы для исследования СУ самолетом должна включать в себя следующие решающие блоки:

1. Линейные операционные блоки, выполняющие операции сложения, интегрирования и инвертирования с погрешностью в пределах  $0,1 \div 0,2\%$  от максимального значения переменной (причем погрешность не должна превышать  $0,05\%$  при малых значениях параметра).

2. Универсальные функциональные блоки, позволяющие набирать функциональные зависимости от одной или нескольких переменных с погрешностью до  $1\%$  от максимального значения переменной (одновременно в области нулевых значений параметра погрешность воспроизведения функции не должна превышать  $0,05\%$ ).

3. Специальные функциональные блоки с жестко набранными или переключаемыми типовыми нелинейностями (синус, косинус, тангенс, котангенс, квадрат переменной величины и др.), погрешность при воспроизведении функций должна быть не более  $1 \div 2\%$  от максимального значения переменной как и в п. 2, в области нулевых значений параметра погрешность не должна превышать  $0,05\%$ ).

4. Блоки произведения нескольких переменных на одну (в том числе блоки произведения двух переменных) с погрешностью не более  $0,05\%$  от максимального значения переменной в области нулевых значений параметров и в пределах  $1 \div 2\%$  во всем остальном диапазоне.

5. Блоки набора коэффициентов с погрешностью не более  $0,1\%$ .

Аналоговая вычислительная машина, обладающая структурой и устройством управления, описанным выше, также самостоятельно может быть с успехом использована в различных областях науки и техники для моделирования сложных СУ с оператором в контуре.

Академия наук Грузинской ССР

Институт систем управления

(Поступило 1.2.1974)

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

ი. ლომთათიძე, რ. საკანდელიძე, ა. შრადკინი

სპეციალიზებული ტრენაჟორის ჰიბრიდულ გამომთვლელ  
კომპლექსში შემავალი ანალოგური გამომთვლელი  
მანქანის სტრუქტურის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია კვლევებისათვის განკუთვნილი სპეციალიზებული ტრენაჟორის ჰიბრიდულ გამომთვლელ სისტემაში შემავალი ანალოგური გამომთვლელი მანქანის სტრუქტურისა და მართვის მოწყობილობის მიმართ წყენებული მოთხოვნებიანი. მოცემულია ასეთ მანქანაში შემავალი ძირითადი ბლოკების ნუსხა.

I. F. LOMTATIDZE, R. M. SAKANDELIDZE, A. M. FRADKIN

ON THE SELECTION OF THE ANALOGUE PART STRUCTURE  
OF A HYBRID COMPUTING SYSTEM FOR SPECIALIZED  
RESEARCH TRAINER

Summary

Requirements imposed upon the structure and arrangement of the control circuit of an analogue computer constituting part of a hybrid computing complex of a specialized research trainer are considered. The main blocks entering into the make-up of such a machine are listed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

И. И. Ф. Ломтатидзе, Р. М. Саканделидзе, А. М. Фрадкин. Сб. «Автоматическое управление», т. XIII, вып. 1. Тбилиси, 1974.

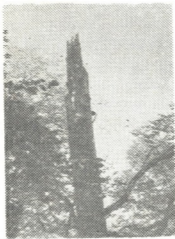
3. ბულმაგარაშილი

აბედა სოკოთი დაავადებული წიფლების ქარტახილოზის  
მიზეზის შესწავლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 14.2.1974)

ცნობილია, რომ მექანიკურად დაზიანებული მცენარის შტამბზე მოხვედრილი აბედა სოკოს სპორა მიცელიუმად ვითარდება. ეს უკანასკნელი დიდი რაოდენობით გამოყოფს ფერმენტებს (ცელულაზას, პემიცილულაზას, ლიგინინაზას და სხვა), შლის მერქნის ქსოვილებს და იწვევს ხეთა ქარტახილოზას [1].

1971—1973 წლებში აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონში საველე მუშაობის დროს შევამჩნიეთ, რომ სოკო *Fomes fomentarius* (Fr.) Gill.-ით წიფლის ხეების დაავადება იწყება უმეტესად ფესვის ყელიდან და ვრცელდება წვეროსაკენ, მაგრამ დაავადებული ხეები ქარის მოქმედებით დედამიწის ზედაპირიდან ვარკვეულ სიმაღლეზე ტყდება (დაახლოებით 8—12 მ ფარგლებში). ლიტერატურული მონაცემების თანახმად კი სალი მცენარის შტამბის გადატეხის მომენტი მით მეტია, რაც მეტად არის შტამბის ნაწილი დაშორებული ვარჯის გეომეტრიულ ცენტრს, ე. ი. ყველაზე მეტია შტამბის სულ დაბლა ნაწილში [2]. შევეცადეთ აგვეხსნა ეს მოვლენა.



სურ. 1

ცდებით დადასტურებულია, რომ ხის შტამბი წარმოადგენს დრეკად სხეულს ვარკვეულ ზღვრებში, რომლის სიდიდეც დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე და მერქნის მდგომარეობაზე.

მცენარის ვარჯი, როგორც დიდი ზედაპირის ფართობის მქონე და ქარის მოძრაობის მიმართ პერპენდიკულარულ სიბრტყეში მდებარე, გარეგანი ძალის ნთავარ მოდების ადვილს წარმოადგენს. ეს ნაწილი ყველაზე მეტად სცილდება წონასწორობის მდგომარეობას და იწვევს შტამბის ღუნვით დეფორმაციას.

ჰუკის კანონის თანახმად სხეულის დრეკადი დეფორმაციის სიდიდე ( $\Delta l$ ) ზირდაპირპროპორციულია დეფორმაციის გამომწვევი ( $F$ ) ძალისა. მათემატიკურად ეს კანონზომიერება გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta l = KF,$$

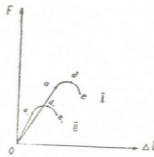
ამ ფორმულაში  $K$  წარმოადგენს პირობორციულობის კოეფიციენტს, რომლის სიდიდეც დამოკიდებულია დეფორმირებული სხეულის გეომეტრიულ ფორმაზე, ზომაზე და მასალაზე. გაჭიმვისა და კუმშვის დეფორმაციის შემთხვევაში  $K$  კოეფიციენტი პირდაპირპროპორციულია დეფორმირებული შტამბის სიგრძისა ( $l$ ) და უკუპროპორციულია განივკვეთის ფართობისა ( $S$ ), ე. ი.

$$K = a \frac{l}{S}, \quad (2)$$

$a$  წარმოადგენს მოცემული მცენარის შტამბის დრეკადობის კოეფიციენტს. (1) ფორმულაში  $K$ -ს მნიშვნელობის ჩასმით მივიღებთ:

$$\Delta l = a \frac{Fl}{S}, \quad (3)$$

შტამბის ღუნვის დეფორმაციის სიდიდესა და მის გამომწვევ ძალას შორის დამოკიდებულება გამოვსახოთ გრაფიკულად.



დიაგრამის  $oa$  უბანი ასახავს ქარის სიმძლავრესა და შტამბის დეფორმაციის ზომას შორის პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებას, ამ დროს ქარის მოძრაობის შეწყვეტის შემდეგ ხე მთლიანად უბრუნდება თავის პირვანდელ მდგომარეობას.  $ad$  წარმოადგენს ნაჩენი დეფორმაციის უბანს.  $d$  წერტილში კი მერქნის ქსოვილები ისეთ ცვლილებას განიცდიან, რომ მიუხედავად ქარის მოძრაობის სიჩქარის შემცირებისა, შტამბის ღუნვითა დეფორმაციის განვითარება გრძელდება და  $e$  წერტილში ტყდება.

მცენარის შტამბის ღუნვის დეფორმაცია წარმოადგენს გაჭიმვისა და კუმშვის დეფორმაციების რთულ შემთხვევას. შტამბის ღერძის სიგრძე ღუნვის დეფორმაციის დროს არ იცვლება, შტამბის ღერძიდან ჩაზნექილობისაკენ განლაგებული ქსოვილები მოკლდება, ღერძიდან ამოზნექილობისაკენ განლაგებული ქსოვილები კი იჭიმება. ამოზნექილ და ჩაზნექილ შრეთა შორის წარმოიშვება შიგა ძალა, რომელიც აწონასწორებს დეფორმაციის გამომწვევ გარე ძალას და ხელს უშლის დეფორმაციის განვითარებას. თუ წარმოვიდგენთ, რომ შტამბი განკვეთილია ღერძის პერპენდიკულარული სიბრტყით, მაშინ მიღებული ნაწილები იმოქმედებენ ერთმანეთზე ტოლი სიდიდის და საწინააღმდეგო მიმართულების ძალებით, ე. ი. მათ შორის აღიძვრება ძაბვა. ჰუკის კანონიდან გამომდინარეობს, რომ შტამბის ამოზნექილ და ჩაზნექილ შრეებს შორის აღძრული ძაბვა ( $P$ ) ფარდობითი წაგრძელების (კუმშვის) პირდაპირპროპორციულია:

$$P = E \frac{\Delta l}{l}, \quad (4)$$

$$\left( E = \frac{1}{a} \right) \cdot$$

როდესაც შტამბის ზოგიერთი ქსოვილი გაწყვეტილია (დაშლილია) სოკოს მიცელიუმის მიერ, მაშინ მისი შინაგანი ძაბვა მცირდება და მცენარე ტყდება იმ უმნიშვნელო ქარის ძალის მოქმედებითაც კი, რომელიც გრაფიკზე აღნიშნული II დიაგრამის შესაბამისია.

ამრიგად, (3) და (4) ფორმულების თანახმად აბედა სოკოებით დაავადებული მცენარის შტამბი უფრო მეტად იხრება და ტყდება იქ, სადაც მისი განიკვეთის ფართობი მცირეა და ამავე დროს სოკოს მიცელიუმის მიერ მერქნის ზოგიერთი ქსოვილის დაშლის შედეგად გამოწვეული დეფორმაციის შინაგანი ძაბვა დაცემულია. ეს მონაკვეთი დაახლოებით მცენარის ვარჯის დაბლა სოკოვანი დაავადების გავრცელების ზემოთა საზღვარზე მდებარეობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.2.1974)

БОТАНИКА

В. Х. ГУЛМАГАРАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИНЫ ВЕТРОВАЛА БУКОВЫХ  
ДЕРЕВЬЕВ, ЗАРАЖЕННЫХ ТРУТОВЫМИ ГРИБАМИ

Резюме

Замечено, что буковые деревья, сильно зараженные грибом *Fomes fomentarius* (Fr.) Gill., под влиянием ветра ломаются на определенной высоте от поверхности почвы (в пределах 8—12 м). В статье дается объяснение причины этого явления. Согласно закону Гука об упругой деформации тел, ствол дерева изгибается и ломается там, где площадь его поперечного сечения наименьшая и в то же время внутренняя напряженность упругой деформации понижена (из-за действия мицелия гриба происходит разложение некоторых частей ткани древесины). Этот участок расположен приблизительно ниже кроны и верхнего предела распространения грибного заболевания.

BOTANY

V. Kh. GULMAGARASHVILI

ON THE STUDY OF THE CAUSE OF THE WINDFALL OF  
BEECH TREES INFECTED WITH TINDER FUNGI

Summary

Beech trees heavily infected with tinder fungi, *Fomes fomentarius* (Fr.) Gill. have been observed to break, under the action of wind, at a definite height from the ground (within 8—12 m.). An explanation of this phenomenon is given in the paper. A tree trunk bends and breaks where, according to Hooke's law of elastic deformation of bodies, its cross-section

area is the least and at the same time its inner resistance to elastic deformation is lowered (owing to the action of the (under fungus mycelium decomposition of some parts of woody tissue takes place). This section of the trunk is located approximately below the crown, near the upper limit of the spread of trunk rot.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. П. Комарова. Определитель трутовых грибов БССР. Минск, 1964.
2. ე. გუღიაშვილი. მცენარეთა ეკოლოგია. თბილისი, 1960.
3. С. П. Тимошенко. Курс теории упругости. Киев, 1972.





ც. მიქაბაძე

*Thea sinensis* L.-ის საქართველოში გავრცელებული  
ზომიერითი ფორმის ჩანასახის პარკის უმსაპვლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მენაბდემ 5.2.1974)

ჩაის მცენარის ემბრიოლოგია ნაკლებად არის შესწავლილი. უცხოელ მკვლევართაგან ეს საკითხი შესწავლილი აქვს იტალიელ ბოტანიკოსს კავარას [1] და პოლანდიელ სელექციონერს კოხენს-სტუარტს [2, 3]. კავარამ შეისწავლა მდებდრობითი გამეტოფიტის განვითარება და ემბრიოგენეზი, კოხენ-სტუარტმა კი ძირითადი ყურადღება დაუთმო აღნიშნული მცენარის ბიოლოგიასა და გენერაციული ორგანოების განვითარებას იაყის პირობებში. მის შრომაში განსაკუთრებით აღსანიშნავია მიკროსპოროგენეზის დაწვრილებითი აღწერა.

ჩაის მცენარის ემბრიოლოგია კარბატების პირობებში გამოიკვლია ვ. მანდრიკმა [4].

*Thea sinensis* L.-ის საქართველოში გავრცელებული ფორმების ემბრიოლოგია არაა შესწავლილი. ჩვენი კვლევის ობიექტს შეადგენდა ჩინური სახეობის ერთ-ერთი ფორმა „კიმინი“ და ვეგეტატიური გამრავლების შედეგად მიღებული ფორმა „კლონი № 257“.

მასალის ფიქსაციას ვაწარმოებდით ჯერ კარნუას (3—1) და შემდეგ ნავაშინის (10—4—1) ფიქსატორში. პრეპარატებს ვღებავდით სხვადასხვა საღებავით: გემალაუნი — ერთიორზინით, ჰემატოქსილინი — ჰაიდენჰაინის მიხედვით, შიფის რეაქტივი — ფელგენის მიხედვით. ყველაზე სასურველი შედეგი მოგვცა ფელგენის მიხედვით შეღებვამ. ამიტომ მასალის ძირითადი ნაწილისათვის გამოვიყენეთ ეს უკანასკნელი.

ჩვენს მიერ შესწავლილ ფორმებს ნასკვის თითოეულ ბუდეში ოთხი ან ექვსი თესლკვირტი აქვს, რომელიც ორ რიგადაა განლაგებული. მათგან მხოლოდ ორი-სამი ვითარდება ნორმალურად. დანარჩენის ზრდა-განვითარება კი მნიშვნელოვნად დაქვეითებულია. ზოგჯერ შეინიშნება მათი ნაადრევი დეგენერირება. როგორც ჩანს, ამით უნდა იყოს გამოწვეული ჩაის მცენარისათვის დამახასიათებელი გამონასკვის დაბალი ზარისხი.

ორთავე ფორმის ნორმალურად განვითარებული, უკვე მომწიფებული ჩანასახის პარკი რვა ბირთვიანია და შეიცავს კვერცხუჯრედის აპარატს კვერცხუჯრედითა და ორი სინერგიდით, ორ პოლარულ ზირთვს და სამ ანტიპოდს. კვერცხუჯრედის აპარატის ელემენტების ბირთვები განსაკოფირებამდე ფელგენ-უარყოფითია. პოლარული ბირთვები ზომითა და ფორმით ურთიერთმისაგავსია. ანტიპოდები უჯრედებითაა წარმოდგენილი ჩვენს მიერ შესწავლილი ორთავე ფორმის ჩანასახის პარკში. მათი აგებულების საერთო გეგმა შეინიშნება, მაგრამ ჩანასახის პარკის, აგრეთვე თვით ელემენტების მორფოლოგიური აღნაგობა და ზომები რამდენადმე განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რაზედაც ქვემოთ გვექნება ლაპარაკი.

„კიმინი“ (ნახ. 1). ჩანასახის პარკი წაგრძელებულია, ოვალური ფორმის, შედარებით უფრო პატარა ზომის. კვერცხუჯრედის აპარატი აგრეთვე პატარა ზომისაა, ქვემოთ ჩანასახის პარკის ორუსაკენ ჩაზრდილი და მიახლოებულია პოლარულ ბირთვებთან. სინერგიდებს კარგად აქვს გამონატული ძაფისებური აპარატი. მათში, როგორც წესი, შეინიშნება პატარა ზომის ვაკუოლები. შეიძ-

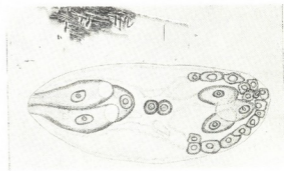


ლება იყოს უვაკუოლოც. პოლარული ბირთვები ერთმანეთის გვერდობაში თავსებული, მათი შერწყმა განაყოფიერების შემდეგ ხდება. ანტიპოდის უჯრედები ოვალური ფორმისაა, თითობირთვიანი.



ნახ. 1. „კომინი“. ჩანასახის პარკი  
გაშლილი ყვავილის სტადიაზე.  
ოკ. 7X, ობ. 90

„კლონი № 257“ (კალმით), (ნახ. 2). ჩანასახის პარკი შედარებით დიდი ზომისაა, ოვალური ქალაქურ ბოლოში შებრტყელებული, დიდი ზომის კვერცხუჯრედის აპარატი. სინერგიდები მეტად დიდი ზომისაა, მსხლისებური ფორმის, ძლიერ წაგრძელებული, დიდი ზომის დამახასიათებელი ვაკუოლებით. მათი ბირთვები ძალიან წააგავს კვერცხუჯრედისას. ზოგჯერ კვერცხუჯრედის ბირთვი უფრო პატარაა, ვიდრე სინერგიდებისა. პოლარული ბირთვების შერწყმა განაყოფიერებამდე ხდება ჯერ კიდევ გაუშლელ ყვავილში. ანტიპოდის უჯრედები წაგრძელებულია, უსწორმასწორო ფორმის, უმეტესად ორბირთვიანი. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ანტიპოდის უჯრედის ბირთვები იყოფა.



ნახ. 2. „კლონი № 257“ (კალმით).  
ჩანასახის პარკი გაუშლილი  
ყვავილის სტადიაზე  
ოკ. 7X, ობ. 90

ჩვენს მიერ შესწავლილი ჩანასახის პარკებში (ნახ. 1 და 2) მეტად დამახასიათებელია ქალაქურ ბოლოში ჰიპოსტაზის ქსოვილის არსებობა. ჰიპოსტაზის უჯრედები ხასიათდება მუქი პატარა ფელგენ-დადებითი ბირთვებით, რომელიც აშკარად განსხვავდება ჩანასახის პარკის ელემენტების ბირთვებისაგან. ისინი განსხვავდებიან აგრეთვე ნუცელუსის ბირთვებისგანაც უხეში სტრუქტურით და ზომით.

ამ ქსოვილის წარმოშობის შესახებ ლიტერატურაში აზრთა სხვადასხვაობაა. კავარა [1] აღნიშნავს, რომ ჰიპოსტაზი დიადის ქალაქური უჯრედის დაყოფის შედეგია.

ვ. მანდრიკი [4] აღნიშნავს, რომ ჰიპოსტაზი ნუცელუსის უჯრედებისაგანაა წარმოქმნილი.

ჩვენი მონაცემების თანახმად ეს ქსოვილი ნუცელარული წარმოშობისაა, იგი გამოიზრდება ქალაქურ ბოლოში მოთავსებული ზოგიერთი უჯრედისაგან. ჰიპოსტაზი გვხვდება უკვე ჩანასახის პარკის განვითარების ადრეულ სტადიაში.

ჯერ კიდევ ჰაბერლანდტი [5] გამოსთქვამდა მოსაზრებას ჰიპოსტაზის სეკრეტორული ფუნქციის შესახებ. მისი აზრით, ჰიპოსტაზი ემსახურება ჩანასახის პარკის კვებას.

ჰიპოსტაზის ქალაქასთან მდებარეობა, საიდანაც ჩანასახის პარკი საკვების ძირითად ნაწილს იღებს, ჩვენის აზრით, ჰაბერლანდტის მოსაზრების სასარგებლოდ ლაპარაკობს.

ამრიგად, ჩვენს მიერ შესწავლილი „კიმინი“ და „კლონი № 257“, რომლებიც საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მთელი რიგი მორფოლოგიური ნიშნებით, სხვაობას ავლენენ ემბრიოლოგიურ ნიშან-თვისებებშიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 6.2.1974)

БОТАНИКА

Ц. А. МИКАТАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ЗАРОДЫШЕВЫХ МЕШКОВ У НЕКОТОРЫХ ФОРМ  
*THEA SINENSIS* L., РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ГРУЗИИ

Резюме

Изучались зрелые зародышевые мешки у двух форм *Thea sinensis* L., распространенных в Грузии. Между исследованными формами отмечены различия в величине элементов яйцевого аппарата, структуре антипод, времени слияния полярных ядер. Так, у формы «Кимин» полярные ядра сливаются в период цветения и после оплодотворения, а у клона № 257 — еще до проникновения в зародышевый мешок пыльцевой трубки, в стадии бутонизации.

Установлено нуцеллярное происхождение гипостазы.

BOTANY

Ts. A. MIKATADZE

TOWARDS A STUDY OF THE EMBRYO SACS OF SOME FORMS OF  
*THEA SINENSIS* L., COMMON IN GEORGIA

Summary

The mature embryo sacs of two forms of *Thea sinensis* L., common in Georgia, have been studied and differences shown in the size of elements of the ovular apparatus and the antipode structure among forms during the fusion of polar nuclei. The polar nuclei become fused both in the Kimin during blossoming and after fertilization and in clone 257 during budding, before the pollen tube enters the embryo sac. The nucellar origin of the hypostasis has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Cavara. Studi sue The Riccerche intorno allo soilluppo del frutto dello "*Thea sinensis Sims*", cutiveta nel ortobotanico die Pavia, Atti. Ist. Bot. Univ. Pavia, ser. 25, 1889.
2. C. P. Cochen-Stuart. Suer le development des Cellus generatives de *Camellia theifera* (Griff) Dyer (Ann. Jard. Beuitenzorg) 30 [2 ser 15] Taf 1-3—1916.
3. C. P. Cochen-Stuart. "De Thee", Batavia, September, 3, 1920.
4. В. Ю. Мандрик. Эмбриология чайного растения в условиях Закарпатья. Автореферат, Ужгород, 1960.
5. G. Haberlandt. Zur Embryologia von *Allium odorum*; Ber. Deutsch Bot. geselsch. 1, 174-179, 1923.

Д. А. ШАЛАМБЕРИДЗЕ, Н. А. АНЕЛИ, Г. Э. ЗВИАДАДЗЕ

## АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕРЕШКА ЛИСТА НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ШЕЛКОВИЦЫ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 3.4.1974)

В настоящее время вопросу изучения анатомии черешка уделяется значительное внимание [1], так как он не только выполняет механическую функцию, но и принимает активное участие в процессе фотосинтеза. Через него происходит перемещение веществ в сторону пластинки и обратно. В анатомической структуре можно уловить некоторые показатели специфичности, здесь могут образовываться биоактивные вещества, красители, смолы, млечный сок, дубильные вещества и др. а у вечнозеленых растений — запасные вещества (крахмал, сахар) и др. Обращает на себя внимание тот факт, что в черешке виноградного листа, по данным [3], содержится на 17% больше воды, чем в пластинках. Этот факт наталкивает на мысль, что черешок принимает активное участие в водном режиме листа в целом. Черешок обеспечивает наилучшую ориентировку листовой пластинки по отношению к свету, а в некоторых растениях может целиком выполнять роль листовой пластинки (чернодревесная акация).

Всестороннее изучение анатомического строения сортов шелковицы (Грузия, Иверия, Ошима, Катлама, Итальянская) и несортной формы Татарика начато нами еще в 1969 г. В настоящей работе внимание заострено на анатомической структуре черешков листа. Гистологические анализы проводились в трех плоскостях: перипециольной (а), мезопециольной (б), базипециольной (с). Часть черешка, находящаяся в непосредственной связи с листовой пластинкой, называется перипециолью, середина черешка — мезопециолью, а основание листа — базипециолью [2]. Обнаружено, что в поперечном разрезе (мезопециоль) черешок шелковицы состоит из эпидермы с волнообразной кутикулой, хлоренхимы, уголковой колленхимы, широкого слоя мезодермы, дугообразной проводящей системы, состоящей из флоэмы, ксилемы и флоэмных волокон, медуллы, медуллярного луба, медуллярного проводящего пучка.

Нами установлено, что в проводящей системе имеется избыток живых клеток, а в медулле — мягких лубяных элементов.

В результате изучения выяснилось, что в трех плоскостях черешка шелковицы сорта Грузия проводящая система слабо выражена (рис. 1). В проводящих пучках волокна в основном не развиты, а в перипециольной и мезопециольной встречаются местами полусформированные волокна. В перимедуллярной зоне витальных элементов меньше. Основная ткань мезодермы занимает большое место. В медуллярной части в очень малом количестве представлены мягкий дуб и древесные элементы. Слабо развиты камбий и хлоренхимная полоса. В мезодерме и лубе имеются друзы в малом количестве (щавелевокислый кальций).



Противоположная картина в строении черешка наблюдается у сорта Ошима, у которого ярко выражена проводящая система (рис. 2). В проводящих пучках в трех плоскостях черешка полусформированы перидульные волокна. Хорошо выражены мягкий луб, древесина, перимедуллярная зона. Медуллярная часть заполнена многочисленными элементами мягкого луба. В верхней и средней частях черешка хорошо выражена хлорофиллоносная полоса. В проводящих пучках черешка в трех плоскостях местами хорошо выражен камбий. В мезодерме и в лубе друзы многочисленны.

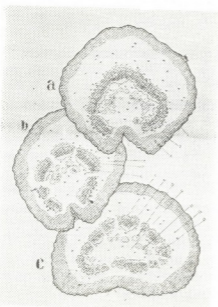


Рис. 1. Сорт Грузия: 1 — эпидерма, 2—хлоренхима, 3—угловая колленхима, 4—мезодерма, 5—флоэма, 6—ксилема, 7—флоэмные волокна, 8—витальные клетки, 9 — медулла, 10—медуллярный луб, 11 — медуллярные проводящие пучки, 12 — друзы, 13 — камбий

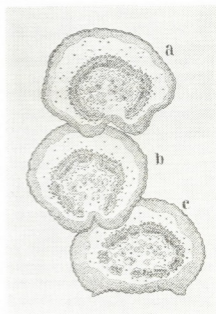


Рис. 2. Сорт Ошима

Вышеуказанные показатели у сортов Иверия, Катлама, Итальянская и Татарики приближаются к таковым сорта Ошима. В них хорошо представлены как проводящая система, так и мягкий луб, древесина, перимедуллярная зона, медуллярные проводящие пучки, с той лишь разницей, что в проводящей системе в трех плоскостях черешка сорта Иверия волокна полусформированы, а у Катламы, Итальянской и Татарики волокна не сформированы. Наибольшее количество друз из вышеуказанных сортов имеется у Катламы (рис. 3). Камбий хорошо выражен у Татарики (рис. 4).

По нашему мнению, подверженность сорта Грузия заболеванию курчавой мелколистностью частично можно объяснить слабым развитием проводящей системы и сильной паренхиматизацией (Грузия), в то время как у наиболее устойчивого сорта (Ошима) лучше развиты как проводящая и механическая системы — луб и древесина, так и перимедуллярная зона, многочисленные медуллярные пучки и радиальные лучи.

На основании описания анатомического строения черешка шести сортов шелковицы можно сделать следующие выводы. Поверхность черешка всех шести сортов окаймлена эпидермисом с волнообразной кутикулой. В черешках всех шести сортов широким слоем по всему кругу представлена уголковая колленхима, а еще шире — основная ткань — мезодерма. Периферическая же часть как мезодермы, так и колленхимы содержит хлоропласты. В поперечном срезе черешка сорта Грузия проводящая система слабо выражена. В перимедуллярной зоне очень мало витальных элементов, большое место занимает основная ткань — мезодерма, а в медулле мягкий луб и древесина еди-

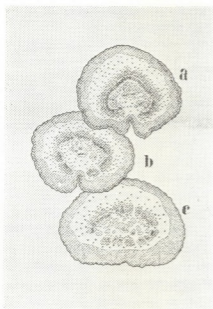


Рис. 3. Сорт Катлама

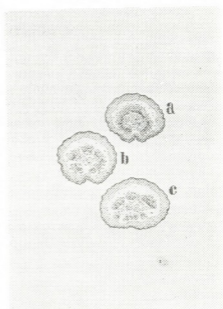


Рис. 4. Сорт Татарика

ничные. В трех плоскостях поперечного среза у черешка сорта Ошима полностью сформирована проводящая система: мягкий луб, древесина, широкая перимедуллярная зона и медуллярная часть. Последняя заполнена многочисленными пучками мягкого луба и частично элементами древесины. Что же касается сортов Иверия, Катлама, Итальянская и несортной формы Татарика, то они по анатомическому строению в принципе схожи между собой. В них вышеперечисленные анатомические элементы выражены несколько слабее по сравнению с Ошимой, но все же гораздо сильнее, чем у сорта Грузия. У всех шести сортов в трех плоскостях черешка встречаются остатки камбия, которые более многочисленны у сортов Ошима и Татарика. В двух плоскостях — перипетиальной и мезопетиальной частях черешка полоса хлорофиллоносных клеток мощнее всего у сорта Ошима. Из шести сортов в основной ткани наибольшее количество друз наблюдается у сорта Катлама, а наименьшее — у сорта Грузия. Одной из причин, обуславливающих устойчивость некоторых сортов шелковицы (Ошима) к курчавой мелколистности, является полное формирование проводящей и механической систем, а также преобладание физиологически активных



тканей. Анатомическая структура черешка шелковицы может служить диагностическим признаком его устойчивости к курчавой мелколистности.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 5.4.1974)

ბოტანიკა

დ. შალამბერიძე, ნ. ანელი, გ. ზვიადაძე

თუთის ზოგადი ჯიშის ფოთლის ყუნწის  
ანატომიური აგებულება

რეზიუმე

შესწავლილია თუთის ჯიშების („გრუზია“, „ივერია“, „ოშიმა“, „კატლამა“, იტალიური და უჯიშო ფორმა „ტატარიკა“) ფოთლის ყუნწის ანატომიური აგებულება. გამოკვლეულია, რომ ფოთლის ყუნწი შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან: ტალისებურკუტიკულიანი ეპიდერმა, ქლორენქიმა, კუთხოვანი კოლენქიმა, მეზოდერმის ფართო შრე, რკალისებური ფორმის გამტარი სისტემა, მედულა, მედულარული ლაფანი და მედულარული გამტარი კონები. დადგენილია, რომ შესწავლილი ჯიშებიდან ფოთლის ყუნწის ანატომიური სტრუქტურის მიხედვით ყველაზე სუსტია „გრუზია“, ხოლო ყველაზე ძლიერი „ოშიმა“, რაც შესაძლოა იყოს ერთ-ერთი მიზეზი დაავადება „ხუჭუჭა წვრილფოთლიანობის“ მიმართ „ოშიმას“ შედარებით გამძლეობისა.

BOTANY

D. A. SHALAMBERIDZE, N. A. ANELY, G. E. ZVIADADZE

ANATOMICAL STRUCTURE OF THE LEAF PEDICEL OF SOME  
VARIETIES OF MULBERRY TREE

Summary

The anatomical structure of the leaf pedicels of the mulberry-tree varieties of *Gruzia*, *Iveria*, *Oshima*, *Katlama*, *Italian*, and unsorted form of *Tatarica* is studied.

The leaf pedicel has been found to consist of the following elements; epidermis with wavy cuticle of chlorenchyma, angular collenchyma, wide layer of mesoderm, arched conducting system, medulla, medullary phloem and medullary conducting bundles.

It has been established that, regarding the anatomical structure of the leaf pedicel of the studied varieties, *Gruzia* is the weakest and *Oshima* the strongest selection varieties. This may be one of the main reasons for the comparatively good resistance of *Oshima* to the little-leaf disease.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Анели. Анатомия проводящей системы побега и систематика растений. Автореферат, Тбилиси, 1961.
2. Н. А. Анели. Труды Ин-та фармакохимии АН ГССР, сер. 1, вып. 10, 1965, 353.
3. К. Е. Цхакая и К. Ю. Абесадзе. Вестник ГСХИ, № 1, 1933.



Г. Я. ДАРАСЕЛИЯ

## ПИГМЕНТНЫЕ МУТАНТЫ *MUSOVACTERIUM PHLEI*— ПРОДУЦЕНТЫ КАРОТИНОИДОВ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 25.12.1973)

Одни из аспектов использования мутагенов в селекции микроорганизмов связан с последовательным накоплением в геноме индуцированных «малых» мутаций. Второй аспект связан с направленным получением «больших» мутаций, резко изменяющих какой-либо признак или вызывающих появление или отсутствие качественно нового признака. Однако, кроме определения эффективности применяемых мутагенов и их доз, большую роль играет обнаружение связи между морфологической изменчивостью и активностью культур, по которой можно вести отбор.

Хорошо известно [1, 2], что в селекционной работе большое внимание уделяется выяснению зависимости между морфолого-культуральными признаками колоний и их продуктивностью — вопросу, имеющему исключительно большое значение в успехе селекции активных вариантов, продуцентов физиологически активных веществ.

В связи с этим представляло интерес изучить зависимость между пигментацией колоний и ее активностью. Поэтому мы выясняли наличие корреляции между цветом колоний и активностью синтеза каротиноидных пигментов. Все выделенные нами пигментные мутанты [3], отличавшиеся по окраске от исходного штамма, исследовали на способность их синтезировать каротиноиды.

С этой целью культуры выращивали поверхностно в матрасах на среде Гудвина с аспарагином [4] с последующим определением каротиноидов в клетках [5]. Полученные данные представлены в таблице.

Приведенные экспериментальные данные показывают, что ярко-, средне-, слабоокрашенные и бесцветные мутанты синтезировали разное количество каротиноидных пигментов. Причем яркоокрашенные мутанты отличались высоким содержанием каротиноидов, а слабоокрашенные — низким содержанием.

Белые мутанты полностью потеряли способность синтезировать окрашенные каротиноиды, а кремовые — почти полностью, тогда как у интенсивно-оранжевых усилился синтез каротиноидных пигментов. Наибольшее число «минус» вариантов и полное отсутствие «плюс» вариантов было обнаружено в пяти группах II—VI, резко отличающихся по морфологии от колоний исходного штамма. Отличие выражалось в потере пигментации.

VII желто-оранжевая группа хотя по пигментации была идентичной с исходной культурой, однако уступала по активности каротинообразования штамму 171 (исходный). В остальных трех группах — VIII—X, составленных из одного типа колоний с характерным блеском, как в колониях исходного штамма, но с более интенсивной окраской, «минус» вариантов не встречалось. Все они по активности каротино-





образования превосходили дикий штамм. Поэтому не случайно, что основным резервом отбора активных мутантов являлись измененные, более интенсивно окрашенные, чем исходная культура, колонии, которым отдавалось предпочтение.

Количество каротиноидных пигментов, синтезируемых индуцированными пигментными мутантами

Морфологические типы мутантов	Пигментация мутантов	Число колоний, про-веренных на актив-ность	Каротиноиды, мкг/г сырой биомассы
I	Желто-оранжевый (исходный)	85	245,6
II	Белый	25	0
III	Кремовый	28	11,0
IV	Салатно-желтый	40	38,6
V	Слабо-желтый	45	133,2
VI	Желтый	51	199,8
VII	Желто-оранжевый	125	240,3
VIII	Оранжевый	135	390,1
IX	Интенсивно-оранжевый	143	630,5
X	Кирпично-красный	141	614,9

Приведенный в данной статье фактический материал говорит о том, что при селекции *Mycobacterium phlei*, образующих повышенные количества каротиноидов, можно, исходя из морфологии колоний мутантов, значительно облегчить селекцию активных культур. Нет никакого смысла определять биохимическую активность мутантов резко дегенеративного характера, так как такие формы независимо от условий выращивания плохо растут, а иногда просто погибают при хранении в лаборатории. Далее, совершенно очевидно, что поиски активных форм среди морфологических мутантов скорее могут дать желаемые результаты, чем проверка активности всех культур, выросших после воздействия мутагенами. Таким образом, морфологические изменения могут служить как для браковки заведомо неперспективных штаммов, так и для отбора тех культур, среди которых больше шансов найти активные варианты. Естественно, что всякая корреляция имеет относительный характер и трудно ожидать, что какой-нибудь один морфологический признак будет закономерно связан только с одной определенной физиологической особенностью. Однако значительное изменение обмена веществ всегда будет приводить ко вторичному изменению структуры и тем самым к морфологическим изменениям. Вполне вероятно, что с усовершенствованием наших методов изменения тонких особенностей структуры коррелятивная связь между функцией и формой у мутантов будет обнаруживаться все чаще. В тех случаях, когда ее не находят, объяснение нужно искать в несовершенстве методов исследования особенностей строения клеток микробов.

Исходя из коррелятивной зависимости между физиологическими и морфологическими изменениями, нам удалось получить экспериментально с помощью N-нитрозометилмочевины ряд активных мутантов *Mycobacterium phlei*. Один из них накапливал на 500% больше каротиноидов, чем исходный штамм, находящийся на стадии промыш-

ленного производства. Поэтому решающую роль в успехе селекции количественных признаков играют эффективные и точные методы обнаружения возникающих изменений.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 4.1.1974)

გენეტიკა და სელექცია

ბ. დარასელია

*MYCOBACTERIUM PHLEI*-ს კიბმენტური მუტანტები —  
კაროტინოიდების პროდუცენტები

რეზიუმე

ბიოქიმიურმა ანალიზებმა გვიჩვენა, რომ *Myc. phlei*-ს ფერადი მუტანტები, რომლებიც მიღებული იყვნენ N-ნიტროსომეოილშარდოვანას ზემოქმედებით სხვადასხვანაირად ასინთეზებდნენ კაროტინოიდებს. გამოირკვა, რომ ინტენსიურად ფეროვანი მუტანტები ასინთეზებდნენ მეტი რაოდენობის კაროტინოიდებს, ვიდრე ღიაფეროვანები. ამრიგად, დამტკიცებული იყო კორელაცია კოლონიების ფერებსა და კაროტინოიდების წარმოქმნას შორის. კორელაციური დამოკიდებულების მეთოდით გამოყვავით *Myc. phlei*-ს აქტიური მუტანტი, რომელიც ასინთეზებდა 500%-ით მეტ კაროტინოიდებს, ვიდრე გამოსავალი შტამი.

GENETICS AND SELECTION

G. Ya. DARASELIA

PIGMENTAL MUTANTS, *MYCOBACTERIUM PHLEI*-PRODUCERS  
OF CAROTENOIDS

Summary

Biochemical assays have shown that pigmental mutants, *Mycobacterium phlei* obtained under the influence of N-nitrosomethylurea synthesize carotenoids in various ways. Intensively dyed mutants were found to synthesize more carotenoids than did mutants with poor coloration. Thus, a correlation between the dyeing of colonies and carotene formation has been demonstrated. Using the method of correlation dependence, the author has succeeded in isolating the active mutant *Mycobacterium phlei* which synthesized 500 per cent more carotenoids than did the original strain.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Ерохина. Закономерности индуцированной изменчивости у полезных форм микроорганизмов. М., 1964.
2. С. И. Алиханян. Селекция промышленных микроорганизмов. М., 1968.
3. Г. Я. Дараселия. Генетика, т. VII, 8, 1971.
4. Ю. М. Возняковская и Г. Я. Дараселия, Микробиология т. XLI, вып. 5, 1972.
5. Д. И. Сапожников, И. А. Бронштейн-Попова, Т. А. Красовская, А. Н. Маевская. Физиология растений, т. 3, вып. 5, 1956.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Ш. А. БИРКАЯ, Н. Н. БУРКАДЗЕ

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
У БЛИЗНЕЦОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 11.2.1974)

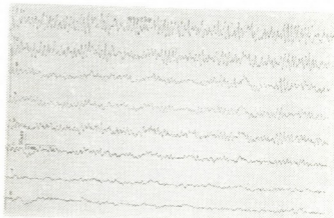
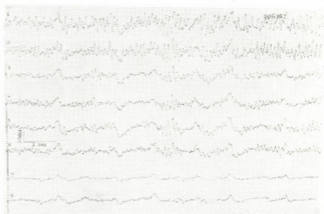
Генетически предопределенные особенности электрической активности коры головного мозга человека могут быть исследованы с помощью близнецового метода: на однойцевых (ОБ) и двуйцевых (ДБ) близнецах.

Установлено [1], что ЭЭГ записи у здоровых монозиготных партнеров-близнецов так же сходны между собой, как ЭЭГ записи, сделанные последовательно у одного и того же субъекта.

Рядом авторов [2—5] также обнаружено у здоровых ОБ сходство в картине ЭЭГ, среди же ДБ более чем в 2/3 случаев по многим параметрам были отмечены различия.

На рис. 1, А, Б приведены ЭЭГ записи ОБ мужчины 57 лет.

Рис. 1. Обозначения: 1, 2—ЭЭГ правой и левой затылочной области; 3, 4—правой и левой теменной; 5, 6—правой и левой височной; 7, 8—правой и левой лобной. В обоих случаях у близнецов отмечается  $\alpha$  и  $\beta$ -ритм одинаковой частоты и амплитуды



Исходя из вышесказанного, мы задались целью изучить у 40 близнецов функциональное состояние коры головного мозга методом электроэнцефалографии, сравнивая показатели ЭЭГ у ОБ и ДБ.

ЭЭГ записывались на 8-канальном чернильнопишущем электроэнцефалографе фирмы «Альвар». Биотоки отводились из восьми симметрично расположенных точек обоих полушарий (затылок, темя, висок и лоб) моно- и биполярным методом.

В обследованной группе близнецов мужчин было 13, женщин — 27, возраст их колебался от 17 лет до 61 года, ОБ было 20, ДБ — 20.

Анализ ЭЭГ показателей близнецов выявил хорошо выраженный  $\alpha$ -ритм у 68,0%, отсутствие  $\alpha$ -ритма у 20,0%,  $\alpha$ -ритм отдельными всплесками у 33,0%, преобладание  $\beta$ -ритма у 35,0% обследуемых.

Межполушарная асимметрия наблюдалась у двух пар близнецов, что составляло 5,0%. Медленный  $\alpha$ -ритм отмечался у 18,0%, дезорганизация биоэлектрической активности на спонтанной ЭЭГ — у 8,0%, синхронный разряд волн — у 20,0% обследуемых.

С целью изучения функционального состояния коры головного мозга применялись: пробы с открыванием глаз, раздражение ритмическим светом нарастающей частоты от 4 до 25 гц, проба на 4-минутную гипервентиляцию.

Депрессия на открывание глаз наблюдалась у большинства обследуемых (88,0%), отсутствие реакции — у 10,0%. Раздражение ритмическим светом нарастающей частоты вызвало депрессию у 68,0%, депрессию и дезорганизацию биоэлектрической активности — у 13,0%, отсутствие реакции было обнаружено у 15,0%. 4-минутная проба на гипервентиляцию выявила на ЭЭГ дезорганизацию биоэлектрической активности у 5,0%, синхронный разряд волн — у 8,0% обследуемых.

На рис. 2, А, Б представлены ЭЭГ записи ДБ женщин 34 лет.

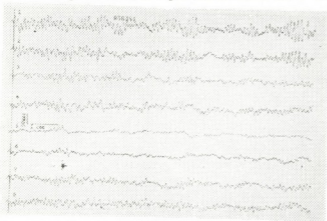


Рис. 2. Обозначения те же, что на рис. 1

На ЭЭГ у ОБ сходство в частоте и амплитуде основных ( $\alpha$  и  $\beta$ ) ритмов выражено более отчетливо, чем у ДБ. Аналогичные изменения констатированы и другими авторами [5].



В двух случаях у ОБ нами обнаружена межполушарная асимметрия, в одном случае только у одного партнера, а во втором у обоих партнеров.

В отличие от ОБ, у ДБ в некоторых случаях одинаково были выражены синхронные разряды волн и отмечались  $\Theta$ -потенциалы. В большинстве случаев ЭЭГ у ДБ были разные, в отличие от ОБ.

ЭЭГ у ДБ близнецов разные. На рис. 2,А отмечается хорошо выраженный  $\alpha$ -ритм высокой амплитуды (60—90—100 мкв), на рис. 2,Б превалирует  $\beta$ -ритм, а  $\alpha$ -ритм представлен отдельными вспышками. На ЭЭГ ДБ отмечается разница в амплитуде и частоте основных ( $\alpha$  и  $\beta$ ) ритмов.

Анализируя ЭЭГ показатели ОБ и ДБ, можно заключить следующее:

1. Изучение функционального состояния коры головного мозга методом ЭЭГ исследований дает возможность выявлять генетически предопределенные особенности электрической активности коры головного мозга у близнецов.
2. ЭЭГ показатели у обоих партнеров каждой пары ОБ идентичны, тогда как у ДБ имеются значительные внутрипарные различия.

Институт экспериментальной и  
клинической терапии  
МЗ ГССР

(Поступило 15.2.1974)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

შ. ბირკაია, ნ. ბურჯაძე

ელექტროენცეფალოგრაფიული მონაცემები ტყუპებში

რეზიუმე

გამოკვლეულ იქნა 40 ტყუპი, მათ შორის 20 მონოზიგოტური და 20 დიზიგოტური ტყუპი 17-დან 61 წლის ჩათვლით. შესწავლილ იქნა თავის ტვინის ფუნქციონალური მდგომარეობა ელექტროენცეფალოგრაფიული მეთოდით. მშპ ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ კარგად გამოხატული  $\alpha$ -რიტმი აღინიშნება 68%, ცალკეული ტალღების სახით 33%,  $\beta$ -რიტმის მოქარბება 35%, ჰემისფეროთა ასიმეტრია 10%; ბიოელექტრული აქტივობის დეზორგანიზაცია აღინიშნებოდა 8%. მშპ მონაცემების მკვეთრმა განსხვავებამ მონო- და დიზიგოტურ ტყუპებს შორის, მონოზიგოტურ ტყუპთა მაჩვენებლების იდენტურობამ საფუძველი მოგვცა მშპ გამოკვლევები გამოგვეყენებინა გენეტიკურ ასპექტში ტყუპების თავის ტვინის ფუნქციური მდგომარეობის შესწავლის მიზნით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Sh. A. BIRKAIYA, N. N. BURJADZE

ELECTROENCEPHALOGRAPHIC INDICES IN TWINS

Summary

The examination involved 40 twins (20 monozygotic and 20 dizygotic) aged between 17 and 61 years. The functional state of the brain was studied by the electroencephalographic method. An analysis of the EEG data demon-



strated a well-expressed  $\alpha$ -rhythm in 68.0%, single waves in 33.0%, prevalence of the  $\beta$ -rhythm in 35.0%, interhemispheric asymmetry in 10.0% and disorganization of bicelectric activity in 8.0% of cases. The sharp difference between the EEG indices in mono- and dizygotic twins warrants the authors' suggestion that EEG examination of twins be resorted to as a means of determining the functional state of the brain from the genetic point of view.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Davis, P. Davis. Arch. Neurol. Psychiatr., 36, 6, 1936, 1214.
2. F. Vogel. Acta Genet., 7, 1957, 334.
3. F. Vogel. Dtsch. med. Wochenschr., 88, 36, 1963, 1748.
4. D. Heuschert. EEG and Clin. Neurophysiol., 19, 2, 1965, 197.
5. Н. Ф. Шляхта. Материалы Московской городской медицинской конференции. 4, 1969, 81.



## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

М. Г. ДЕВДАРИАНИ, М. И. КОХИЯ, А. С. ЛОЛАДЗЕ

### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПЛОДА В ПРОЦЕССЕ РОДОВ (ЗВУКОВОЙ СТИМУЛ) КАК МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПЛОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурдзе 10.1.1974)

По данным ряда авторов [1—3], морфо-функциональная зрелость ц.н.с. человеческого плода к моменту его рождения обеспечивает получение на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) новорожденных как специфического, так и неспецифического ответов в результате внешних раздражений.

Звуковая стимуляция как функциональная нагрузка плода в процессе родов была применена исследователями [4—7], которые при этом наблюдали изменение сердечного ритма у плодов.

Авторы [8], пользуясь методом электроэнцефалографирования, высказывали предположение, что звуковое раздражение можно использовать для выявления относительно слабых, клинических недиагностируемых патологических сдвигов, наступающих при использовании различных лекарственных средств.

Принимая во внимание высокую чувствительность ц.н.с. к недостатку кислорода и те тяжелые последствия, которые развиваются вследствие гипоксии и асфиксии плода, мы задались целью применить метод функциональной нагрузки для наиболее точного определения функционального состояния плода в процессе родов, выявления ранних стадий гипоксии и установления ее тяжести.

О функциональном состоянии головного мозга плода мы судили по данным ЭЭГ плода.

Запись биотоков мозга плода в процессе родов производилась посредством «датчика биотоков мозга плода» в биполярном отведении на электроэнцефалографе «Орион» МБ 5202 [9].

Звуковая стимуляция осуществлялась малогабаритным костным телефоном, расположенным на головке плода, в качестве генератора звуковых сигналов использовался фоностимулятор МБ 5205.

Стимуляция производилась в течение 10 сек постоянным звуком в частотном диапазоне 1000—2000 гц при силе звука 60 дб, интервал между раздражениями составлял 45 сек.

Подача звука начиналась спустя 10—30 минут после начала фоновой записи биотоков головного мозга плода.

Было исследовано 40 доношенных плодов, разделенных нами на две группы: I группу составили 20 рожениц, у которых беременность и роды протекали физиологически, II—20, у которых во время беременности и родов имелся ряд осложнений (анемия беременных, водянка беременных, несвоевременное отхождение околоплодных вод, слабость родовой деятельности и др.).



У плодов I группы фоновая ЭЭГ указывала на нормальное функциональное состояние головного мозга, регистрировалась асинхронная, дизритмичная активность, представленная волнами 1—16 гц амплитудой 10—30 мкв. Ответ на звуковое раздражение был получен у всех 20 плодов. Латентный период длился 4—6 сек: у 15 он был представлен резким снижением амплитуды и уплощением кривой (рис. 1.1), а у 5 наметилась ритмизация медленной активности (рис. 1.11). В результате 1—2-кратной подачи звукового стимула имело место возникновение высокоамплитудных медленных волн, периодически приобретающих групповой характер. После прекращения раздражения ЭЭГ возвращалась к норме. Впоследствии в процессе родов у этих плодов выявились клинические признаки гипоксии. При рождении оценка по шкале Апгар была относительно низкой (7 баллов).

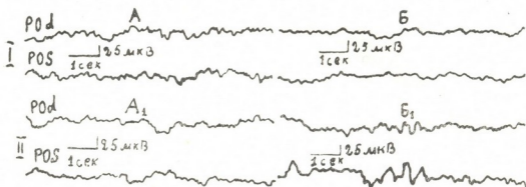


Рис. 1. ЭЭГ плодов, записанная в процессе физиологических родов: I — ист. родов 3309/1042; А — фоновая ЭЭГ (норма); Б — спустя 7 сек после начала звукового раздражения (уплощение кривой); II — ист. родов 1158/260; А<sub>1</sub> — фоновая ЭЭГ (норма); Б<sub>1</sub> — спустя 7 сек после начала звукового раздражения (синхронизация активности и группировка медленных волн)

У плодов II группы регистрировалась патологическая биоэлектрическая активность головного мозга, волны 1—3 гц амплитудой 20—25 мкв составляли основной фон записи и периодически приобретали ритмический характер. Амплитуда волн, представляющих групповую ритмическую активность, несколько превышала основной вольтаж, достигая 25—35 мкв. У этих плодов в результате звукового раздражения наблюдались: 1) десинхронизация активности — у 12 (рис. 2, I), 2) усиление существующей синхронизации — у 5 (рис. 2, II) или 3) отсутствие ответа — у 3. При рождении относительно хорошее клиническое состояние (6—7 баллов по шкале Апгар) было отмечено у тех новорожденных, у которых на звуковой стимул был получен эффект десинхронизации, т. е. снижение вольтажа медленных волн и исчезновение групповой ритмической активности. У остальных оценка по шкале Апгар была низкой и период новорожденности протекал с осложнениями.

На основании наших данных следует полагать, что нормальной реакцией на внешнее раздражение у здоровых, доношенных плодов, является уменьшение общего вольтажа биоэлектрической активности головного мозга и уплощение кривой, в чем и выражается реакция активации у новорожденных в первые дни жизни [4].

При патологическом функциональном состоянии головного мозга плода звуковой стимул может вызвать исчезновение имеющейся син-



хронизации: после подачи звукового стимула группировка медленных волн или не наблюдается, или выражена значительно слабее. Такая реакция, как показал анализ полученных данных, является прогностически наиболее благоприятной и указывает на неглубокое повреждение мозговых клеток.

В тех же случаях, когда звуковой стимул вызывает усиление имеющейся групповой ритмической активности и углубление патологии на ЭЭГ, следует предполагать наличие значительной гипоксии с серьезными последствиями.

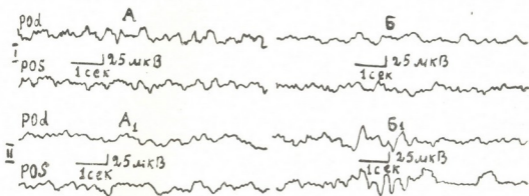


Рис. 2. ЭЭГ плодов, записанная в процессе патологических родов: I — ист. родов 1334/329; А — фоновая ЭЭГ (патология); Б — спустя 6 сек после начала звукового раздражения (десинхронизация); II — ист. родов 294/62; А<sub>1</sub> — фоновая ЭЭГ (патология); Б<sub>1</sub> — спустя 6 сек после начала звукового раздражения (усиление имеющейся синхронизации)

Особый интерес заслуживают наблюдения, где синхронизация электрической активности головного мозга и возникновение групповой ритмической активности на звуковой стимул были получены при физиологически протекающей беременности и родах и нормальной фоновой ЭЭГ.

То, что такая ответная реакция на функциональную нагрузку предшествовала клиническому и электроэнцефалографическому выявлению патологии, бесспорно указывает на ее диагностическое значение, т. е. на то, что при компенсированных состояниях метод функциональной нагрузки может выявить ранние стадии страдания плода.

Одним из видов патологической реакции на звуковой стимул, по нашим данным, следует считать отсутствие ответа на ЭЭГ плода. Оно, по-видимому, обусловлено предельной инертностью нервных процессов в условиях кислородного голодания и повышенного ацидоза.

Таким образом, функциональная нагрузка плода в процессе родов посредством подачи звукового стимула может быть использована для ранней диагностики гипоксических состояний и ближайшего прогноза.

მ. დევდარიანი, მ. კოხია, ა. ლოლაძე

მშობიარობის პროცესში ადამიანის ნაყოფის ფუნქციონალური  
 დატვირთვა (გვერდითი გაღიზიანება), როგორც მისი  
 მდგომარეობის განმსაზღვრელი მეთოდი

რეზიუმე

ადამიანის დროულ ნაყოფზე მშობიარობის პროცესში ჩატარებულმა დაკვირვებებმა ცხადყვეს, რომ ფუნქციონალური დატვირთვა ბგერითი გაღიზიანების სახით საშუალებას იძლევა გამოვლენილ იქნეს მცირედი პათოლოგიები, რომლის დადგენა ფუნქციონალური დატვირთვის გარეშე არ არის შესაძლებელი.

იმ შემთხვევაში კი, როცა ნაყოფის ფონური ელექტროენცეფალოგრამა მიუთითებს თავის ტვინის პათოლოგიურ ფუნქციონალურ მდგომარეობაზე, ბგერითი გაღიზიანების საშუალებით შესაძლებელია დადგენილ იქნეს პათოლოგიის ხარისხი და პროგნოზი დაბადების შემდეგ უახლოეს პერიოდში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

M. G. DEVDARIANI, M. I. KOKHIA, A. S. LOLADZE

THE FUNCTIONAL LOAD OF THE FETUS IN THE PROCESS  
 OF DELIVERY (SOUND STIMULUS) AS A METHOD OF  
 DETERMINING THE STATE OF THE FETUS  
 (ELECTROPHYSIOLOGICAL INVESTIGATION)

Summary

Investigations involving a mature human fetus in the process of delivery have shown that a functional load, e. g. a sound irritant, enables the identification even of a slight pathology that cannot be determined without this functional load. In cases when the background EEG of the fetus points to a pathological functional state of the brain it is possible to determine the degree of pathology and prognosis for the next few days.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Саркисов. Развитие мозга ребенка. Л., 1965.
2. А. А. Волохов. Очерки по физиологии нервной системы в раннем онтогенезе. Л., 1968.
3. Д. А. Фарбер. Функциональное созревание мозга в раннем онтогенезе. М., 1969.
4. А. К. Bartoshuk. J. Comp. Physiol. Psychol., 1962, 55, 1, 9-13.
5. L. W. Sontag, R. F. Wallace. Am. J. of Diseases of Children, 1963, 51, 3, 583-589.
6. B. Dwornicka, A. Jasienska, W. Smalarz, R. Wawryk. Acta Oto-laryngologica, 1964, 57, 6.
7. С. N. Smyth, R. I. Bench. Сб. «Достижение медицинской и биологической функции». М., 1971, 175-178.
8. Е. Н. Ноп, Е. I. Quilligan, P. I. Disala. Сб. «Достижение медицинской и биологической техники». М., 1971, 174-175.
9. М. Г. Девдариани. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973, 186-188.



УДК 634.8:581.1

БИОХИМИЯ

Э. Г. КИРТАДЗЕ

## УСВОЕНИЕ И ПРЕВРАЩЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ДРОЖЖАМИ ПРИ ВТОРИЧНОМ СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 28.1.1974)

В процессе спиртового брожения дрожжами частично усваиваются и превращаются основные и вторичные продукты брожения [1, 2]. Углероды ацетальдегида, уксусной кислоты, глицерина, молочной и янтарной кислот усваиваются дрожжами в процессе как первичного, так и вторичного спиртового брожения [1, 3]. Изучение основных путей превращения этих соединений при вторичном спиртовом брожении имеет важное значение для исследования процессов шампанизации вина. Продукты первичного спиртового брожения не просто усложняют бродильную среду, но могут заметно влиять как регуляторные факторы на углеводный окислительный метаболизм.

Целью настоящей работы являлось изучение продуктов превращения одного из основных вторичных продуктов — уксусной кислоты при вторичном спиртовом брожении.

Опытные образцы были получены в результате вторичного брожения тиражной смеси. В качестве бродильного агента были использованы винные дрожжи *Sacch. vini* Кахури-7. Радиоактивный ацетат вносился в опытные образцы в количестве около 0,5  $\mu$  Ci на 1 мл вина. Шампанизация проводилась при температуре 14—16°C. Анализы дрожжей и вина, а также отдельных фракций органических кислот и аминокислот проводились после окончания основного брожения по ранее опубликованной методике [3, 4]. Радиоактивность пятен определялась на сцинтилляционном спектрометре СЛ-30.

Уксусная кислота используется в биосинтетических процессах при развитии пивных и хересных дрожжей на полноценной питательной среде [2, 5, 6]. Уксусная кислота интенсивно включается в биомассу и в процессе усиленного размножения и почкования винных дрожжей [7].

Наши опыты показали, что углероды уксусной кислоты в процессе вторичного брожения устойчиво включаются в биомассу и используются для построения белковых и свободных аминокислот дрожжей (табл. 1). Более точным сцинтилляционным методом определения радиоактивности дрожжей установлено, что удельная активность дрожжей при усвоении углерода метильной группы ацетата почти в 3 раза превосходит активность дрожжей при усвоении углерода карбоксильной группы. Такое различие в усвоении углерода отдельных групп обусловливается не только природой функциональных групп источников углерода, но и их влиянием на метаболизм отдельных соединений в дрожжах [8]. Однако оба углерода уксусной кислоты используются для биосинтеза некоторых аминокислот различного генетического происхождения (глицин, метионин, фенилаланин).



Включение углеродов уксусной кислоты в аминокислоты дрожжей

Соединения, внесенные в тиражную смесь до начала брожения	Удельная активность дрожжей, $10^9$ имп/млн на 10 мг	Распределение радиоактивности между фракциями свободных и белковых аминокислот, %		Радиоактивность идентифицированных аминокислот, % от общей радиоактивности фракций	
		Свободные аминокислоты	Белковые аминокислоты	Свободные аминокислоты	Белковые аминокислоты
$1C^{14}$ -уксусная кислота	1:3,9	9,0	91,0	Лейцин 4,7; изолейцин 20,0; x 75,3	Глицин 20,8; метионин 32,2; лейцин 10,4; изолейцин 3,9; $\beta$ -фенилаланин 25,4; x 7,3
$2C^{14}$ -уксусная кислота	4:6,0	6,8	53,2	$\beta$ -Аланин 1,7; валин 1,7; метионин 0,7; лейцин 4,2; изолейцин 16,7; x 75,0	Глицин 12,2; $\alpha$ -аланин 2,7; $\beta$ -аланин 8,0; цистеин 8,0; аспарагиновая к-та 16,9; валин 3,1; метионин 26,8; пролин 0,6; лизин 11,1; $\beta$ -фенилаланин 17,8

Таблица 2

Включение углеродов уксусной кислоты в органические кислоты и аминокислоты вина

Соединения, внесенные в тиражную смесь до начала брожения	Радиоактивность идентифицированных соединений, % от общей радиоактивности фракций	
	Органические кислоты 100%	Аминокислоты 100%
$1C^{14}$ -уксусная кислота	Щавелевая 1,6; глиоксалевая 21,7; гликолевая 4,8; янтарная 51,3; фумаровая 11,5; яблочная 4,8; x 3,9	Треонин 8,1; $\gamma$ -аминомасляная к-та 11,1; глутаминовая к-та 27,3; валин 12,2; метионин 16,2; пролин 6,1; лейцин 8,0; $\beta$ -фенилаланин 1,0;
$2C^{14}$ -уксусная кислота	Щавелевая 1,3; глиоксалевая 25,3; гликолевая 10,1; янтарная 32,8; фумаровая 17,2; яблочная 8,4; лимонная 0,5; x 4,4	Треонин 3,7; $\gamma$ -аминомасляная к-та 49,6; глутаминовая к-та 1,9; валин 19,1; метионин 9,6; лейцин 0,9; изолейцин 1,9; $\beta$ -фенилаланин 1,9; триптофан 11,4

За счет превращения  $1C^{14}$  и  $2C^{14}$ -уксусной кислоты в дрожжах при вторичном спиртовом брожении радиоактивными оказываются органические кислоты и аминокислоты вина. Как показывают данные табл. 2, метильные и карбоксильные углероды ацетата включаются не только в цикл Кребса, но и в другие органические кислоты. В процессе вторичного брожения, по-видимому, функционируют как цикл Кребса, так и глиоксалатный цикл. Однако следует отметить, что малое содержание кислорода в бродящей среде заметно ограничивает функционирование этих циклов. В результате этого возможность активирования экзогенного ацетата для дальнейшего окисления уменьшается. Образование дикарбоновых кислот в этих условиях можно представить и конденсацией двух молекул ацетата в виде  $C_2-C_2$ -соединения. На возможность такого окислительного превращения указывают и другие авторы [9—12]. Таким превращением можно было бы объяснить накопление значительного количества янтарной кислоты (табл. 2). Вместе с тем, повышенная концентрация углекислого газа могла подавлять активность сукцинатаоксидазной системы митохондрий [13].

Сопоставлением радиоактивности аминокислотного состава белков дрожжей и вина (табл. 1 и 2) выявлено, что аминокислоты вина, образованные с использованием  $1C^{14}$  и  $2C^{14}$ -уксусной кислоты, не являются результатом автолиза дрожжей, а представляя собой продукты функционирования нормальных дрожжевых клеток. С высоким содержанием глутаминовой и  $\gamma$ -аминомасляной кислот среди аминокислот вина может быть связано накопление янтарной кислоты.

Сумма радиоактивности дрожжей и вина при усвоении  $1C^{14}$  и  $2C^{14}$ -ацетата показывает, что почти половина внесенного в среду уксусной кислоты усваивается и превращается дрожжами.

Таким образом, в процессе шампанизации вина в биосинтетических процессах используются оба углерода уксусной кислоты. При этом углероды метильных и карбоксильных групп ацетата частично окисляются до  $CO_2$ . Большая часть усвоенного дрожжами углерода уксусной кислоты принимает участие в образовании органических кислот и аминокислот вина.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 1.2.1974)

ბიოქიმია

მ. კირთაძე

ძმარმუშავას შემთვისება და გარდაქმნა საფუძრების  
მიერ მეორეულ სპირტულ დუღილში

რეზიუმე

მეორეული სპირტული დუღილის დროს საფუძრები ბიოსინთეზურ პროცესებში იყენებენ ძმარმუშავას ნახშირბადოვან ჩონჩხს. აცეტატის მეთილისა და კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადები ერთეებიან საფუძრის ცილისა და თავისუფალი ამინომჟავების სინთეზში. საფუძრების მიერ შეთვისებული ძმარმუშავას მნიშვნელოვანი ნაწილი მონაწილეობას ლებულობს ღვინის სხვადასხვა კომპონენტების, განსაკუთრებით კი ორგანული მჟავებისა და ამინომჟავების ბიოსინთეზში.

E. G. KIRTADZE

UPTAKE AND TRANSFORMATION OF ACETIC ACID BY  
YEASTS DURING SECONDARY ALCOHOLIC FERMENTATION

## Summary

Both carbons of acetic acid were found to be utilized by yeasts in the process of wine champagnization. The carbons of the methyl and carboxylic groups of acetate are incorporated into the free amino acids and protein amino acids of yeasts. The major part of the assimilated carbons of acetic acid is used in the formation of the organic- and amino acids of wine.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Труды Тбилисского бот. ин-та АН ГССР, XXII, 1962.
2. И. Я. Веселов, Н. В. Покровская, С. С. Рылкин. Труды Всесоюзного ин-та пивоваренной промышленности, вып. VI, 1957.
3. Э. Г. Киртадзе. Сообщения АН ГССР, 49, № 2, 1958.
4. Э. Г. Киртадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971.
5. С. С. Рылкин, Н. В. Покровская. Микробиология, 28, 4, 1959.
6. А. А. Мартаков. Биологическое строение вин. М., 1972.
7. С. В. Дурмишидзе. Проблемы эволюционной и технической биохимии. М., 1964.
8. A. H. Ruse, J. S. Harrison. Physiology and Biochemistry of Yeasts, v. 2. London, New York, 1971.
9. В. З. Гваладзе. Корреляция между продуктами алкогольного брожения. Тбилиси, 1936.
10. L. Genevois. Ind. Agric. Alem., v. 69, 1952.
11. M. Lafon. Ann. Inst. Nat. Rech., v. 4, 1955.
12. M. Strassmann, S. Weinhouse. J. Am. Chem. Soc., v. 74, 1952.
13. D. S. Bendall, S. L. Ranson, D. A. Walker. Biochem. J., v. 76, 1960.



Э. Ш. ХУЦУРАУЛИ, Е. Н. ЦВЕРАВА

## БРАДИКИНИНОГЕН И АКТИВНОСТЬ КИНИНАЗ ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ МИЕЛОЛЕЙКОЗЕ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 8.1.1974)

Интерес к изучению кининовой системы определяется активным ее участием в физиологических и патологических состояниях организма.

Из числа патологических процессов, в генезе которых кининовая система, по-видимому, играет главную или подчиненную роль, следует назвать воспаление [1—4], ревматизм [5], бронхиальную астму [6, 7], шоки различной этиологии [8—10]. Что же касается лейкозов, в частности хронического миелолейкоза, в доступной нам литературе мы не сумели найти никаких данных.

Известно, что «полиморфноядерные» лейкоциты содержат кининообразующую и кининразрушающую активность [4, 11, 12], причем их кининообразующие энзимы не идентичны с калликреином, так как ингибиторы калликреина не действуют на энзимы лейкоцитов [13].

По данным некоторых авторов [4, 11, 13, 14], лейкоцитные энзимы отличаются от плазменных кининообразующих и кининразрушающих энзимов. Эти энзимы при определенных условиях (рН) могут образовывать кинины (PMN-кинин), которые отличаются от плазменных кининов большей активностью. На основании этих данных можно предположить, что кинины играют определенную роль в течении лейкоза, в том числе и хронического миелолейкоза. Исходя из этого, мы поставили целью изучить состояние кининовой системы при хроническом миелолейкозе.

Для оценки состояния кининовой системы мы определяли уровень кининогена и активность кининаз в плазме крови. В настоящее время определению содержания кининогена и кининазной активности в плазме крови придает большое значение, так как практически только по уровню этого предшественника кининов—кининогена имеется реальная возможность судить о состоянии кининовой системы в организме.

Содержание кининогена определяли по методу Диница и Карвалго в модификации Т. С. Пасхиной и Г. П. Егоровой и выражали в микрограммах брадикинина.

Активность кининаз в плазме крови определяли биохимическим методом Ринвика и соавт. в модификации Т. С. Пасхиной и соавт. [14].

Состояние кининовой системы плазмы крови при хроническом миелолейкозе было изучено у 21 больного в возрасте от 20 до 70 лет в динамике заболевания. Контрольной группой служили 30 здоровых лиц от 20 до 70 лет.

Наши наблюдения показали, что у здоровых лиц количество кининогена колеблется в пределах 3—5 мкг/мл, активность кининаз — 0,06—0,08 мл/плазмы. У обследованных же нами больных с хроническим миелолейкозом при поступлении в стационар НИИ гематологии

и переливания крови МЗ ГССР наблюдалось снижение количества кининогена, которое было равно в среднем  $M=1,6$  мкг/мл, активность кининаз составляла  $M=0,114$  мл/плазмы.

У 6 из всех обследованных нами больных с хроническим миелолейкозом наблюдалось особо резкое снижение кининогена ( $M=1,07$  мкг/мл) и кининазной активности ( $M=0,13$  мл/плазмы). У этих больных отмечались бластный криз, резко повышенное число лейкоцитов и большое количество бластных клеток в костном мозге и в периферической крови.

Исследование больных в клинике показало, что у 19 после проведенного лечения и улучшения клинико-гематологического статуса содержание кининогена и активность кининаз в плазме крови несколько повышалось (соответственно  $M=2,87$  мкг/мл и  $M=0,089$  мл/плазмы), однако в большинстве случаев эти показатели не достигали нормы.

В 2 случаях при клинически тяжелом состоянии больных уровень кининогена и активность кининаз имели тенденцию к повышению. Последующие наблюдения показали, что у этих лиц в очень короткий срок наступало улучшение как гематологических показателей крови, так и клиннки больного.

У 2 больных, несмотря на проведенное лечение, клиническое состояние оставалось тяжелым. Показатели кининовой системы снизились, и на 4-й день после последнего анализа наступил бластный криз.

Исходя из литературных данных [2, 11—13], указывающих на наличие кининообразующих энзимов в лейкоэмических клетках, и на основании собственных наблюдений можно предположить, что в снижении уровня кининогена и кининазной активности плазмы крови у больных с хроническим миелолейкозом лейкоэмические лейкоциты, особенно бластные клетки, могут играть важную роль как источник кининмобилизующих энзимов.

Кроме того, изучение больных в динамике заболевания дало нам возможность выявить изменения в компонентах кининовой системы, которые могут иметь прогностическое значение. Так, ухудшению или улучшению состояния больных предшествуют соответствующие изменения в компонентах этой системы.

Таким образом, полученные нами данные показали, что у больных с хроническим миелолейкозом уровень кининогена и кининазной активности плазмы крови понижен, особенно резко при бластных кризах и в терминальной стадии заболевания.

Снижение количества кининогена и кининазной активности плазмы крови, по-видимому, зависит от высоты лейкоцитоза и от большого количества бластных клеток, которые, по мнению ряда авторов [2, 11, 13], являются источником кининообразующих и кининазирующих энзимов.

Институт гематологии и  
переливания крови  
им. акад. Г. М. Мухадзе  
МЗ ГССР



მ. ხუცურაული, ე. წვერავა

ბრადიკინინოგენის და კინინაზის აქტივობის ცვლილება  
პრონიკული მიელოლეიკოზის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია კინინების სისტემის ზოგიერთი კომპონენტის (კინინოგენი, კინინაზის აქტივობა) მდგომარეობა ქრონიკული მიელოლეიკოზით დაავადებულ პირებში. კინინოგენის დონე და კინინაზის აქტივობა გამოკვლეული იყო დინამიკაში. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ქრონიკულ მიელოლეიკოზს ახასიათებს კინინების სისტემის აქტივაცია, რაც გამოიხატება კინინოგენის დონის და კინინაზის აქტივობის დაქვეითებაში. დაქვეითება უფრო მკვეთრად არის გამოხატული კრიზისის დროს. გაუმჯობესებასთან ერთად კინინოგენის დონე და კინინაზის აქტივობა მატულობს, მაგრამ ნორმამდე არ აღწევს.

BIOCHEMISTRY

E. Sh. KHUTSURAULI, H. N. TSVERA VA

BRADYKININOGEN AND KININASE ACTIVITY OF THE  
BLOOD PLASMA DURING CHRONIC MYELOLEUCOSIS

Summary

Changes in some components (kininogen, kininase activity) of the kinin system have been studied in patients with chronic myeloleucosis. The kininogen level and kininase activity were determined in dynamics.

Chronic myeloleucosis has been found to be characterized by activation of the kinin system, manifested in a fall of the kininogen level and kininase activity. This fall is particularly acute during crisis. The kininogen level and kininase activity increase with the improvement of the patient's condition never attaining the norm, however.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Shimamoto, H. Maezawa, H. Jamazaki, T. Atsumi, T. Fujita, T. Ishioka, T. Sunaga. *J. Heart.*, 1965, 71, 297.
2. L. M. Greenbaum. *Federat. Proc.*, 1938, №27, 90-91.
3. M. Rocha a Silva, A. Antonio. *Med. Exp. Basel*, 1960, 3, 371.
4. H. Lachariae, S. Henningsen *et al.* *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 107, 85-94, 1969.
5. Т. С. Пасхина и др. *Вопр. мед. химии*, № 2, т. XVII, № 2.
6. F. Sicuteri. In 3 *Int. Pharmacol. Congr. Symposium on vaso-active polypept'ides*. Brasil., 1966, 24.
7. H. Herxheimer, E. Stresemann. *Arch. Int. Pharmacodin*; 1963, 144, 315.
8. И. А. Овчин, П. Я. Гапонюк. Сб. «Химические факторы регуляции активности и синтеза ферментов», 1969, 248—274.
9. I. Lecomte. *C. R. Soc. Biol.*, 1963, 154, 1965.
10. W. Fal. *Arch. Immun. Therap. Exp.*, 1969, 17, 407-420.
11. M. Lowel *et al.* *Bradykinin and Related Kinins*. Pl. Press. N. Y-L., 1970, 39-45.
12. I. Schwab. *Nature*, 195, 1962, 345-347.
13. L. M. Greenbaum, K. S. Kim. *Br. J. Pharm. Chemotherapy*, 1967, 29, 238-247.
14. Т. С. Пасхина, Г. П. Егоров, В. П. Зыкина, А. Л. Лауфер, С. С. Трапезникова, Е. Е. Шимонаева. Сб. «Современные методы в биохимии». М., 1968, 232—261.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

М. З. МАЧАВАРИАНИ, Ц. К. БЕГИШВИЛИ

СОДЕРЖАНИЕ  $\alpha$ -КЕТОГЛУТАРОВОЙ КИСЛОТЫ В КЛУБЕНЬКАХ  
ГОРОХА

(Представлено академиком М. Н. Сабашвили 3.3.1974)

Важную роль в усвоении аммиака играют кетокислоты. Свободные кетокислоты клеток *Rhizobium* и клубеньков бобовых растений изучены слабо, в то время как дикарбоновые кетокислоты,  $\alpha$ -кетоглутаровая и щавелевоуксусная, являются непосредственными участниками процесса азотфиксации [1]. Изучением кетокислот занимался ряд авторов [2—4].

В настоящей работе мы определили количество  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в клубеньках гороха в стадии бутонизации и цветения. Методику брали из разных источников [5, 6]. Методика опытов: 3 г клубеньков гомогенизировали в охлажденной ступке с 10 мл дистиллированной воды и количественно переносили в колбу, куда добавляли 1,2 г метафосфорной кислоты. После растворения колбочку в течение 1 часа выдерживали в холодильнике для осаждения белков. Осадок белка отделяли 10-минутным центрифугированием при 1500 г, к супернатанту добавляли 3 мл 0,2%-ного раствора дипитрофенилгидразина в 2 N соляной кислоте и оставляли на 30 минут при комнатной температуре. Оптическую плотность измеряли на ФЭК-56 с синим светофильтром.

Кроме того, мы попытались проследить содержание  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в клубеньках в зависимости от процесса азотфиксации. Для опыта использовали клубеньки гороха, бактеризованные активным штаммом 36 и малоактивным 11.

По полученным нами данным, до цветения в стадии бутонизации в активном штамме содержится больше  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты, чем в малоактивном. После цветения же разница между ними исчезает, к тому же активные клубеньки отличаются на данном этапе развития тем, что в них, вероятно, протекает процесс азотфиксации. Наши результаты сходятся с данными [7]. Таким образом, клубеньки, бактеризованные активным штаммом, по-видимому, могут отличаться повышенным содержанием  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты на ранних этапах развития растения.

Результаты опытов по определению  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в клубеньках гороха представлены в таблице.

Содержание  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в клубеньках гороха

Активность штамма	№ штамма	Сухой вес од-ного растения, % к контролю	Содержание $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты, Мг абсолютно-сухого веса клубеньков	
			Бутонизация	Цветение
Активный	3 6	1 9 0	125,0·10 <sup>-6</sup>	66,4·10 <sup>-6</sup>
Малоактивный	1 1	1 2 2	57,5·10 <sup>-6</sup>	61,2·10 <sup>-6</sup>

Примененный нами метод при дальнейшей разработке, при большом наборе штаммов, возможно, окажется полезным для предварительной оценки активности штаммов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт ботаники

(Поступило 7.3.1974)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

მ. მახავარიანი, ც. ბეგიშვილი

$\alpha$ -კეტოგლუტარის მჟავის შემცველობა ბარდის  
 კოჰრის ბაქტერიებში

რეზიუმე

ჩვენი გამოკვლევის თანახმად  $\alpha$ -კეტოგლუტარის მჟავის დიდი რაოდენობით ხასიათდება (მცენარის გაწვითარების ადრეულ ეტაპზე) აქტიური შტამით ბაქტერიზებული კოჰრები.

ყვავილობის ფაზის შემდეგ სხვაობა ბაქტერიზებულ კოჰრებს შორის აღარ შეიმჩნევა.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

M. Z. MACHAVARIANI, Ts. K. BEGISHVILI

THE  $\alpha$ -KETO-GLUTARIC ACID CONTENT IN TUBERCLES  
 OF THE PEA (*PISUM SATIVUM*)

Summary

According to the data obtained, the active strain, *Rhizobium leguminosarum* of the pea (*P. sativum*) before blossoming contains more  $\alpha$ -keto-

glutaric acid than does the less active one. Thus, in the early stages of the plant development pea tubercles bacterized with an active strain may be characterized by an increased content of  $\alpha$ -keto-glutaric acid.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Кретович, В. Л. Любимов. Ж. Природа, № 12, 1964.
2. М. М. Волосков. Кето- и альдегидокислоты активных и малоактивных штаммов *Rhizobium*. Автореферат, Кишинев, 1970.
3. В. Л. Кретович, З. Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева, О. Н. Заргарян, Е. М. Мартынова. ДАН СССР, 185. М., 1969а.
4. В. Л. Кретович, З. Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева, О. Н. Заргарян, Е. М. Мартынова. Изв. АН СССР, Сер. биол. № 2, 1969в.
5. И. М. Хайс, К. Л. Мацек. Хроматография на бумаге. М., 1962.
6. D. C. Cavallini, N. Frontali. Biochim. Biophys. Acta, 13, №3, 1954.
7. Р. Р. Олейников, Н. М. Шемаханова. Микробиология, 12, вып. 1, 1972.



ჯ. ხაბთასი

პერხვის პატარა ხარაბუხას (*SAPERDA POPULNEA L.*)  
ბიოლოგიის შესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ონიანმა 22.2.1974)

ჩვენი რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის შემდგომი განვითარების ინტერესები მოითხოვენ მინდორსაცავი ტყის ზოლების შემდგომ გაფართოებას. მინდორსაცავი ტყის ზოლების ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია ვერხვი, რომელიც ზიანდება სხვადასხვა სახეობის მავნე მწერებისაგან. მათ შორის თავისი მავნე მოქმედებით განსაკუთრებით გამოირჩევა ვერხვის პატარა ხარაბუხა.

სეკლევარტა [1, 2] მონაცემებით ეს მავნებელი აზიანებს ბალხამის ვერხვს, შავ ვერხვს, თეთრ ვერხვს და ტირიფებსაც: მდგნალს, წნორს, მყიფე ტირიფს, საკალაფე ტირიფს და სხვ.

ვერხვის პატარა ხარაბუხას ბიოლოგიაზე დაკვირვებას ვატარებდით 1968—1970 წლებში ვარიანის მეხილეობის ტერიტორიაზე, ქ. თბილისის ვაკის პარკის სათბურის ტერიტორიაზე, გორის, კასპის, მცხეთის და სხვა რაიონებში. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ვერხვის პატარა ხარაბუხა გავრცელებულია ყველგან, სადაც კი მისი მკვებავი მცენარეებია გაშენებული. მაგრამ ყველაზე მეტი ზიანი მოაქვს, ჩვენი დაკვირვებით, გორის რაიონში, კერძოდ ვარიანში, მერეთში, კარალეთში, ქიწნისში და სხვა. საკმაოდ ფართოდაა იგი გავრცელებული სამგორის, გარდაბნის და სხვა რაიონებში. დადასტურდა ლიტერატურული ცნობები იმის შესახებ, რომ აღნიშნული მავნებელი აზიანებს ალვის ხეს, ვერხვს და ტირიფს. ამავე დროს ყველგან უმეტესად ზიანდება ალვის ხე და ვერხვი, იშვიათად ტირიფი. გამოვლინებულ იქნა ალვის ხისა და ვერხვის სხვადასხვა ჯიშის ამ მავნებლისაგან დაზიანების თითქმის ერთნაირი ხასიათი.

ლიტერატურის მიხედვით ვერხვის პატარა ხარაბუხას აქვს ორწლიანი გენერაცია და მხოლოდ ტყე-ველის სამხრეთ ნაწილში აღნიშნულია მავნებლის ერთ წელიწადში განვითარება [3].

ჩვენი დაკვირვებით მავნებელს საკვლევ ტერიტორიაზე ახასიათებს ორწლიანი გენერაცია. ვერხვის პატარა ხარაბუხას ხოჭოები ფრენას იწყებენ მაისის დასაწყისში და ფრენა გრძელდება ივნისის ბოლო რიცხვებამდე. კვერცხის დება მიმდინარეობს ივნისში. ივლისის პირველ დეკადაში კვერცხიდან გამოდის მატლი, რომელიც იჭრება მერქანში და იწყებს დაზიანებას. მატლის საზიანო მოქმედება გრძელდება ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე, რის შემდეგ იგი გადადის მესამე რიგში. მესამე რიგში მატლი გამოდის მეორე წლის მარტის მესამე დეკადადან და ზიანი მოაქვს ოქტომბრის მეორე დეკადადმდე, რის შემდეგ მატლი მეორედ ზამთრობს და იჭურავს მესამე წლის მარტის მესამე დეკადაში.

ხოჭოები კვერცხის დებისა და შეწყვილების დაწყებამდე დამატებით იკვებებიან ტოტების თხელი ქერქით, ფოთლებითა და ყუნწებით. ასეთი დამატებითი კვების გამო ხმევა ახალგაზრდა ტოტები.

იმაგოს დამატებითი კვება პირველ კვერცხდებამდე ლაბორატორიულ პირობებში 6—12 დღეს გრძელდება, კოპულაციის ხანგრძლივობა კი 2,5—6 საათია. მხოლოდ ერთხელ იქნა შემჩნეული 9-საათიანი კოპულაცია. ამ დროს მდედრი ხარაბუხა ამოღრღნის კვერცხის ჩასადებად ნალისებური ფორმის 45. „ზოამბე“, ტ. 74, № 3, 1974

მცირე ზომის ღრმულებს, რომელთა შიგნით მავნებელი აკეთებს რამდენიმე განივ ღარს. ღრმულები თავის ღია ბოლოთი მიმართულია ზევით. ნაღისებრი ღრმულები კეთდება 5—8 მმ დიამეტრის ღეროზე ან ტოტებზე, რაც, ჩვენი აზრით, იმით უნდა იყოს გაპირობებული, რომ ასეთი პატარა ტოტების კანი შედარებით ნაზია, რაც უადვილებს მავნებელს მის ამოღონას.

თითოეულ ნაღისებრ ღრმულში ხარაბუხა დებს თითო კვერცხს. კვერცხი ნაზი, ოვალური და თეთრია. ქერქის ქვეშ კვერცხები სინახის გამო ხშირად იქცევიან. კვერცხის სიგრძეა 1,9—2,9 მმ.

კვერცხის ემბრიონალური განვითარება გრძელდება დაახლოებით ორ კვირას, კვერცხიდან გამოდის მოთეთრო-მოყვითალო ფერის მატლები; როგორცაა სიგრძე 2,1—3,1 მმ ფარგლებში მერყეობს. კვერცხიდან გამოსული მატლი რამდენიმე ხნის განმავლობაში იკვებება ქერქით, ამთავრებს ზრდა-განვითარებას, რის შემდეგ აკეთებს ერთ ვიწრო, განივ სასველეს, რომელიც შემორგოლავს ტოტს ან ღეროს. შემოდგომაზე მთელი რგოლისებრი სასველი და ცენტრალური სასველის ქვემო ნაწილი მჭიდროდ ამოივსება ნაღრბით, სადაც მატლი იხამთრებს. მეორე წლის განახლებულზე კი მიმდინარეობს დაქუბრება ცენტრალური სასველის ზემო ნაწილში, საიდანაც 2—3 კვირის განმავლობაში ხოჭო გამოდის (მაის-ივნისში).

ქუბრიდან ახლად გამოსული ხოჭო სუსტად შეფერილია და ნაზი. ქიტინისებრი ნაწილის გამაგრება გრძელდება 1—2 დღეს. მხოლოდ ამის შემდეგ ხოჭო გამოღრბნის გამოსაფრენ სასველეს და ტოტებს ქუბრის აკვანს.

ვერხვის პატარა ხარაბუხას რიცხობრივობის შეზღუდვაში დიდ როლს თამაშობს ზოგიერთი პარაზიტი: ტახინა, იხნევმონიდები, ავგრთვე კოდალები. კოდალა ნისკარტით ხსნის მხოლოდ ისეთ გალესს, რომელშიც მატლია მოთავსებული, მაგრამ ბუნებრივი მტრისაგან ხარაბუხის რიცხობრივობის შემცირება ძალიანად არ ახშობს მისი გამრავლების შესაძლებლობას. ამიტომ საჭიროა აღნიშნული მავნებლის წინააღმდეგ ჩატარდეს ქიმიური ბრძოლის ღონისძიებებიც, რომელსაც სადღეისოდ წამყვანი ადგილი უჭირავს.

აღნიშნული მავნებლის მატლის ფაზის წინააღმდეგ ჩვენ გამოვცადეთ სხვადასხვა შხაპქიმიკატები: კარბოფოსი, ქლოროფოსი და პრეპარატი პლპ.

ცდები ჩატარდა ვერხვის 5-წლიან კულტურებში ზურგსაკიდი აპარატით, ავტომაქსით. დამუშავდა 70 ხე.

მავნებლის ბიოლოგიიდან გამომდინარე I და II ხნოვანების მატლები, განსაკუთრებით I ხნოვანების მატლები, იმყოფებიან ვერხვის ქერქის ზედა ფენაში, სადაც ისინი იკვებებიან. აღნიშნულ ფენაში შხამი ადვილად იჭრება და მოქმედებს მავნებელზე. რაც შეეხება III—IV ხნოვანების მატლებს, ისინი შედარებით ღრმად იჭრებიან და მავნებლის მიერ დაზიანებულ ადგილში წარმოიქმნება გალი, რომელიც აძნელებს შხამის შეჭრას მავნებლის ადგილსამყოფელმდე, ამიტომ სიკვდილიანობის მეტი პროცენტი ყოველთვის მოდის მავნებლის I და II ხნოვანების მატლებზე. აქედან გამომდინარე, მიგვაჩნია, რომ ბრძოლის ქიმიური ღონისძიება ვერხვის პატარა ხარაბუხას წინააღმდეგ ძირითადად უნდა ჩატარდეს I და II ხნოვანების მატლების წინააღმდეგ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 28.2.1974)

ЭНТОМОЛОГИЯ

Д. Д. ХАВТАСИ

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИИ МАЛОГО ОСИНОВОГО УСАЧА  
*SAPERDA POPULNEA* L. В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

Резюме

Малый осиновый усач является олигофагом, поэтому его вертикальное распространение ограничено и совпадает с распространением кормовых растений.

В Восточной Грузии этот вид встречается в основном в степях и полупустынных зонах ветрозащитных полос Картли.

В условиях Восточной Грузии продолжительность развития яиц малого осинового усача равна 14 дням, личинок — 12—15 дням, куколки — 16—18 дням. Этот вид имеет 2-годовалую генерацию. В регуляции численности малого осинового усача большую роль играют паразиты, некоторые виды *Jchneumonidae* и *Braconidae*.

По нашим наблюдениям, в борьбе против малого осинового усача, наиболее эффективным является биологический и химический комплексный метод.

ENTOMOLOGY

D. D. KHAVTASI

A BIOLOGICAL STUDY OF THE POPLAR BORER (*SAPERDA POPULNEA* L.) IN EASTERN GEORGIA

Summary

The poplar borer is an oligophagous insect. In eastern Georgia its ovum phase continues 14 days, the larval phase 12 to 15, and the pupal phase for 16 to 18 days. It is characterized by a 2-year generation. A complex method combining chemical and biological measures appears to be the most effective means of controlling this pest.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Шестаков. Вредители древесины. М.—Л., 1933.
2. К. Escherich. Forstinsekten Mitteleuropas 5, 2. Berlin, 1923.
3. Г. А. Тимченко. Стволовые вредители тополей. Киев, 1963.



ГИСТОЛОГИЯ

Л. К. ШАРАШИДЗЕ, А. В. ХУЧА, Н. С. ЧХАртишВИЛИ

ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В НЕЙРОСЕКРЕТОРНЫХ ЯДРАХ СОБАК

(Представлено академиком К. Д. Эристави 17.5.1973)

Данные гистоферментативных исследований супраоптического и паравентрикулярного ядер весьма противоречивы. В одних работах отмечается отсутствие в нейросекреторных клетках этих ядер митохондриальных ферментов сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы при особо высокой активности лактат- и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназ. Из этого делается заключение, что энергообразование в этих клетках зависит главным образом от гликолитического обмена глюкозы [1]. В ряде работ указывается наличие в нейросекреторных клетках сукцинатдегидрогеназы [2, 3]. В литературе скудно представлены гистохимические данные о гипоталамусе собак и вовсе отсутствуют данные о энзимохимической характеристике окислительно-восстановительных ферментов в нейроглиальных клетках этих ядер. Исходя из вышеизложенного мы изучили активность ряда дегидрогеназ, диафораз и цитохромоксидазы, имеющих отношение к гликолизу, циклу Кребса, пентозному циклу и транспорту электронов в различных клетках нейросекреторных ядер переднего гипоталамуса нормальных собак.

Работа проведена на 15 собаках-самцах. Животных забивали отсечением сердца после быстрой торакоперикардиотомии, предварительно обезжививая их листиноном. Ткань гипоталамуса быстро извлекали из черепной коробки, замораживали твердой углекислотой и изготавляли срезы в криостате при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ . Для гистохимического исследования дегидрогеназ и диафораз использовали нитротетразолий синий. Активность дегидрогеназ, связанных с НАД и НАДФ, определяли по методу Гесса и соавт. Изучали дегидрогеназы молочной (ЛДГ), изолимонной (ИЦДГ), глутаминовой (ГДГ) кислот,  $\alpha$ -глицерофосфата (НАД-ГФДГ) и глюкозо-6-фосфата (Г-6-ФДГ). Дегидрогеназу янтарной кислоты (СДГ) и не связанную с НАД митохондриальную  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназу (М-ГФДГ) выявляли по методу Нахласа и соавт. Реакции на диафоразы (НАДН<sub>2</sub> т. р. и НАДФН<sub>2</sub> т. р.) и цитохромоксидазу (ЦО) проводили по Берстону.

Проведенные исследования показали, что нейросекреторные клетки переднего гипоталамуса собак, судя по количеству образующегося диформаза, характеризуются умеренной или сильной активностью ИЦДГ, ЛДГ, НАД-ГФДГ, Г-6-ФДГ, НАДН<sub>2</sub> т. р., НАДФН<sub>2</sub> т. р., ГДГ, умеренной или слабой активностью ЦО, слабой или очень слабой активностью СДГ и М-ГФДГ. Это указывает, что в этих клетках хорошо развита ферментативная система гликолиза (ЛДГ и НАФ-ГФДГ) и пентозофосфатного шунта (Г-6-ФДГ), сравнительно слабо представлены ферменты дыхательного метаболизма — цикл трикарбоновых кислот, а также  $\alpha$ -глицерофосфатный цикл, индикаторами





которых служит СДГ и М-ГФДГ. Последнее кажется нам странным, так как клетки с таким высоким уровнем активности метаболических и секретообразовательных процессов оказываются почти лишенными СДГ, ключевого фермента цикла Кребса. Но наши данные можно и иначе интерпретировать. Ряд исследователей отмечает в мозгу, как в целом, так и в отдельных его областях, по мере его совершенствования общую тенденцию снижения уровня активности СДГ и других окислительных ферментов. В отношении гипоталамической области это изучено О. В. Фиделиной [4]. Однако соответствующего снижения интенсивности дыхания на сукцинате не происходит, наоборот, отмечается его повышение, приводящее к усилению сопряженности дыхания и фосфорилирования. Эти данные, по мнению В. В. Португалова [5], говорят не о понижении активности этих ферментов, а о повышении экономичности и эффективности окислительных процессов мозга в процессе эволюции.

Следует отметить, что в отличие от исследований других авторов, в наших наблюдениях активность ЦО оказалась не такой уж низкой, она колебалась от умеренной до очень слабой. Это также свидетельствует о дыхательном метаболизме этих нейронов.

Сильная активность ЛДГ и НАД-ГФДГ сама по себе еще не доказывает, что эти ферменты действительно используются полностью, это указывает лишь на потенциальную активность гликолиза. О высокой потенции гликолитических процессов говорит низкая активность в нейросекреторных клетках М-ГФДГ. Как известно, НАДН<sub>2</sub>, образующаяся при окислении фосфоглицеральдегида, не способна проникать через мембрану митохондрий. Для преодоления этого барьера в некоторых нервных клетках существует циклический процесс. Для функционирования такого, так называемого  $\alpha$ -глицерофосфатного цикла в клетке необходимо наличие двух различных дегидрогеназ: цитоплазматической и митохондриальной. Связанная с НАД дегидрогеназа, находящаяся в цитоплазме, восстанавливает диоксинацетонфосфат в  $\alpha$ -глицерофосфат с помощью внемитохондриальной НАДН<sub>2</sub>. Восстановленный субстрат поступает в митохондрию и окисляется митохондриальным ферментом, который направляет электроны на молекулярный кислород. ЛДГ конкурирует с этим митохондриальным ферментом за НАДН<sub>2</sub>. Но так как в наших наблюдениях активность М-ГФДГ в нейросекреторных клетках низкая, то надо полагать, что доля участия  $\alpha$ -глицерофосфатного цикла в окислении внемитохондриальной НАДН<sub>2</sub> незначительна.

Сильная реакция на Г-б-ФДГ позволяет предположить, что распад глюкозы в этих нейронах возможен и по пути пентозофосфатного цикла. Значение этого цикла состоит в образовании НАДФН<sub>2</sub> и рибозы, необходимых для синтеза гормонов и нуклеиновых кислот. Интересно, что активность пентозофосфатного цикла явно возрастает в филогенезе позвоночных, а гликолиз на основании данных о ЛДГ обнаруживает у всех классов позвоночных одинаковую активность. Не претерпевает изменения в филогенезе и НАДН<sub>2</sub> т. р. [6].

Различные типы нейроглиальных клеток супраоптического и паравентрикулярного ядер дают положительную реакцию на все изученные ферменты, и при этом уровень активности нейроглиальных элементов не ниже активности ферментов нейросекреторных клеток. Следует также отметить колебания активности ферментов в отдельных нейроглиальных клетках, что указывает на их интенсивный метаболизм. Мы выделяем в этих ядрах на основании данных литературы перинейрональную глию (сателлиты) и свободную нейроглию. Сателлитами нейронов



и капилляров чаще являются олигодендроциты, а свободная нейроглия чаще бывает протоплазматическим астроцитом [7]. В энзимогистохимических препаратах олигодендроциты выявляются положительным околюядерным кольцом, а протоплазматические астроциты характеризуются короткими отростками.

Согласно гистохимическим данным ряда авторов [8, 9], нормальные астроциты имеют самую низкую активность окислительных ферментов из всех клеток ЦНС. Напротив, набухшие, реактивные астроциты отличаются очень сильной активностью окислительных ферментов. Другие авторы [10, 11] при помощи также гистохимических методов получили противоположные данные, они обнаружили в астроцитах высокую активность ферментов цикла трикарбоновых кислот и дыхательной цепи. Последнее нам кажется более достоверным, так как известно, что в любой момент времени клетка имеет присущий ей полный набор ферментов [12].

На основании приводимых результатов и рассуждений кажется маловероятным принятое в литературе мнение, что функционирование нейросекреторных ядер гипоталамуса больше зависит от гликолитического и шунтового обмена глюкозы, чем от цикла лимонной кислоты.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 18.5.1973г)

ჰისტოლოგია

ლ. შარაშიძე, ა. ხუჩუა, ნ. ჩხარტიშვილი

ძალღის ნეიროსეკრეტორული ბირთვების ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების ჰისტოქიმიური შესწავლა

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია ძაღლების სუპრაოპტიკური და პარავენტრიკალური ბირთვების ნეირონებსა და ნეიროგლიაში 10 ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტის აქტივობის განსაზღვრის შედეგები. ფერმენტების შემცველობისა და მისი აქტივობის დონის მიხედვით ნეიროსეკრეტორული უჯრედები და ნეიროგლიური ელემენტები (ოლიგოდენდროციტები, ასტროციტები) მხიშვნელოვნად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. აღნიშნულ სტრუქტურებში ძლიერი ან ზომიერი აქტივობით წარმოდგენილია იზოციტრატის, გლუტამატის, ლაქტატის, ნაღ  $\alpha$ -გლიცეროფოსფატისა და გლუკოზა-6-ფოსფატის დეჰიდროგენაზები, აკრეთვე დიფორაზები და ციტოქრომოქსიდაზა. ფლავინური ფერმენტები (სუქცინატ- და  $\alpha$ -გლიცეროფოსფატდეჰიდროგენაზები) ნეიროსეკრეტორულ უჯრედებში ხასიათდება სუსტი ან ძალზე სუსტი აქტივობით, ხოლო მიტოქონდრიული  $\alpha$ -გლიცეროფოსფატდეჰიდროგენაზის აქტივობა ნეიროგლიურ ელემენტებში ზომიერად ან ძლიერად არის გამოხატული.

HISTOLOGY

L. K. SHARASHIDZE, A. V. KHUCHUA, N. S. CHKHARTISHVILI  
HISTOCHEMICAL STUDY OF OXIDATION-REDUCTION  
ENZYMES IN THE DOG'S NEUROSECRETORY NUCLEUS

Summary

Activity data of oxidation-reduction enzymes (determined by histochemical methods) in neurons and neuroglia of supracptical and paraventricular

nuclei are presented. Neurosecretory cells and glia elements (oligodendrocytes and astrocytes) do not differ significantly in respect of equipment and activity level. Dehydrogenases of isocitrate, glutamate, lactate, NAD- $\alpha$ -glycerophosphate, glucose-6-phosphate, as well as diaphorase and cytochrome-oxidase are characterized by strong or moderate activity in the above mentioned structures. Flavin enzymes (succinate and  $\alpha$ -glycerophosphate dehydrogenase) in neurosecretory cells are characterized by weak or extremely weak activity, whereas on the other hand, mitochondrial  $\alpha$ -glycerophosphate dehydrogenase activity in neuroglial elements is moderately or strongly expressed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. L. Friede, L. M. Fleming. *Am. J. Anat.*, 113, 2, 1963.
2. А. А. Войткевич. *Нейросекреция*. Л., 1967.
2. А. А. Войткевич, И. И. Дедов. *Ультраструктурные основы гипоталамической нейросекреции*. М., 1972.
4. О. В. Фиделина. Изучение ферментов окислительного и специфического обмена в гипоталамической области млекопитающих. Автореферат, М., 1968.
5. В. В. Португалов. *Труды Казанского мед. ин-та*, 13, 1964.
6. Т. Г. Шиблер, П. Р. Тирауф. *Цитология*, 11, 7, 1969.
7. А. Л. Микеладзе и Э. И. Дзамоева. *Арх. анат.*, 63, 11, 1972.
8. D. Schiffer, C. Vesco. *J. Histochem. Cytochem.*, 11, 3, 1963.
9. R. L. Friede. *J. Neuropath. Exp. Neurol.*, 21, 1962.
10. Х. К. Культас. Сравнительная цитохимическая характеристика нервных и глияльных клеток на примере ядра Дейтерса и височной области коры головного мозга кролика. Автореферат, М., 1965.
11. Л. И. Авксентьева. Гистохимическое исследование окислительных ферментов в структурах слухового анализатора мозга кошки и обезьяны. Автореферат, М., 1968.
12. И. Ф. Сейц. Взаимодействие дыхания и гликолиза в клетке и сопряженное фосфорилирование. Л., 1961.



ნ. ჩხელავანი

თავის თიმუსის სუბკაპსულარული ზონის ლიმფოციტური უჯრედების პროლიფერაციული უნარი ასაკობრივ ასპექტში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 24.1.1974)

თავების თიმუსის პისტოტრუქტურის შესწავლამ [1] გვიჩვენა, რომ მისი სუბკაპსულარული ზონა დიდი რაოდენობით შეიცავს მიტოზურად მამრავლ და  $\Delta\text{წმ}$ -ის მასინთეზირებელ უჯრედებს, რაც უფლებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ სწორედ სუბკაპსულარული ზონა წარმოადგენს ლიმფოციტების წარმოქმნის ძირითად კერას თიმუსში.

ჩვენი აღრინდელი გამოკვლევა ჩატარებული იყო მამრობითი სქესის თეთრ თავებზე სქესობრივი მომწიფების ასაკამდე. ამჯერად შევისწავლეთ სხვადასხვა ასაკის თავები, რათა დაგვედგინა — ინარჩუნებს თუ არა სუბკაპსულარული ზონა ამ თვისებებს სხვა ასაკშიც.

შესწავლილია თავების 4 ასაკობრივი ჯგუფი, თითოეულში ექვს-ექვსი ცხოველი: 1) ახალშობილი თავები, 2) სქესობრივად მოუმწიფებელი თავები (23 დღე), 3) სქესობრივად მომწიფებული თავები (3—4 თვე) და 4) ზრდასრული თავები (12 თვე).

ყველა შემთხვევაში სუბკაპსულარულ, ქერქოვან და ტვინოვან ზონებში შეისწავლებოდა ლიმფოციტური უჯრედების მიტოზური აქტივობა და განისაზღვრებოდა  $\Delta\text{წმ}$  რაოდენობა იმ წესით, როგორც ეს ხდებოდა ჩვენს აღრინდელ შრომაში [1].

ციტოფოტომეტრიული მონაცემები დაშუშავებულია ა. შერუდილოს მიხედვით [2]. ყველა ციფრობრივი მონაცემი შემოწმებულია ვარიაციულ-სტატისტიკური მეთოდით.

სხვადასხვა ასაკის თავების თიმუსის ლიმფოციტური უჯრედების მიტოზური აქტივობის მონაცემები მოცემულია ცხრილში.

სხვადასხვა ასაკის თავების თიმუსის ლიმფოციტური უჯრედების მიტოზური კოეფიციენტი (%)

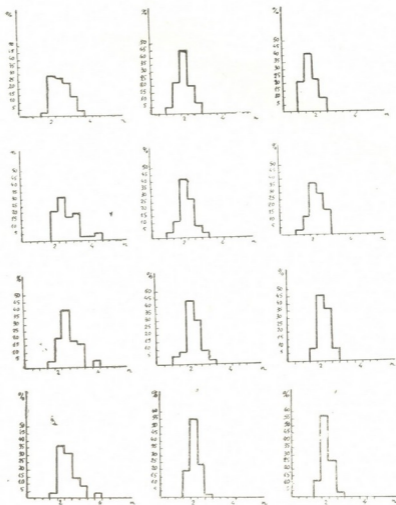
თავის ასაკი	სუბკაპსულარული ზონა	ქერქოვანი ზონა	ტვინოვანი ზონა
ახალშობილი	$5,2 \pm 0,9$	$1,3 \pm 0,4$	$0,9 \pm 0,2$
სქესობრივად მოუმწიფებელი (23 დღე)	$4,7 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$
სქესობრივად მომწიფებული (3—4 თვე)	$2,6 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,1$
ზრდასრული (12 თვე)	$2,1 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,07$

ყველა შესწავლილი ასაკის თავის თიმუსის სუბკაპსულარული ზონა გამოირჩევა მაღალი მიტოზური აქტივობით. ამ მაჩვენებლის სხვაობა როგორც ქერქოვან, ისე ტვინოვან ზონებთან ყველა შემთხვევაში სტატისტიკურად სარწმუნოა. სუბკაპსულარული ზონის მიტოზური კოეფიციენტი განსაკუთრებით



მაღალია ახალშობილ და სქესობრივად მოუმწიფებელ თავგებში. სქესობრივი მომწიფების შემდეგ ადგილი აქვს მიტოვური აქტივობის მკვეთრ დაქვეითებას და ამ დროიდან დაწყებული შემდეგშიც ზრდასრულ თავგებში თიმუსის სუბკაპსულარულ ზონაში მიტოვური კოეფიციენტი თითქმის ორჯერ უფრო დაბალია, ვიდრე ახალშობილი და სქესობრივად მოუმწიფებელი თავგებისა. ეს განსხვავებაც სტატისტიკურად სარწმუნოა.

თიმუსის სუბკაპსულარული, ქერქოვანი და ტვინოვანი ზონების ლიმფოციდური უჯრედების ანაბეჭდებში ღწმ რაოდენობის განსაზღვრის შედეგები მოყვანილია ჰისტოგრამების სახით (ნახ. 1).



ნახ. 1. თიმუსის ლიმფოციდური უჯრედებში ღწმ რაოდენობას ჰისტოგრამები (ანაბეჭდებზე). აბსცისაზე — ღწმ რაოდენობა ბირთვებში (კლოიდობის ერთეულებში), ორდინატზე — ბირთვების რაოდენობა (%). ზემოდან ქვემოთ: ახალშობილი, სქესობრივად მოუმწიფებელი, სქესობრივად მომწიფებული და ზრდასრული თავგები. მარცხნიდან მარჯვნივ: სუბკაპსულარული, ქერქოვანი და ტვინოვანი ზონები.

უჯრედთა განაწილება ღწმ რაოდენობის მიხედვით თიმუსის სხვადასხვა ზონაში განსხვავებულია. ყველა შესწავლილი ასაკის თავგებში თიმუსის ქერქოვანი და ტვინოვანი ზონებში უჯრედთა უმეტესი ნაწილი დიპლოიდებია. კერძოდ, ქერქოვან ზონაში დიპლოციდური უჯრედები შეადგენენ 95,4% ახალშობილებში. 91% — სქესობრივად მოუმწიფებელ თავგებში, 93,2% — სქესობრივად მომწიფებულ თავგებში და 95% — ზრდასრულ თავგებში. ტვინო-

ვან ზონაში ეს მაჩვენებლები უდრის შესაბამისად 100; 92,6; 96 და 97,9%. სუბკაპსულარულ ზონაში სურათი განსხვავებულია. აქ დიპლოიდურთან ერთად უჯრედების გარკვეული ნაწილი შეიცავს 45მ შუალედურ რაოდენობას (2n-დან 4n-მდე), რაც ე. ბ. როდსკის და სხვ. მონაცემების მიხედვით [3] 45მ სინთეზის მაჩვენებელია. ასეთი ბირთვები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც გაყოფისათვის მომზადების პერიოდში მყოფი უჯრედები. ასეთი უჯრედების რიცხვი სუბკაპსულარულ ზონაში იცვლება ასაკთან დაკავშირებით და განსაკუთრებით მაღალია სქესობრივად მოუქმეფებელ თავგებში (40,8%), მაშინ როდესაც ზრდასრულ თავგებში მათი რიცხვი მნიშვნელოვნად კლებულობს (18,4%).

ლიმფოიდური უჯრედების მაღალი მიტოზური კოეფიციენტი და 45მ სინთეზის აქტივობა ანალოგიურ და სქესობრივად მოუქმეფებელ თავგებში მიუთითებს მათი თიმუსის ფუნქციურ აქტივობაზე, რასაც ადასტურებს იმუნოლოგიური შრომები [4—7].

თავგების სქესობრივად მოქმეფების შემდეგ აღინიშნება თიმუსში პროლიფერაციული პროცესების ინტენსივობის დაქვეითება, მაგრამ უჯრედების გამრავლება მთლიანად არ წყდება ზრდასრულ თავგებშიც კი. სქესობრივად მოქმეფებულ თავგებში, როდესაც გამოაშკარავდება თიმუსის ინვოლუციის ნიშნები, და ზრდასრულ თავგებში, რომელთაც ეს ნიშნები კარგად აქვთ გამოხატული, სუბკაპსულარული ზონის ლიმფოიდური უჯრედების მიტოზური კოეფიციენტი საკმაოდ მაღალი რჩება.

მიღებული მონაცემები სხვადასხვა ასაკში თიმუსში მიტოზური აქტივობის შესახებ არ ეთანხმება ბორუშის [8] მონაცემებს, რომლის მტკიცებით თიმუსის ლიმფოციტების მიტოზური კოეფიციენტი არ იცვლება სამი კვირიდან ერთ წლამდე და საშუალოდ შეადგენს 2,7%. თიმუსის ლიმფოიდური უჯრედების ციტოფოტომეტრიის შედეგები ემთხვევა ანდერსონის და დარზინკევიჩის მონაცემებს, რომელთა მიხედვით ბებერ თავგებში თიმუსის ინვოლუციის პარალელურად აღინიშნება 45მ მასინთეზირებელი უჯრედების რაოდენობის შემცირება [9].

ამრიგად, ყველა ასაკის თავგების თიმუსის სუბკაპსულარული ზონა ინარჩუნებს პროლიფერაციის უნარს, რასაც მოწმობს მიტოზურად მამრაველი უჯრედების და 45მ მასინთეზირებელი უჯრედების დიდი რაოდენობა, და რჩება ლიმფოციტების წარმოქმნის ძირითად კერად თიმუსში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული

მორფოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 7.2.1974)

ГИСТОЛОГИЯ

Н. Д. ЧХОЛАРИЯ

## ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТОК СУБКАПСУЛЯРНОЙ ЗОНЫ ТИМУСА МЫШЕЙ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

Резюме

Изучены митотическая активность лимфоидных клеток тимуса и содержание ДНК в их ядрах у мышей различного возраста. Выявлена высокая пролиферативная способность субкапсулярной зоны тимуса новорожденных и неполовозрелых мышей. С наступлением полового созревания интенсивность пролиферативных процессов значительно снижается, однако и у взрослых мышей в субкапсулярной зоне она сохраняется на достаточно высоком уровне.

N. D. TCHKHOLARIA

 PROLIFERATIVE CAPACITY OF LYMPHOID CELLS IN THE  
 SUBCAPSULAR ZONE OF THE MOUSE THYMUS IN THE  
 AGE ASPECT

## Summary

A comparison, in the age aspect, of the mitotic activity of lymphoid cells in the subcapsular zone of the thymus has shown that the highest values of the mitotic index is found with newborn- and impubertal mice. With the onset of sexual maturity there is a significant reduction of proliferative processes. However, in pubertal and adult mice the mitotic activity of the lymphoid cells in the subcapsular zone is maintained at a fairly high level.

Both the frequency of mitotic figures and the DNA content determined by cytophotometry have shown that the subcapsular zone retains, in the adult life of mice, its proliferative activity.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. ჩხოლარია. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 72, 3, 1973.
2. А. И. Шерудило. Цитология, т. 8, № 1, 1966.
3. В. Я. Бродский, Н. Г. Хрущов, А. А. Куш. Бюлл. exper. биол., т. 57, № 3, 1964.
4. J. F. A. Miller. Nature, 195, 1962.
5. H. A. Azar. Arch. Pathol., 75, 6, 1963.
6. B. G. Arnason, C. C. Vaux, J. B. Chaffner. J. Immunol., 93, 6, 1964.
7. C. D. Fackler. Anat. Rec., 1:7, 2, 1967.
8. K. Borum. Scand. J. Haemat., 5, 1958.
9. J. Andersson, Z. Darzynkiewicz. Exp. Cell Res., 75, 2, 1972.

Н. В. КОЗЛОВА, М. И. МАРКОЗАШВИЛИ, Г. Д. ТУМАНИШВИЛИ

### ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ГИДРОЛИЗА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИТОФОТОМЕТРИИ ДНК ЯДЕР ЭРИТРОЦИТОВ И ПОЧКИ КУРИЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джвахишвили 31.1.1974)

В последнее время довольно часто исследователи сообщают об изменениях количества ДНК в неделящихся клетках. Имеется ряд работ, свидетельствующих о возможности синтеза ДНК в отсутствии метаболической активности. Так, непрограммированный синтез ДНК хорошо изучен при ультрафиолетовом облучении. Он наблюдается в фибробластах и клеточных элементах крови. Хоун, Кинг и Яно [1] наблюдали непрограммированный синтез ДНК в мышечных клетках при действии рентгеновскими лучами и метил-метан-сульфонатом. Было замечено также, что до 20% ДНК клетки может быть потеряно без проявления воздействия этого явления на жизнедеятельность и функцию клетки. Эти 20% ДНК определяются как «метаболическая ДНК». Эплтоном и Пелсом [2] на модели «крипта-ворсинка» кишечного эпителия были получены данные, которые подтверждают наличие синтеза и распада метаболической ДНК при активном функционировании клетки в процессе дифференцировки. Согласно гипотезе этих авторов, метаболическая ДНК в дифференцированных клетках определенного типа состоит из экстра-копий генома, которые активны в клетке в данный момент.

Кроме того, имеется целый ряд работ, в которых в результате фотометрии ДНК-фуксина были замечены явные флуктуации количества ДНК в дифференцированных клетках определенного типа. В свете вышеизложенных фактов эти отклонения от правила постоянства ДНК заманчиво было бы объяснить существованием метаболической ДНК. Однако такая интерпретация данных цитотометрии может оказаться преждевременной и к ней следует подходить с большой осторожностью, поскольку, несмотря на совершенствование аппаратуры и увеличение точности измерения, сам метод определения количества ДНК при помощи реакции Фельгена еще далек от совершенства. Так, Т. Л. Маршак и др. [3] показали, что кривые кислотного гидролиза отличаются по форме, интенсивности максимальной окраски и времени оптимального гидролиза для ядер клеток различных тканей, фиксированных и гидролизованных в одинаковых условиях. Фонтейн и Шварц [4] двумя независимыми методами — фотометрией ДНК-фуксина и дифениламинным методом — получили значительные флуктуации содержания ДНК в лейкоцитах периферической крови человека и мышей в течение 24 часов. Согласно авторам, флуктуации содержания ДНК обусловлены неодинаковым физическим состоянием нуклеогистонов. Интересны данные Зандриттера [5], который получил отличную от нормальной форму кривой кислотного гидролиза для опухолевых клеток (наличие двух фаз гидролиза), что, по его мнению,



связано с нарушением соотношения эухроматина и гетерохроматина в опухолевых клетках.

В настоящей работе определялось влияние продолжительности гидролиза ДНП ядер эритроцитов и клеток почечного эпителия взрослой курицы на интенсивность их окраски по Фельгену. Гидролиз проводился в 1 н. HCl при 60°C. Ядра эритроцитов и клеток почечного эпителия фотометрировались с отпечатков почки взрослой курицы одноволновым методом двух площадей [6]. Полученные данные приведены на рис. 1 в виде кривых гидролиза, каждая точка которых представляет собой среднее из 100 ядер. Интенсивность максимальной окраски ядер эритроцитов ( $5,53 \pm 0,05$ ) оказалась больше, чем у ядер клеток почечного эпителия ( $5,04 \pm 0,01$ ), причем это различие достоверно ( $P < 0,01$ ). Время оптимального гидролиза для ДНП ядер эритроцитов (9 мин) также оказалось больше, чем для ядер почечного эпителия (5 мин).

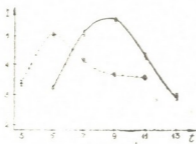
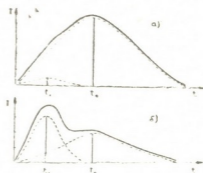


Рис. 1. Кривые кислотного гидролиза для ядер эритроцитов (сплошная линия) и клеток почечного эпителия взрослой курицы (пунктир): I — интенсивность окраски ядер по Фельгену (в отн. ед.), t — длительность гидролиза (мин.)

Известно, что интенсивность окраски ядер фуксином зависит от количества образовавшихся альдегидных групп, что, в свою очередь, является результатом наложения двух процессов — депуринизации нуклеопротендов и деполимеризации апуриновой кислоты, причем скорость этих процессов различна для эухроматина и гетерохроматина [5]. Очевидно, что в таком случае кривые гидролиза для этих двух типов хроматина должны отличаться и форма результирующей кривой гидролиза ДНП ядер может изменяться при изменении соотношения эу- и гетерохроматина в ядрах. Исходя из этого мы попытались объяснить различия в полученных нами кривых гидролиза для ядер клеток почечного эпителия и эритроцитов курицы, построив модельные кривые гидролиза отдельно для эухроматина и гетерохроматина (пунктир на рис. 2), а также суммарные кривые (сплошная линия) для двух

Рис. 2. Гипотетические кривые кислотного гидролиза при различных соотношениях эу- и гетерохроматина: а — 1:9, б — 6:4. Остальные пояснения в тексте



случаев различного соотношения эу- и гетерохроматина. При построении этих модельных кривых нами были использованы следующие предположения:

1) Общее количество ДНК в ядрах клеток почечного эпителия и эритроцитов одинаково («диплоидный набор»). Для обоснования этого

допущении нам кажется уместным привести высказывание Гарсия и Иоррио: «По всей вероятности, отклонения от постоянства ДНК — последняя из причин, которой следует объяснять размазывание гистограммы, ибо природа много древнее и много надежнее, чем наши экспериментальные методы».

2. Соотношение эухроматина и гетерохроматина в ядрах эритроцитов принято нами равным 1:9. Это предположение основывается на том факте, что на конечных этапах эритропоэза и в зрелом эритроците ДНП ядер почти полностью гетерохроматинизированы [7]. В то же время, очевидно, что в ядрах клеток почечного эпителия вклад эухроматина выше, поскольку в них активна безусловно большая доля генома. Мы приняли это отношение для этих ядер условно равным 6:4.

3. Время оптимального гидролиза эухроматина ( $t_1$ ) отличается от времени оптимального гидролиза для гетерохроматина ( $t_2$ ), причем  $t_1 < t_2$ . Это подтверждается данными Зандриттера, показавшего, что в первой фазе гидролиза окрашивается в основном эухроматин, а во второй — гетерохроматин [5].

При таких предположениях суммарные модельные кривые гидролиза соответствуют по форме, высоте максимума и сдвигу оптимального времени гидролиза полученным нами экспериментальным кривым гидролиза. Исходя из этого полученное нами достоверное различие в средней интенсивности максимальной окраски ядер эритроцитов и клеток почечного эпителия можно объяснить различным соотношением эухроматина и гетерохроматина в этих ядрах, не прибегая к гипотезе о нарушении постоянства ДНК.

Исходя из наших данных, говорить о наличии метаболической ДНК не представляется возможным еще и по следующей причине: согласно Элптону и Пелсу [2], происходят периодический синтез и распад метаболической ДНК, а если это так, то среди ядер клеток должны существовать две подсовокупности — содержащая метаболическую ДНК и не содержащая ее. Такая неоднородность совокупности может служить причиной наличия асимметрии и эксцесса в распределении. Нами были подсчитаны коэффициенты асимметрии и эксцесса при оптимальном времени гидролиза для ядер почечного эпителия и эритроцитов. Они оказались равными: для почки  $A = -0,100$ ;  $s = 0,794$ , для эритроцитов  $A = +0,006$ ;  $s = 0,772$ . Эти значения удовлетворяют требованиям нулевой гипотезы о нормальном распределении, так что ни асимметрии, ни эксцесса достоверно не наблюдается.

Таким образом, если физическое состояние ДНП в ядре так сильно влияет на окраску по Фельгену, что его изменение может вызвать существенный сдвиг в интенсивности окраски, то фотометрия ядер различных тканей при одном (даже оптимальном для каждой ткани) времени гидролиза вряд ли может дать адекватный ответ об относительном содержании ДНК в этих ядрах. С другой стороны, анализ полных кривых гидролиза не только может, по-видимому, дать такой ответ, но и позволит оценить физическое состояние ДНП в ядрах и проследить за его возможным изменением в определенных случаях.

ბ. კოზლოვა, ა. მარკოზაშვილი, გ. ტუმაიშვილი

ქათმის თირკაშლისა და ერიტროციტების ბირთვთა  
დნმ-ის ციტოფოტომეტრიის შედეგებზე ჰიდროლიზის  
დროის გავლენა

რეზიუმე

შესწავლილია დნმ-ს ჰიდროლიზის მრუდები მოპარდილი ქათმის თირკაშლის და ერიტროციტების უჯრედების ბირთვებში ფეულგენით შეღებილი დნმ-ს ფოტომეტრიებით. ამ შემთხვევაში ნაჩვენებია იქნა, რომ ჰიდროლიზის მრუდის ფორმა და ოპტიმალური ჰიდროლიზის დრო ამ ბირთვებისათვის განსხვავებულია. მიღებულია აგრეთვე არსებითი განსხვავება დნმ-ის შეღების საშუალო ინტენსივობისა ოპტიმალური ჰიდროლიზის დროს. მოდელურ მრუდებზე ნაჩვენებია, რომ ყველა ეს განსხვავება, ბირთვებში დნმ-ს მუდმივი რაოდენობის დროს, შეიძლება აიხსნას ეუქრომატინისა და ჰეტეროქრომატინის სხვადასხვა შეფარდებით.

CYTOLOGY

N. V. KOZLOVA, M. I. MARKOZASHVILI, G. D. TUMANISHVILI

THE EFFECT OF HYDROLYSIS TIME ON FEULGEN STAIN  
IN THE NUCLEI OF HEN ERYTHROCYTES AND KIDNEY  
EPITHELIAL CELLS

Summary

Feulgen acid hydrolysis curves for nuclear DNA in hen erythrocytes and kidney epithelial cells have been studied. The shape of the curves in general and the time of maximum staining for these two types of nuclei have been found to differ.

Using model curves, it is shown that the difference between the curves might be explained by the difference in the relative amounts of euchromatin and heterochromatin, the amount of DNA being equal in the two cell types.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. M. Hawn, D. King, Sh. Jano. Nature New Biol., 1971, 230.
2. T. C. Appleton, S. R. Pelc, M. H. Tarbit. J. Cell Sci., vol. 5, № 1, July, 1969.
3. Т. Л. Маршак, В. Я. Бродский, И. В. Урываева. Онтогенез, т. 1, № 4, 1970, 421—427.
4. G. C. Fontaine, F. I. Swartz. J. Cell Phys., vol. 80, № 2, 1972.
5. В. Зандриттер. Сб. «Введение в количественную цитохимию». М., 1969, 139—154.
6. А. Гарсия и Р. Иорио. Сб. «Введение в количественную цитохимию». М., 1969, 196—201.
7. К. Г. Газарян, С. Кузьминская, Т. Г. Ананянц, Г. И. Кирьянов. Онтогенез, т. 2, № 3, 1971, 263—274.



Э. И. БАКУРАДЗЕ, В. А. ГОГИЧАИШВИЛИ, Г. Д. ТУМАНИШВИЛИ

## ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ФОЛЛИКУЛЯРНЫХ КЛЕТОК ПРИ РАЗВИТИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЗОБА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 1.2.1974)

Изменения, происходящие в структуре щитовидной железы при патологии, исследовались многими авторами [1—5].

Однако суть структурных изменений, обуславливающих функциональные нарушения при зобе, до настоящего времени не выяснена. Чтобы приблизиться к пониманию патогенеза зоба, надо установить, какие сдвиги происходят при патологии в тиреоидной паренхиме и что определяет тип заболевания.

С целью изучения этих вопросов исследованы щитовидные железы, удаленные оперативным путем у людей, страдающих гипертиреоидной формой зоба.

В нашем распоряжении были 14 случаев диффузного токсического, 17 случаев узлового токсического и 5 случаев узлового нетоксического зоба.

Материал был предоставлен кафедрой госпитальной хирургии лечебного факультета Тбилисского государственного мединститута.

Для оценки изменений, возникших при гиперфункции щитовидной железы, изучена и относительно нормальная ткань из непораженной доли железы — всего 7 случаев.

С целью исследования структурных нарушений в железе, развивающихся в процессе заболевания, изучались пространственные и размерные взаимоотношения клеток железы, выражающиеся в параметрах ткани [6]: размер и количество фолликулов в поле зрения, количество ядер тиреоидной ткани на каждый фолликул, общее число ядер в поле зрения (так называемая концентрация ядер) и диаметры ядер.

Измерения среднего диаметра ядер проводились с помощью окуляр-микрометра. Измерялось 100 ядер на каждый случай. Для подсчета ядер и фолликулов готовились гистологические препараты. Фиксация препаратов производилась по методу Карнуа, фиксированные кусочки железы заливались в парафин. Из блоков готовились срезы толщиной 5 мк, которые окрашивались гематоксилин-эозином.

Анализ полученных данных показывает, что концентрация ядер фолликулярных клеток в поле зрения при всех изученных формах зоба несущественно повышена (таблица). Этот критерий нечувствителен к форме зоба. Тем не менее межклеточные пространственные взаимоотношения при трех разных формах зоба все же различны.

При токсическом узловом зобе число фолликулов в поле зрения заметно увеличено (таблица) не только по сравнению с относительно здоровой щитовидной железой, но и по сравнению с другими формами зоба. Увеличение числа фолликулов в поле зрения указывает на их более плотную упаковку в ткани; что, по-видимому, является резуль-

татом интенсивного образования новых фолликулов. Вследствие подобных изменений значительно возрастает общая поверхность фолликулов. Кроме того, поскольку при токсическом узловом зобе диаметр фолликулов по сравнению с нормальной тканью не меняется (таблица), а число клеток (ядер) на фолликул уменьшается, клетки как бы распластываются по поверхности фолликула, что также увеличивает поверхность клетки, обращенную как внутрь, так и наружу фолликула, т. е. поверхность, не контактирующую с соседними клетками. Следует отметить также некоторое увеличение размера ядер клеток железистого эпителия при токсическом узловом зобе как по сравнению с нормой, так и по сравнению с другими формами зоба (таблица).

Параметры, характеризующие состояние ткани щитовидной железы в норме и при гиперфункции

№	Исследуемые параметры	Нормальная железа	Диффузный токсический зоб	Узловой нетоксический зоб	Узловой токсический зоб
1	Число ядер на фолликул	$15.8 \pm 1.0$	$21.4 \pm 1.9$	$25.4 \pm 1.0$	$10.9 \pm 0.7$
2	Среднее количество фолликулов в поле зрения	$2.8 \pm 0.2$	$2.4 \pm 0.2$	$2.0 \pm 0.2$	$4.5 \pm 0.5$
3	Средний диаметр фолликулов	$2.3 \pm 0.1$	$2.8 \pm 0.2$	$2.9 \pm 0.4$	$2.4 \pm 0.2$
4	Диаметры ядер, мк	$4.9 \pm 0.1$	$4.9 \pm 0.1$	$4.9 \pm 0.1$	$5.4 \pm 0.1$
5	Число ядер в поле зрения	$44.2 \pm 1.2$	$50.4 \pm 2.1$	$50.8 \pm 1.2$	$49.1 \pm 1.2$
6	Отношение числа ядер к диаметру фолликулов	6.8	7.7	8.8	4.5

Характер изменений щитовидной железы, имеющих место при токсическом узловом зобе, существенно отличается от изменений, наблюдающихся при нетоксическом узловом и токсическом диффузном зобе. В двух последних случаях образование новых фолликулов происходит менее интенсивно — число фолликулов в поле зрения если не уменьшается, то и не увеличивается (таблица). Правда, увеличивается число клеток в фолликулах. Однако вследствие увеличения диаметра фолликулов взаимоотношения между клетками хоть и нарушаются, но лишь незначительно, а именно, несколько увеличивается отношение числа клеток к диаметру фолликула. В случае же токсического узлового зоба это соотношение уменьшается (таблица).

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что между узловым нетоксическим и диффузным токсическим зобом существует лишь некоторая количественная разница по изученным нами параметрам. Количественные параметры же токсического узлового зоба значительно отличаются от упомянутых выше форм зоба. Очевидно, в

его основе лежит патологический процесс, резко отличающийся от процессов, имеющих место при других формах зоба.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 12.1974)

ციტოლოგია

ბ. ბაკურაძე, ვ. გოგიჩაიშვილი, გ. თუმანიშვილი

ფოლიკულური უჯრედების ურთიერთდამოკიდებულებანი  
 სხვადასხვა ფორმის ჩიჰვის განვითარების პროცესში

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა თირეოიდული პარენქიმის უჯრედების სივრცობრივი ურთიერთობანი სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის პირობებში.

აღმოჩნდა, რომ კვანძოვანი ტოქსიკური ჩიყვი თვისობრივად განსხვავდება კვანძოვანი არატოქსიკური და დიფუზურ-ტოქსიკური ჩიყვისაგან. კერძოდ, კვანძოვანი ტოქსიკური ჩიყვის შემთხვევაში მკვეთრად იზრდება ფოლიკულების რაოდენობა, მისი შემომსაზღვრელი უჯრედები ერთგვარად იწელებიან. იზრდება პარენქიმული უჯრედების ბირთვების დიამეტრები, მაშინ როდესაც ბირთვების რაოდენობა ფოლიკულზე შემცირებულია.

მსგავსი მოვლენები არ შეინიშნება ჩიყვის სხვა დანარჩენ ფორმათა დროს, რაც გვაფიქრებინებს, რომ კვანძოვან ტოქსიკურ ჩიყვს საფუძვლად უდევს სრულიად განსხვავებული პათოლოგიური პროცესი.

CYTOLOGY

E. I. BAKURADZE, V. A. GOGICHAISHVILI, G. D. TUMANISHVILI

INTERRELATIONSHIPS OF FOLLICULAR CELLS IN THE COURSE  
 OF DEVELOPMENT OF VARIOUS FORMS OF GOITER

Summary

Spatial interrelationships of cells of the thyroid parenchyma under various forms of goiter have been studied. Toxic nodular goiter was found to differ qualitatively from non-toxic and diffuse toxic goiters. Thus, in the case of toxic nodular goiter the quantity of follicles drastically increases and their surrounding cells stretch. The diameters of the parenchymal cell nuclei become enlarged, the number of cells decreasing. Similar phenomena have never been observed in the other forms of goiter. This leads the authors to the assumption that there is an essential difference between the toxic nodular goiter and other forms of this disease.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Р. Вебер. Базедова болезнь. Харьков, 1940.
2. Б. В. Алешин. Развитие зоба и патогенез зобной болезни. Киев, 1954.
3. В. Б. Золотаревский. Сб. «Гистохимия в патологической анатомии». М., 1962.
4. V. K. Frantz. Сб. „Щитовидная железа“. Л., 1963, 164.
5. A. Grollman. Clinica! Endocrinology and its Physiological Basis. London, 1964.
6. Г. Д. Туманишвили. Некоторые вопросы регуляции роста живых тканей. Тбилиси, 1965.

З. М. КЕРЕСЕЛИДЗЕ

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПЛАНКТОНА В ДВУХ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Оинани 22.2.1974)

Изучение формирования зоопланктона и его жизненной среды имеет большое значение, так как зоопланктонные организмы выделяются среди прочих экологических групп своей ролью как консументы, которые, с одной стороны, трансформируют органические вещества, а с другой, представляют собой пищевую базу для различных гидробионтов, в том числе и рыб.

Процесс формирования зоопланктона в разнотипных водохранилищах разные авторы объясняют по-разному. Одни придают большее значение морфологическому строению и физико-химическим особенностям водоемов [1, 2], другие — населению затопленных водоемов и грунта [3], третьи — фауне питающей реки [4]. Сам процесс формирования зоопланктона тоже объясняется по-разному [4—7].

Нами было изучено формирование зоопланктона в двух разнотипных водохранилищах Восточной Грузии — Сионском и Кумисском в первые годы их становления. Эти водохранилища отличаются друг от друга ландшафтно-географическим расположением, морфометрией, характером затопленного грунта, формой дна, гидрологическим режимом и другими параметрами.

Сионское водохранилище относится к горным водоемам лесной зоны Грузии, расположено на уровне 1000 м н. у. м. Площадь, занятая под водохранилище, является бывшей поймой р. Иори. Ему характерны большая глубина (максимальная 68 м), большая прозрачность (5, 6 м), зимой гомотермия, в остальные сезоны температурная стратификация. Вода относится к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе, общая минерализация ее низкая, содержание  $\text{CO}_2$  высокое (5,6—10,5 мг/л), дефицит кислорода не замечается, рН слабощелочная (7,2—8,2). Это олиготрофный водоем с очень резким колебанием уровня воды (амплитуда колебания 30 м), фитопланктон характеризуется небольшим разнообразием видового состава (18 таксонов), биомасса фитопланктона составляет 0,3—0,6 мг/л.

Кумисское водохранилище относится к водоемам зоны степей и полупустынь; в его чаще ранее было расположено соленое Кумисское озеро, его осушили и заполнили водой р. Куры, поэтому соленость изменчивая (0,5—8‰). Грунт богат глауберовой солью. Для водохранилища характерны низкая прозрачность, гомотермия, слабощелочная рН, высокое содержание кислорода. Вода относится к сульфатному классу и натриевой группе. Евтрофный водоем. Фитопланктон характеризуется видовым разнообразием (более 200 таксонов) и высокими количественными показателями (биомасса составляет от 1 до 32 мг/л)



Для водохранилища бассейна р. Куры, так же как почти для всех водохранилищ Грузии, в отличие от водохранилищ степной зоны Советского Союза, характерна скудность видового состава зоопланктона. Это в основном объясняется тем, что горные реки Грузии, которые питают эти водохранилища, почти лишены зоопланктона. Поэтому источниками заселения зоопланктоном в водохранилищах служат в основном зоопланктон затопленных водоемов, или же водоемов (временных), расположенных вблизи водохранилищ. В водохранилищах в первые годы доминируют ракообразные, развитие коловраток понижено.

В Сионском и Кумисском водохранилищах формирование видового состава зоопланктона мы изучали в первые годы их заполнения. В Сионском водохранилище нами было зарегистрировано 32 вида зоопланктона (*Rotatoria*—10, *Cladocera*—16, *Copepoda*—6). Большинство из них голопланктонные формы, встречаются также прибрежные и донные формы. Доминируют фильтраторы (*Daphina longispina* и *Arctodiaptomus acutilobatus*). С зоогеографической точки зрения большинство видов космополитные формы. Источники заселения зоопланктона—близ расположенные водоемы.

Видовой состав зоопланктона в первые годы заполнения Сионского водохранилища характеризуется большими изменениями — с первого же года число видов увеличилось, а с третьего года резко уменьшилось. Этот период совпадает с резким и сильным колебанием уровня воды, что и является, на наш взгляд, основной причиной такого резкого изменения видового состава. Сохранились в основном эвритопные формы. В период исследования число видов уменьшилось в 1,5 раза.

Формирование видового состава зоопланктона Кумисского водохранилища интересно тем, что в чаше водохранилища раньше было расположено соленое озеро (20—32‰). В озере развивались преимущественно галофильные формы и галобиоты (8 видов), из них в водохранилище сохранились 4 вида (*Brachionus plicatilis*, *Moina rectirostris*, *Alona rectangula*, *Arctodiaptomus salinus*).

В Кумисском водохранилище было зарегистрировано 25 видов (*Rotatoria* — 8, *Cladocera* — 11, *Copepoda* — 6). Большинство из них голопланктонные, космополитные формы. В процессе формирования (этот период совпадает с повышением солености до 6—8‰) выпали из состава зоопланктона пресноводные формы, сохранились в основном эвригалитные формы. В отличие от Сионского водохранилища здесь, во-первых, более резко меняется видовой состав — в том же периоде число видов уменьшилось в 3 раза, что объясняется колебанием солености, и, во-вторых, господствуют хищники — сперва *Acantocyclops vernalis*, а затем *Cyclops vicinus*. Источниками заселения являются бывшее соленое озеро, зоопланктон р. Куры и близ расположенные временные водоемы.

ზ. კერესელიძე

ალმოსავლეთ საქართველოს ორი სხვადასხვა ტიპის წყალსაცავის  
 ზოოპლანქტონის სახეობრივი შემადანილოგის ფორმირების  
 თანისებულება

რეზიუმე

სიონისა და კუმისის წყალსაცავები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ლანდშაფტურ-გეოგრაფიული მდებარეობით, ზომით, გრუნტის ხასიათითა და ფორმით, ჰიდროლოგიური და ჰიდროქიმიური რეჟიმით. ამიტომ ზოოპლანქტონის სახეობრივი შედგენილობის ფორმირება ამ ორ წყალსაცავში ერთგვარი თავისებურებით ხასიათდება: სიონის წყალსაცავში ჯერ გაიზარდა სახეობების რიცხვი და მერე მკვეთრად შემცირდა; საბოლოოდ ფილტრატორები გაბატონდა; ასეთი ცვლილებები წყლის დონის მკვეთრ ცვლილებებთანა დაკავშირებული. კუმისის წყალსაცავში სახეობების რიცხვი ფორმირების პერიოდში უფრო მკვეთრად შემცირდა და საბოლოოდ მტაცებლები გაბატონდნენ. შემორჩენენ ევრიპალინური ფორმები. ეს ცვლილებები ძირითადად წყლის მინერალიზაციის ცვლილებებთანა დაკავშირებული.

HYDROBIOLOGY

Z. M. KERESLIDZE

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE ZOOPLANKTON  
 SPECIES COMPOSITION IN TWO DIFFERENT-TYPE RESERVOIRS  
 IN EASTERN GEORGIA

Summary

The author has examined the formation peculiarities of the zooplankton species composition in two reservoirs (located in eastern Georgia) of different types (oligotrophic and eutrophic) in connection with ecological factors.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Жадин. Жизнь пресных вод СССР, т. III. М.—Л., 1950.
2. Г. Б. Мельников. Гидробиол. ж., т. II, № 2, 1966.
3. Н. А. Дзюбан. Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. М.—Л., 1959.
4. Ф. Д. Мордухай-Болтовской, Н. А. Дзюбан. Сб. «Экология водных организмов». Доклады II съезда ВББО. М., 1966.
5. А. В. Монаков. Труды биол. ст. «Борок», вып. 3, 1956.
6. Е. Ф. Мануилова. Труды биол. ст. «Борок», вып. 3, 1956.
7. Л. И. Лебедева. Бюлл. МОИП, отд. биол., № 6, 1961.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. А. ЧУРАДЗЕ

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦНС ПРИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПНЕВМОНИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 20.2.1974)

В предыдущих наших исследованиях [1, 2] были подробно изучены патоморфологические изменения ЦНС при экспериментальной пневмонии с помощью различных гистологических методик.

Целью настоящего исследования явилось изучение сдвигов обмена веществ в ЦНС при экспериментальной пневмонии с помощью гистохимических методик.

Пневмония вызывалась интратрахеальным инфицированием животных бактериальной культурой стафилококков по методу С. А. Саркисова [3]. Инфицирование производилось введением 4 мл физиологического раствора, содержащего 3 млрд. бактериальных клеток. Раствор вводился шприцем непосредственно в трахею. Животные забивались на 4-й день с момента инфицирования путем введения в полость сердца 3 мл наркотического эфира. Всего было проведено 15 опытов, два из них контрольных. Изучались следующие участки ЦНС: лобная, теменная, затылочная, височная области коры мозга, мозжечок, аммонов рог, гипоталамус (передний, средний, задний) по И. Н. Боголеповой [4] и А. Л. Поленову [5], медиальные и латеральные участки зрительного бугра, варолев мост, продолговатый мозг (уровень оливы) и спинной мозг (область шейного утолщения).

Проводились гистохимические реакции: на РНК по Браше, на РНК по Андрусу, на ДНК по Фельгену, на гликоген по Шабашу.

Изучение материала, окрашенного на РНК по Браше, показывает, что в корковых областях ганглиозные клетки окрашены темнее фона. Ядрышки бледные, ядра довольно темные. Зерна РНК крупные, образуют скопления, которые распределены по всей цитоплазме нейрона в виде отдельных интенсивно окрашенных глыбок. Цвет окраски зерен РНК красный. Особенно много гомогенно закрашенных клеток обнаруживается в лобной и затылочной областях.

В ганглиозных клетках аммонова рога ядрышки бледные. В цитоплазме зерна РНК имеют ярко-красный цвет. При изучении нейронов коры мозжечка отмечается, что в слое II ядра ганглиозных клеток светлые.

В гипоталамической области, зрительном бугре, варолевом мосту и продолговатом мозгу зерна РНК собраны в глыбки, которые неравномерно распределены по телу клетки, в ядрах хроматин распределен также неравномерно. Цвет окраски бледно-зеленый. Особенно интенсивные изменения со стороны распределения окраски зерен отмечаются в медиальной области зрительного бугра.

При изучении материала, окрашенного на РНК по Андрусу, выявлено, что в корковых областях зерна РНК в цитоплазме распределены

неравномерно, крупнозернистые, образуют скопления различной величины.

Изучением гипоталамической области установлено, что здесь имеет место небольшое количество гомогенно закрашенных нервных клеток. Особенно много последних отмечается в медиальной области зрительного бугра.

Изучение реакции на ДНК показывает, что в корковых областях зернышки ДНК крупноглыбчатые и перераспределены. В лобной и затылочной областях количество зерен ДНК больше, чем в теменной и височной. Интенсивная реакция на ДНК выявляется в коре мозжечка, разницы в интенсивности окраски между молекулярным и зернистым слоями нет.

Наиболее интенсивная окраска зерен ДНК имеет место в переднем отделе гипоталамуса. В участках зрительного бугра отмечается крайне интенсивная реакция на ДНК.

Умеренные сдвиги со стороны обмена нуклеиновых кислот наблюдаются в варолиевом мосту, продолговатом и спинном мозгу.

При изучении реакции на гликоген обнаруживается, что в корковых областях общий фон препаратов бледно-розовый. В наружном климплексе корковых слоев интенсивность реакции на гликоген сильнее, чем во внутреннем. В ганглиозных клетках мозжечка гликогена нет, окраска на гликоген в стенках сосудов четкая. В переднем отделе гипоталамической области окраска на гликоген такая же, как в коре.

В медиальной и латеральной областях зрительного бугра на общем бледно-розовом фоне имеет место очень интенсивная окраска стенок сосудов на гликоген (особенно в медиальной области зрительного бугра).

Полученные результаты показывают, что наиболее интенсивные сдвиги в обмене веществ наблюдаются при экспериментальной пневмонии в медиальной области зрительного бугра и несколько слабее в переднем гипоталамусе и в коре мозга.

Институт педиатрии  
 МЗ ГССР

(Поступило 21.2.1974)

მეცნიერებათა აკადემიის მოსწავლეობა

თ. ზურაბიძე

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ჰისტოქიმიური ცვლილებები  
 მეცნიერებათა აკადემიის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ნუკლეინის მკვებებისა და გლიოგენის ცვლა ცენტრალურ ნერვულ სისტემის სხვადასხვა უბანში ექსპერიმენტული პნევმონიის დროს.

საკუთარი მასალის შესწავლით დადგენილ იქნა, რომ ნუკლეინის მკვებების და გლიოგენის მხრივ მკვეთრ ცვლილებებს ადგილი აქვს მხედველობის ბორცვში, თავის ტვინის ქერქის შუბლის მიდამოს ზემო შრეებში და ჰიპოთალამუსის წინა მიდამოში.

T. A. CHURADZE

HISTOCHEMICAL CHANGES IN THE CENTRAL NERVOUS  
SYSTEM IN EXPERIMENTALLY INDUCED PNEUMONIA

Summary

The changes of nucleic acids and glycogen in different sections of the CNS in experimentally induced pneumonia have been studied by various techniques. An analysis of the findings has shown that the most intensive changes of nucleic acids and glycogen are observable in the optic thalamus, and to a lesser extent in the outer complex of the frontal (forehead) area of the cerebral cortex and in the anterior portion of the hypothalamus.

შიბრძნობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Р. Нанеишвили, Т. А. Чурадзе. Вопросы психиатрии. Тбилиси, 1965.
2. Т. А. Чурадзе. Материалы по изучению некоторых особенностей клиники и патоморфологии ЦНС при пневмонии у детей раннего возраста. Автореферат, Тбилиси, 1965.
3. С. А. Саркисов и П. И. Ремезов. Воспроизведение болезней человека в эксперименте. М., 1960.
4. И. Н. Боголепова. Строение и развитие гипоталамуса человека. Л., 1968.
5. А. Л. Поленов. Гипоталамическая нейросекреция. Л., 1968.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИЙ И ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ КОЛЛАГЕНОВЫХ ФИБРИЛЛ В УСЛОВИЯХ ТЕНОПЛАСТИКИ

(Представлено академиком И. К. Пишиа 5.3.1974)

В настоящей статье представлен анализ становления субмикроскопической и иммуноморфологической организации коллагеновых фибрилл при различных видах сухожильной пластики. В доступной литературе подобных работ не встречалось.

Методами электронной микроскопии, флюоресцирующих антител (ФА) и гистологии изучены коллагеновые фибриллы 160 ахилловых сухожилий 80 кроликов после ауто-(40), гомо-(60) гетеро-(30) и аллопластики-(50) в различные сроки — от 3 дней до 2 лет. Подробное описание методики дано в наших предыдущих работах.

Собственные исследования показали, что первые коллагеновые фибриллы в регенерационной бластеме вокруг трансплантата обнаруживаются в среднем через 2 недели после тенопластики.

Субмикроскопической характеристикой фибрилл является их низкая дифференцировка. Расположены они в разных направлениях и плоскостях межклеточного пространства и лишены поперечной исчерченности, что придает им вид разрыхленности. Среди них можно наблюдать единичные фибриллы средней электронной плотности, на фоне которой начинают вырисовываться темные (А) и светлые (В) периоды. Важной морфологической чертой этих фибрилл является дезориентация периодов, малые размеры их диаметра (300—350 Å) и длины (100 Å), а также превалирование темных лент над светлыми по всей длине фибриллы. Специфическое свечение новообразованных фибрилл более интенсивно (5+), чем зрелых (4+).

В срок 20—30 дней после тенопластики фибрилlogenез достигает максимальной интенсивности. На данном этапе дифференцировки возрастает число коллагеновых фибрилл. Они проявляют тенденцию к параллельному расположению. Однако расстояние между фибриллами еще значительно. Поперечная исчерченность не четко выражена, и фибрилла имеет сложный рельеф поверхности. Большое количество темных лент и между ними светлые узкие промежутки (150—160 Å) создают многополосатость. Диаметр каждого периода 350—400 Å (рис. 1). Коллагеновые фибриллы в регенерате при ауто- и гомотрансплантации отличаются большей упорядоченностью и компактностью, чем при гетеро- и аллопластике. При всех видах тенопластики количество специфически светящихся тонких коллагеновых фибрилл возрастает. Интенсивность свечения высока, выражается в 5 баллах (рис. 2).

В срок 3—6 месяцев трансплантаты замещаются новыми коллагеновыми волокнами и закономерно расположенными между ними сухожильными клетками. Тенобласты, подвергаясь сложной реорганизации ультраструктуры, превращаются в теноциты, и интенсивность



фибриллогенеза в регенерате заметно снижается. Коллагеновые фибриллы, по сравнению с предыдущими сроками наблюдения, более дифференцированы. Регулируется чередование темных и светлых периодов, и фибриллы приобретают большую компактность. Характерно уменьшение числа темных лент. В периоде А различаются две узкие

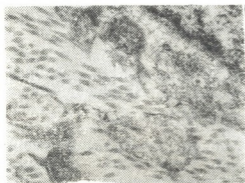


Рис. 1. Регенерирующие коллагеновые фибриллы (КФ) без четкой поперечной исчерченности через 20 дней после гомопластики. Электронограмма ( $\times 56\,000$ )

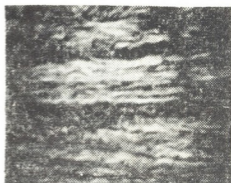


Рис. 2. Специфическое свечение коллагеновых фибрилл в 20-дневном регенерате после аутопластики. Инкубация с антиколлагеновой сывороткой, меченой тиоизоцианатом флюоресцина ( $\times 400$ )

ленты, расположенные близко друг к другу. Расстояние между ними приблизительно одинаково ( $150\text{--}200\text{ \AA}$ ). Длина светлого периода между двумя темными периодами увеличивается ( $200\text{ \AA}$ ), и вообще по всей поверхности фибриллы удельный вес светлых периодов возрастает. Увеличивается и ширина периодов до  $400\text{--}500\text{ \AA}$  (рис. 3).

На данном этапе дифференцировки регенерата количество специфически светящихся волокон возрастает. Однако между ними еще имеются довольно обширные темные поля, не обладающие способностью связывать специфические антитела, т. е. поля неколлагеновой природы. Различную способность связывать специфические антитела можно считать показателем некоторого количественного и качественного отличия между белково-полисахаридными комплексами коллагеновых волокон нормального сухожилия и вновь развившегося.

В дальнейшем (1--2 года после тенопластики) происходит последующая дифференцировка коллагеновых фибрилл. Расположены они строгими параллельными рядами, в тесном контакте друг с другом. Площадь специфического свечения возрастает, и темные зоны значительно уменьшаются. Интенсивность специфического свечения коллагеновых фибрилл приближается к норме (4+). Все это свидетельствует об идентичности антигеновой структуры коллагеновых волокон регенерата с таковой нормального зрелого сухожилия. На данном этапе дифференцировки субмикроскопической характеристикой коллагеновых фибрилл является строгое чередование светлых и темных периодов, их компактность, увеличение длины ( $400\text{--}500\text{ \AA}$ ) и ширины периодов ( $600\text{--}800\text{ \AA}$ ). По всей длине фибрилл светлые периоды преобладают над темными зонами (рис. 4).

Ультраструктурные и иммуноморфологические особенности коллагеновых фибрилл регенерата свидетельствуют об их дифференцировке. Для объяснения изменений в периодичности коллагеновых фиб-

рилл можно привлечь различные гипотезы. Многие авторы [1—4] считают, что структурные и физико-химические особенности коллагеновых фибрилл определяются взаимоотношением коллагеновых белков с мукополисахаридами. Если этот аргумент справедлив, то справедливо и допущение, что исчезновение многопалосатости и увеличение длины светлых периодов в дифференцирующих коллагеновых фибриллах обусловлено количественными и качественными изменениями коллагеновых белков. Нам представляется также возможным, что вследствие консолидации белково-мукополисахаридных комплексов и слияния нескольких темных лент образуются более компактные темные периоды, за счет чего увеличивается длина светлых периодов.

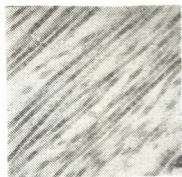


Рис. 3. Коллагеновые фибриллы с поперечной исчерченностью через 3 месяца после гомопластики. Электронограмма ( $\times 56\,000$ )

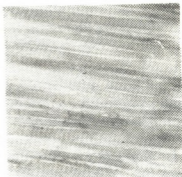


Рис. 4. Дифференцированные коллагеновые фибриллы через 2 года после аутопластики. Электронограмма ( $\times 60\,000$ )

Отсутствие знания точных механизмов утолщения коллагеновых фибрилл порождает предположение, что это происходит либо скоплением вокруг фибрилл мономерных единиц растворимого тропоколлагена [4—6], либо слиянием нескольких незрелых первичных фибрилл [7, 8].

Мы считаем возможным существование обоих этих механизмов. Однако нам кажется более вероятным, что на определенной стадии дифференцировки регенерата в клеточных элементах его устанавливается характерный для клеток нормального сухожилия обмен веществ, при котором синтезируются качественно и количественно полноценные коллагеновые белки. Естественно, при комплексации последних с мукополисахаридами образуются коллагеновые фибриллы с субмикроскопической и химической структурой, идентичные с нормальными коллагеновыми фибриллами. Это подтверждается электронномикроскопической и иммуноморфологической характеристикой этих фибрилл.

Проследив основные этапы дифференцировки коллагеновых фибрилл регенерата при различных видах тенوپластики, мы убедились, что definitiva субмикроскопическая и химическая организация коллагеновых фибрилл достигает совершенства таковой нормального сухожилия.

Информация о дифференцировке коллагеновых фибрилл, полученная с помощью методов электронной микроскопии и иммуноморфологии, позволяет говорить о совершенстве репаративной регенерации сухожилий на ультраструктурном уровне. Значение этих данных возрастает и потому, что вопрос о характере регенерата при тенوپластике,





несмотря на многократные изучения его на тканевом уровне, жаяთ იმყოფება დისკუსიონურს.

Институт травматологии  
и ортопедии  
МЗ ГССР

(Поступило 15.3.1974)

მაკაბრიმენტული მორფოლოგია

ა. მშვიდობაძე

კოლაგენური ფიბრილების დიფერენცირების  
ელემენტარულმიკროსკოპული და იმუნომორფოლოგიური  
ანალიზი ტენოპლასტიკის პირობებში

რეზიუმე

განხილულია რეგენერატის კოლაგენური ფიბრილების სუბმიკროსკოპული და იმუნოჰისტოქიმიური ორგანიზაციის შესწავლის ორიგინალური მონაცემები მყესის ლეტო-, ჰომო-, პეტერო- და ალოპლასტიკის პირობებში 3 დღიდან 2 წლამდე სხვადასხვა ვადაში. ნაჩვენებია ულტრასტრუქტურულ დონეზე კოლაგენური ფიბრილების დიფერენციაციის უნარი. წამოყენებულია მოსაზრებები ფიბრილთა პერიოდების რეგულაციის, მათი დიამეტრისა და სიგრძის ზრდის შესაძლო მექანიზმის შესახებ.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

ELECTRON MICROSCOPIC AND IMMUNOMORPHOLOGICAL  
ANALYSIS OF THE DIFFERENTIATION OF COLLAGENIC  
FIBRILS UNDER CONDITIONS OF TENOPLASTY

Summary

Original data on a study of the submicroscopic and immunomorphological organization of collagenic fibrils of the regenerate in auto-, homo-, hetero- and alloplasty of tendons over different periods of time (from three days to two years) are presented. The capacity of collagenic fibrils for differentiation has been demonstrated. An assumption is made on the possible mechanism of regulation of fibril periods and increase of their length and diameter.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Тустановский, А. Л. Зайдес, Г. В. Орловская, Г. А. Мягкая. ДАН СССР, 138, 4, 1961, 962.
2. A. Delauny, S. Bazin. Int. Rev. Connective Tissue Res., 2, 302, 1964.
3. D. Lowther. Int. Rev. Connective Tissue Res., 2, 1, 1964.
4. G. G. Wood. Int. Rev. Connective Tissue Res., 2, 1, 1964.
5. S. F. Jackson. Nature, 175, 950, 1954.
6. K. P. Porter. Repair process in connective tissue, Josiah Macy, Jr. Foundation. New York, 126, 1951.
7. R. Giesekeing. II Symp. Med. Univ. Munster, 16/17, 10, 1959. Stuttgart: Thieme, 1960.
8. F. Wasserman. Am. J. Anat., 94, 3, 399, 1954.



ა. კობახიძე

ოქსიპემოგლობინის დინამიკა მიოკარდიუმის  
მასპარეზობითი პირობებისა და „ატეპარინის“  
ბამოყენების პირობებში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. ზურაბაშვილმა 7.3.1974)

კორონარული უკმარისობის არსი გულისხმობს უანგბადით გულის კუნთის მოთხოვნილებისა და სისხლით მის მომარაგებას შორის დარღვევას.

ოქსიპემოგლობინის რაოდენობა სისხლში მჭიდრო კავშირში იმყოფება კორონარული სისხლის დინების მოცულობით სისწრაფესა და მიოკარდიუმის უანგბადიო შთანთქმვასთან.

ექსპერიმენტული მონაცემებით [1, 2], თუ კორონარული სისხლის დინების მოცულობითი სისწრაფე მატულობს უფრო მეტად, ვიდრე გულის კუნთით უანგბადის შთანთქვა, მაშინ კორონარული სისხლიდან გამოძვალ სისხლში ოქსიპემოგლობინის პროცენტული რაოდენობა მატულობს. მაგრამ, თუ გულის კუნთით უანგბადის შთანთქვა წინ უსწრებს კორონარული სისხლის დინების მოცულობით სისწრაფეს, ოქსიპემოგლობინის პროცენტული რაოდენობა კლებულობს. მეორეს მხრივ, დადგენილია კველახე მჭიდრო კავშირი გულის კუნთით უანგბადის შთანთქმვასა და კორონარულ სისხლის დინებას შორის [3, 5].

ჩვენი შრომის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა ოქსიპემოგლობინის დინამიკა მიოკარდიუმის ექსპერიმენტული ჰიპოქსიის პირობებში სხვადასხვა კორონაროგამაფართოებელი საშუალებების გამოყენების დროს.

ცდები წარმოებულა ურეტიანით (1 გრ/კგ) ნარკოტიზებულ კატებზე მწვავე ცდის პირობებში. კორონარული სისხლის დინების მოცულობითი სისწრაფე შევისწავლეთ ნ. კავკერიას მეთოდით [6]. უანგბადის არტერიულ-ვენურ სხვაობას ვსაზღვრავდით ე. კრეპსის კომბინირებული ოქსიპემომეტრის (მოლელი 557) საშუალებით [7]. მიოკარდიუმის ექსპერიმენტულ ჰიპოქსიას ვაწვევდით პიტუიტრინის (2 ერთ./კგ) ვენაში შეყვანით. ელექტროკარდიოგრაფიას ვკლავდით მკპ-5 ტიპის ელექტროკარდიოგრაფზე. შევისწავლეთ სამფოს-ფორმეაჟა ნატრიუმის მარილის 1% ხსნარის (2 მგ/კგ), ჰეპარინის (500 მოქ. ერთ./კგ), პლატიფოლინის ბიტარტარატის 0,2% ხსნარის (0,2 მგ/კგ) და ზემოთ აღნიშნული ინტერდინენტების ნარევის — „ატეპარინის“ გავლენა ნორმასა და პიტუიტრინის ინტრავენური შეყვანით გამოწვეული გულის კუნთის ჰიპოქსიის დროს.

ინტაქტურ კატებში ოქსიპემოგლობინის პროცენტული შემცველობა არტერიულ სისხლში სამფოსფორმეაჟა ნატრიუმის მარილის ვენაში შეყვანის შემდეგ საშუალოდ იკლებს 90,5-დან 90-მდე. ეს სხვაობა სუსტად სარწმუნოა ( $p < 0,05$ ). ოქსიპემოგლობინის პროცენტული შემცველობა იკლებს კორონარული სინუსიდან გამოძვალ სისხლში 39-დან 36-მდე ( $p < 0,01$ ). პიტუიტრინული კორონაროსპაზმის პირობებში პრეპარატის ვენაში შეყვანის შემდეგ ოქსიპემოგლობინი იკლებს არტერიულ სისხლში 90,2-დან 89,9-მდე. სხვაობა არ არის სარწმუნო ( $p < 0,2$ ). ვენურ სისხლში კი ეს განსხვავება სარწმუნოა — 46-დან 43,6-მდე ( $p < 0,001$ ).

ინტაქტურ კატებში ოქსიპემოგლობინის პროცენტული შემცველობა არტერიულ სისხლში ჰეპარინის ვენაში შეყვანის შემდეგ იკლება 90-დან 89,8-47. „მათემა“, ტ. 74, № 3, 1974


 საქართველოს  
 მეცნიერებათა  
 აკადემია

მდე. ეს განსხვავება არ არის სარწმუნო. კორონარული სინუსიდან გეგმავსკაჟი ვენურ სისხლში ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობა შემცირდა 40,7-დან 39,7-მდე ( $p < 0,05$ ). პიტუიტარული კორონაროსპაზმის დროს კი პრეპარატის ვენაში შეყვანის შემდეგ არტერიულ სისხლში ოქსიჰემოგლობინი შეიცვალა 87-დან 87,27-მდე ( $p < 0,4$ ), ხოლო კორონარულ ვენურ სისხლში — 47,7-დან 46,7-მდე ( $p < 0,05$ ).

ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობა არტერიულ სისხლში პლატიფალინის ბიტარტარატის ვენაში შეყვანის შემდეგ არ შეიცვალა (შეყვანამდე და შეყვანის შემდეგ 88,5 ( $p < 1$ ), ხოლო კორონარულ ვენურ სისხლში შემცირდა 42,3-დან 41,8-მდე. ეს სხვაობა არ არის სარწმუნო ( $p < 0,2$ ). პიტუიტარული კორონაროსპაზმის პირობებში ოქსიჰემოგლობინი არტერიულ სისხლში პრეპარატის შეყვანის შემდეგ გაიზარდა 83,2-დან 83,6-მდე რაც არ არის სარწმუნო ( $p < 0,1$ ), ხოლო კორონარულ ვენურ სისხლში მისი როდენობა შემცირდა 47,2-დან 46,3-მდე, რაც სუსტად სარწმუნოა ( $p < 0,05$ ).

ინტაქტურ კატეგორიაში ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობა არტერიულ სისხლში ატეპარინის ვენაში შეყვანის შემდეგ შემცირდა 92,5-დან 91,84-მდე ( $p < 0,01$ ), ხოლო კორონარულ ვენურ სისხლში — 46,6-დან 42-მდე ( $p < 0,001$ ).

პიტუიტარული კორონაროსპაზმის დროს ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობა არტერიულ სისხლში ატეპარინის შეყვანის შემდეგ შემცირდა 91-დან 89,93-მდე ( $p < 0,001$ ), ხოლო კორონარულ ვენურ სისხლში — 37,8-დან 33,8-მდე ( $p < 0,001$ ).

ამრიგად, თუ შევადარებთ ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობის ცვლილებას არტერიულ და ვენურ სისხლში აღენოზინსამფოსფორმევა ნატრიუმის მარილის, ჰეპარინის, პლატიფალინის ბიტარტარატის და აღნიშნულ ინგრედიენტთა ნარევის — ატეპარინის გამოყენებას, აშკარად ჩანს ატეპარინის ინტრავენური შეყვანის შემდეგ ოქსიჰემოგლობინის არტერიულ-ვენური სხვაობის უპირატესობა ცალკეულ ინგრედიენტთან შედარებით.

ჩვენი მონაცემები შეესაბამება ადრე მიღებულ შედეგებს [1—5] ოქსიჰემოგლობინის პროცენტული შემცველობის შემცირების შემცირების სისხლში გულის კუნთით ყანგბადის შთანთქმის უპირატესად გამოხატულ შემთხვევებში. აღნიშნულს ადასტურებს აგრეთვე ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემები [8], სადაც ატეპარინმა კორონარული სისხლის დინების მოცულობითი სისწრაფის პოტენცირებულ ვაზრდასთან ერთად გამოიწვია გულის კუნთით ყანგბადის შთანთქმის საგრძნობი მომატება. ატეპარინმა კორონარული სისხლის დინების მოცულობითი სისწრაფე გაზარდა 75%-ით, მიოკარდიუმის ყანგბადის შთანთქმა — 39%-ით (ინტაქტურ ცხოველებში); პიტუიტარული კორონაროსპაზმის ფონზე კორონარული სისხლის დინების მოცულობითი სისწრაფე — 114%-ით, მიოკარდიუმით ყანგბადის შთანთქმა — 62%-ით.

კლინიკური და ექსპერიმენტული  
 კარდიოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.3.1974)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Л. КОВАХИДЗЕ

ДИНАМИКА ОКСИГЕМОГЛОБИНА В УСЛОВИЯХ  
 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПОКСИИ МИОКАРДА И ПРИ  
 ПРИМЕНЕНИИ «АТЕПАРИНА»

Резюме

Приведены результаты опытов по изучению динамики оксигемоглобина в условиях экспериментальной гипоксии миокарда кошек до и после внутривенного введения 2 мг/кг натриевой соли аденозин-

трифосфорной кислоты (в виде 1% раствора), 500 действ. ед. кг/в гепарина и 0,2 мг/кг битартата платифиллина (в виде 0,2% раствора), а также смеси указанных ингредиентов — «атепарина».

Результаты исследований показали, что при применении «атепарина» понижение процентного содержания оксигемоглобина в артериальной крови и крови, оттекающей из коронарного синуса, более достоверно, чем при применении отдельных ингредиентов смеси. Понижение процентного содержания оксигемоглобина в крови, оттекающей из коронарного синуса, находится в прямой зависимости от увеличения поглощения миокардом кислорода.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. L. KOBAKHIDZE

OXYHEMOGLOBIN DYNAMICS DURING EXPERIMENTAL  
 HYPOXIA OF THE MYOCARDIUM AND AFTER  
 ADMINISTRATION OF ATEPARIN

Summary

The content of oxyhemoglobin was studied during experimental hypoxia of the myocardium before and after intravenous injection of 2 mg/kg of sodium salt of ATPH (1% solution), heparin (500 au/kg/wt) and 0.2 mg/kg of bitartrate of platyphylline (0.2% solution), as well as of *Ateparin*, a mixture of the above ingredients. Administration of *Ateparin* led to a more significant decrease of the percentage of oxyhemoglobin content in the arterial blood and in the blood coming from the coronary sinus than was the case when individual ingredients of the mixture were given. The decrease of the percentage of oxyhemoglobin content in the blood of the coronary sinus is directly dependent on the increase of oxygen consumption by the myocardium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Кисин. Бюлл. эксп. биол. и мед., 1958, 6, 69—72.
2. И. Е. Кисин. Бюлл. эксп. биол. и мед., 1959, 12, 61—65.
3. E. L. Foltz, R. G. Page, W. F. Sheldon, S. K. Wong, N. J. Tuddenham, A. J. Weis. Factors in variation and regulation of coronary blood flow in intact anesthetized dogs. *Am. J. Physiol.*, 1950, v. 162, 521-537.
4. A. F. Alella, C. Williams, C. Bolene-Williams, L. N. Katz. The interrelation between cardiac oxygen consumption and coronary blood flow. *Am. J. Physiol.*, 1955, v. 183, 570-582.
5. Н. В. Каверина. Фармакология коронарного кровообращения. М., 1963, 15.
6. Н. В. Каверина. Фармакология и токсикология, 1, 1958, 39—43.
7. Оксигеометр комбинированный. Модель (057) Е. М. Крепса. Краткое описание и инструкция по пользованию. Л., 1960, 3—22.
8. М. Л. Кобахидзе. Сообщения АН ГССР, XLIV:3, 1966, 785—790.



3. კობახიშვილი

სპარსული რითმის მორფოლოგიური სტრუქტურა

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ს. ჯიქიამ 28.3.1974)

სპარსული რითმის თეორია XX ს. 50-იან წლებამდე მეცნიერული თვალსაზრისით არ დამუშავებულა. შუა საუკუნეების არაბულ-სპარსული სქოლასტიკური თეორია, რომელიც სისრულით ვერ ასახავდა სპარსული რითმის ბუნებას, ხელშეუხებლად იყო შერაცხული. თანამედროვე ირანის სამეცნიერო ლიტერატურაში დღესაც გვხვდებით იმავე კატეგორიებით მსჯელობას, რომლებიც ტრადიციულმა პოეტიკამ შეიმუშავა. ევროპულმა მეცნიერებამ, რომელმაც უაღრესად დიდი ღვაწლი დასდო ირანისტიკის განვითარებას, რატომღაც თავისი ყურადღების გარეშე დატოვა სპარსული პოეტიკისა და, კერძოდ, რითმის თეორიის ძირითადი პრობლემები. ევროპელი მეცნიერები უმთავრესად კმაყოფილებდნენ შუა საუკუნეების პოეტიკური ტრაქტატების გამოცემითა და მათი ზოგადი დახასიათებით. ასეთი ცდებიც უაღრესად მცირერიცხოვანი იყო და უპირატესად მოიცავდა ლექსთწყობის საკითხებს. სპარსული რითმის თეორიის მეცნიერული გადასინჯვისა და ახლებური გააზრების ცდები ეკუთვნით საბჭოთა მეცნიერებს ბ. სიარუსსა [1] და ა. აზერს [2]. პირველის დამსახურებად უნდა ჩაითვალოს ტრადიციული თეორიის სისტემატიზაცია და გამარტივებული სახით გადმოცემა, ხოლო მეორემ სცადა შეექმნა შუა საუკუნეების სქოლასტიკური პოეტიკისაგან განსხვავებული თეორია. ორივე მეცნიერის შრომებმა გარკვეული სამსახური გაუწიეს სპარსული პოეტიკის შესწავლის საქმეს, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ მეთოდოლოგიისა და სტრუქტურული სისტემატიზაციის თვალსაზრისით ეს ნაშრომები ვერ ღვანან ლიტერატურათმცოდნეობის დღევანდელ დონეზე. აღნიშნულ თეორიათა კრიტიკას და სპარსული რითმის ფონეტიკური სტრუქტურის საკითხებს ჩვენ მივუძღვენით სპეციალური გამოკვლევა [3]. ამჟერად კი ჩვენი კვლევის საგანს სპარსული რითმის მორფოლოგიური სტრუქტურა წარმოადგენს.

მორფოლოგიური თვალსაზრისით სპარსული რითმები შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად: 1. ძირეული რითმები (როდესაც კლაუსულა შედგება მხოლოდ ძირეული ბგერებისაგან), 2. ძირეულ-სუფიქსალური რითმები (როდესაც კლაუსულას ქმნის ძირეულ და სუფიქსალურ ბგერათა კომპლექსი), 3. სუფიქსალური რითმები (რომლებშიც კლაუსულა ემყარება მხოლოდ სუფიქსთა იდენტურობას). ამ უკანასკნელი ჯგუფის რითმები სპარსულ პოეზიაში დიდ იშვიათობად გვევლინება, ვინაიდან ასეთი სახის გარითმვა დაკანონებული ნორმებიდან გადახვევას წარმოადგენდა და ტრადიციულ პოეტიკაში აღინიშნებოდა სპეციალური ტერმინით „ნიშ“ (ჩვენ ამ სახეობას განვიხილავთ როგორც გამოხაკოსის). მამასადამე სპარსული რითმების ამ სამი ჯგუფის მორფოლოგიური სტრუქტურა გრაფიკულად შესაძლოა ასე გამოისახოს:

- 1) R=B,    2) R=B+S,    3) R=S,

(აქ R აღნიშნავს რითმას, B — ძირს, S — სუფიქსს).

ძირეული რითმების ჯგუფში ერთიანდება ერთმარცვლიანი და ორმარცვლიანი რითმები (მაგ., ერთმარცვლიანები: ქას — ფას, ბარ — ფარ, ხუშ — ხანუშ, აბრ — ჰეზაბრ და სხვ... ორმარცვლიანები: დანე — ხანე, მოშთარ — ან-



გომთარ, აპანგ — ფალანგ და სხვ. ...). მაშასადამე, მორფოლოგიურ სარისით ვიღებთ ძირეული რითმის ორ ნაირსახეობას, რაც გრაფიკულად შეიძლება ასე გამოვსახოთ (R-ის თანმხლები ციფრი აღნიშნავს რითმის რანგს, ფრჩხილებში მოთავსებული ციფრი — კლაუსულის მარცვალთა რაოდენობას):

$$R_1 = B (1),$$

$$R_2 = B (2).$$

ძირეულ-სუფიქსალური რითმები წარმოდგენილია უფრო ნაირსახეობანი მორფოლოგიური სტრუქტურებით. ასეთ რითმებში უმარტივეს კონსტრუქციად გვევლინება ორმარცვლიანი ვარიანტი, რომელშიც ერთი მარცვლი ძირეულია, ხოლო მეორე — სუფიქსალური. იგი გრაფიკულად ასეთ სახეს მიიღებს:

$$R_3 = B(1) + S(1).$$

სპარსულში რითმის შემადგენელ ერთმარცვლიან სუფიქსებად გვევლინება: *ბ* (განუსაზღვრელობის, განზოგადების, წარმომავლობის), წოდებითის *პ*, მრავლობითი რიცხვის *პნ*, *პჰ*, კინობითის *აქ*, *ჩე*, ინფინიტივის *ან*, ნამყო დროის მიმღობის მაწარმოებელი *ე* (ე. წ. მეღერი „ჰაჰე ჰავეაზით“ გამოხატული), გერუნდივის *ან*, I, II და III პირის მხოლოდითი რიცხვის ნაცვალსახელური ენკლიტიკა: *ამ*, *ათ*, *ამ* (ესენი სახელებთან კუთვნილებითი ნაცვალსახელის ფუნქციას ასრულებენ, ხოლო ზმნებთან გამოხატავენ ობიექტურ პირს), ზმნის პირის ნიშნები: *ამ*, *ბ*, *ად*, *ბმ*, *ბდ*, *ანდ* და სხვ. ...

სამმარცვლიან ძირეულ-სუფიქსალურ რითმებშიც შესაძლოა ორი სტრუქტურული ვარიანტი:

ა) როდესაც ძირეულ ორ მარცვალს ერთვის სუფიქსალური ერთი მარცვალი:

$$R_4 = B(2) - S(1)$$

ბ) როდესაც ძირეულ ერთ მარცვალს ახლავს ორმარცვლიანი სუფიქსი:

$$R_5 = B(1) + S(2).$$

ასეთ შემთხვევაში ორმარცვლიან სუფიქსებად გვევლინება, უმთავრესად, I, II და III პირის მრავლობითი რიცხვის ნაცვალსახელური ენკლიტიკის მაწარმოებლები: *ემან*, *ეთან*, *ემან*. შესაძლოა ორი თითომარცვლიანი სუფიქსის შეერთებული ვარიანტიც, როდესაც  $S = 1 + 1 = 2$ .

ოთხმარცვლიან რითმებში შესაძლოა ორი სტრუქტურული ვარიანტი:

ა) ძირეული ორი + სუფიქსალური ორი:

$$R_6 = B(2) + S(2),$$

ბ) ძირეული ერთი + სუფიქსალური სამი:

$$R_7 = B(1) + S(3)$$

(სპარსულ ენაში სამმარცვლიანი სუფიქსი არ არსებობს. ასეთ შემთხვევებში ყოველთვის სუფიქსთა შერწყმა გვექნება მოცემული).

ხუთმარცვლიანი რითმების შესაძლებელი ვარიანტებიდან ჩვენს მიერ დამუშავებულ მასალაში დადასტურდა მხოლოდ ერთი: ძირეული ორი + სუფიქსალური სამი:

$$R_8 = B(2) + S(3).$$

უნდა აღინიშნოს, რომ ოთხმარცვლიანი და ხუთმარცვლიანი რითმები სპარსულ პოეზიაში (და განსაკუთრებით მონორიმულ პრინციპზე აგებულ ლირიკულ სალექსო ფორმებში) დიდ იშვიათობას წარმოადგენს და მათ თეორიული მნიშვნელობა უფრო აქვთ, ვიდრე პრაქტიკული. ასეთი ვითარება მხოლოდ სპარსული პოეზიისათვის არ არის დამახასიათებელი. ანალოგიურ მდგომარეობას ვხვდებით სხვა ენებშიც (ეს საკითხი კარგად აქვს განხილული ვ. ჟირმუნსკის თავის საფუძვლიან ნაშრომში [4]).

გამონაკლისად უნდა ჩაითვალოს ისეთი შემთხვევები, როდესაც მხოლოდ სუფიქსალური ბგერები ქმნის რითმას (ძირეული ბგერების იდენტურობის გარეშე). ასეთი გარითმვა, როგორც აღვნიშნეთ, სპარსულ ტრადიციულ პოეტიკაში ნორმის დარღვევად იყო მიჩნეული და აღინიშნებოდა სპეციალური ტერმინით „ნთა“. ლირიკულ სალექსო ფორმებში, რომლებიც მონორიმულ პრინციპზეა აგებული, დასაშვებად ითვლებოდა მხოლოდ ერთხელ დარღვევა გარითმვის წესისა და ნთს გამოყენება.

ძირისაგან დამოუცილებლად რითმისმარშალებელ სუფიქსებად შესაძლოა შეგვხვდეს როგორც ერთმარცვლიანი, ისე ორმარცვლიანი სუფიქსები; ერთმარცვლიანთაგან: თარ, ბარ, ვარ, სარ, ზარ. ვარ, არ, გარ, გან, გინ, ინ, ქან, სან, ვამ, ეშ და სხვ. ... ორმარცვლიანთაგან: ესთან, თარინ, ასან, ანე, ინე და სხვ. ...

ერთმარცვლიანი სუფიქსალური რითმა გრაფიკულად ასე გამოისახება:

$$R_9 = S(1),$$

ხოლო ორმარცვლიანი სუფიქსალური რითმის გრაფიკული გამოსახულება ასეთი იქნება:

$$R_{10} = S(2).$$

ზემოთქმულის საფუძველზე ვიღებთ სპარსული რითმის მორფოლოგიურ სტრუქტურათა ასეთ ცხრილს:

მარცვალთა რაოდენობა	შედგენილობა	სტრუქტურათა რანგობრივი კლასიფიკაცია
ერთმარცვლიანი ორმარცვლიანი ორმარცვლიანი სამმარცვლიანი სამმარცვლიანი ოთხმარცვლიანი ოთხმარცვლიანი ხუთმარცვლიანი	ძირეული ძირეული ძირეულ-სუფიქსალური ძირეულ-სუფიქსალური ძირეულ-სუფიქსალური ძირეულ-სუფიქსალური ძირეულ-სუფიქსალური ძირეულ-სუფიქსალური	$R_1 = B(1)$ $R_2 = B(2)$ $R_3 = B(1)+S(1)$ $R_4 = B(2)+S(1)$ $R_5 = B(1)+S(2)$ $R_6 = B(2)+S(2)$ $R_7 = B(1)+S(3)$ $R_8 = B(2)+S(3)$
გამონაკლისები:		
ერთმარცვლიანი ორმარცვლიანი	სუფიქსალური სუფიქსალური	$R_9 = S(1)$ $R_{10} = S(2)$

გამორიცხული არ არის ზოგიერთი სხვა ვარიანტის არსებობაც, მაგრამ ყოველ მათგანს გამონაკლისის სახე ექნება და სპარსული კლასიკური რითმის ტიპიურ მოვლენად არ ჩაითვლება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

В. В. КОТЕТИШВИЛИ

## MORFOLOGIČESKAJA STRUKTURA PERSIDSKOJ RIFMY

Резюме

Классификация морфологических структур персидской классической рифмы дает нам возможность выделить три группы: 1) коренные, 2) суффиксально-коренные и 3) суффиксальные рифмы.

Ранговая классификация этих групп дает в результате 10 разновидностей, представленных в схеме, где R с цифрой обозначает рифму с ранговым порядковым номером, В — корень, S — суффикс, цифра в скобках — количество слогов. Каждое возможное отклонение от данной схемы будет носить характер исключения и не может считаться типическим явлением персидской классической рифмы.

PHILOLOGY
 —————

V. V. KOTETISHVILI

## MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF PERSIAN RHYME

Summary

Classification of the morphological structure of classical Persian rhyme makes it possible to single out three groups: 1. radical, 2. suffixal-radical and 3. suffixal rhymes. Classification of these groups yields 10 varieties, given in a diagram (where R with a figure indicates a rhyme with a rank order number, B a radical, S suffix, a figure in brackets the number of syllables).

Each possible deviation from the given diagram will constitute an exception and cannot be considered a typical phenomenon of Persian classical rhyme.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Сирус. Рифма в таджикской поэзии. Сталинабад, 1953.
2. А. А. Азер. Сб. «Проблемы восточного стихосложения». М., 1973, 16—24.
3. ვ. კოტეტიშვილი. მაგნე, ენისა და ლიტერატურის სერია, № 3, 1974.
4. В. Жирмунский. Рифма, ее история и теория. Петроград, 1923, 23—24.





УДК 894.631(7.067.26)

ფილოლოგია

3. ზეითაპური

სინტაქსური პარალელიზმი ძართულ ხალხურ პოეზიაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ძიძიგურმა 25.2.1974)

სინტაქსური პარალელიზმი მხატვრული პარალელიზმის ფართოდ გავრცელებულ სახეობას წარმოადგენს. მასში აქტიურად გამოყენება ერთნაირი სტრუქტურის სალექსო ფრაზები, ერთი და იგივე სიტყვები და გამოთქმები, ერთნაირი გრამატიკული ფორმები, მსგავსი ინტონაციური სქემები და ა. შ. მისი როგორც პოეტური სტილის პოპულარული ელემენტის ძირითადი ფუნქცია ლექსითი მეტყველებისათვის რიტმული შინაარსის მინიჭებით განისაზღვრება. ზოგიერთი მკვლევარი ამ მხატვრულ ხერხს ისეთ მაღალ მნიშვნელობას აძლევს, რომ იგი ისტორიული გენეზისით ლექსის საწყის ფაქტორადაც კი ესახება. მაგალითად, რიბნიკოვას აზრით ლექსი რიტმულ-სინტაქსურ საფუძველზეა აგებული. „ხალხური პოეზიის უმარტივეს ფაქტებს — ასკენის იგი — ჩვენ მივყავართ სინტაქსური პარალელიზმის შეცნობისაკენ, რომელიც საფუძველად უძევს ლექსს“.

ამრიგად, სინტაქსურ პარალელიზმს ლექსის შემოქმედებითი ფორმირებისა თუ მისი სტრუქტურული ბუნების ჩამოყალიბების თვალსაზრისით ერთ-ერთი საპატიო როლი განეკუთვნება. საკმარისია ითქვას, რომ იგი ყველა ჟანრისა და თემატიკის ხალხურ წყობილსიტყვიერ ტექსტებში სზირად არის რეალიზებული.

სინტაქსური პარალელიზმი სალექსო ტაეებს დინამიზმსა და ელასტიკურობას მატებს. იგი ფრაზეოლოგიურ ხერხად, უმრავლეს შემთხვევაში, სიტყვებისა თუ გამოთქმების გამეორებას იყენებს. გამეორების მეშვეობით კი ლექსის ტემპი აჩქარებული რიტმული მდინარებით იმსკვალება:

ცხენ-კარგის დედას დანატრი  
ლაშქარს წინაწინ წადვება!  
მემრე თოფ-კარგის დედასა —  
ერთის ნასროლით დარჩება!  
მემრე ცოლ-კარგის დედასა —  
ქმრის სწორით ლამაზად დახვდება!

ცხენ-კარგის, თოფ-კარგისა და ცოლ-კარგის დედების ამსახველი ლირიკული სურათები ერთმანეთს პარალელურად, რიტმულად მიჰყვება და თანდათანობით ინტონაციურ ამბლღებას — აღმავალ გრადაციას განიცდის.

ასევე ლირიკული სურათების თანმიმდევრულ მონაცვლეობას შეიცავს სხვა ლექსიც, რომელიც აგრეთვე სინტაქსურ პარალელიზმს ემყარება. აქ ყურადსაღები მომენტია სათქმელის შინაარსობრივი ფრაგმენტულობა, ფრაზების პოეტური არტიკულიზმი, რაც, კერძოდ, სინტაქსური პარალელიზმის არსებით ნიშანს შეადგენს:

ეს ჩემი გული რასა ჰგავს?  
ცასა ჰგავს შემოღრუბულსა,  
პირშაკრულს, დამძიმებულსა,  
საწვიმრად გამზადებულსა;

ქალსა ჰგავს ქმარყოფმოშლილსა,  
 მამისას დაბრუნებულსა,  
 ხმალსა ჰგავს პატრონმოქედარსა,  
 პირიანგინასა, ოხერსა.

აქაც ადგილი აქვს სხვადასხვა კომპოზიციური დეტალის რიტმულ ჩამოთვლას. ამ ლექსში მეტაფორიზაციის მეთოდით მეორდება პირიანი ზმნა „ჰგავს“ და მასთან თანმიმდევრულად სხვადასხვა სფეროდან მოხმობილი ტრადიციული ეპიზოდებია მისადაგებული. ეს ეპიზოდები ადამიანის პესიმისტურ განწყობილებას განსხვავებული ნიუანსებით გადმოსცემენ და ერთმანეთს შორის პარალელურ ხაზებს ქმნიან.

ზოგჯერ სინტაქსურ პარალელიზმში უშუალოდ სიტყვებისა და გამოთქმების გამეორება არ არის მოცემული, მაგრამ ლირიკულ სურათებს შორის სტრუქტურული და რიტმული ანალოგია იგულისხმება:

საწუთროსა სამი ვთხოვე:  
 ენა-პირი ხელოვანი,  
 ზედ საჯდომად მალი ცხენი,  
 წინ მიხდორი ველოვანი,  
 საკონცნალ თეთრი ქალი,  
 ტან-წერილი და ფეროვანი.

აქ სინტაქსური პარალელიზმის ნაწილებში გამოტოვებულია ზმნა „ვთხოვე“ ე. ი. აქ ელიფსისია გამოყენებული.

რიტმულ-სინტაქსური პარალელიზმის პრინციპით ერთმანეთის მომდევნო სალექსო სტრიქონებში, რომლებიც ლირიკულ ფრაგმენტებს შეიცავენ, ხშირად უარყოფითი ნაწილაკი (არ, ვერ, ვეღარ, ნუ, ნულარ და სხვ.) იხმარება. ეს მომენტი ლექსის ემოციურ შინაარსს ამჟღავნებს. ამ დროს უარყოფითი ნაწილაკი ჩვეულებრივ პირიანი ზმნის წინ გამოიყენება.

ზოგიერთ ასეთ ნიმუშში „არ“ ნაწილაკი გვხვდება

დუმეთ იყრების ლაშქარი, არ ერგებთან გზანიო,  
 სასმელად არ ეყოფიან ბაზალეთურნი ტბანიო,  
 სადგომლად არ ეყოფიან თრიალეთურნი მთანიო.

„არ“ ნაწილაკი წარმოსახვის ემოციურ მომენტს განსაკუთრებით მაშინ აძლიერებს, როდესაც მასთან მიმართვის ფორმა მომარჯვებული:

ჯავრო, არ მოგცემ ნებასა,  
 გულო, არ დაგაშავებო,  
 მტერო, არ შეგუხუებო,  
 ხმალო, შენ გაგაფხავებო.

სინტაქსური პარალელიზმის ოთხივე ნაწილში მიმართვის ობიექტები ჯავრი, გული, მტერი, ხმალი „ა“ ნაწილაკდართულ ზმნებთან მკაფიო შემართებას იძენენ.

სინტაქსური პარალელიზმის ნაწილებს განსაკუთრებულ ინტიმურ ხასიათს ანიჭებს „ნუ“ ნაწილაკის გამოყენება:

ღმერთო, ნუ მაჰკლავ ვაჟკაცსა, ნუ დაუბნელებ მუხსაო,  
 ნუ გაუოხრებ სახლ-კარსა, ნუ გაულადებ მტერსაო.

აქ „ნუ“ ნაწილაკი ბრძანებითი კილოს პირიან ზმნებს ერთვის. საერთოდ ზმნის იმპერატიული ფორმა უხსიავარ წარსულში პირველყოფილი ადამიანების მიერ ბუნების მოვლენებისადმი მიმართვის დროს ხშირად გამოიყენებოდა. იგი სასიცოცხლო არსებობისათვის ადამიანის მკაცრი, უკომპრომისო პრძოლის აუცილებლობით იყო სტიმულირებული. რა თქმა უნდა, აქ პირველ რიგში ბუნების პერსონიფიკაცია იგულისხმებოდა. ადამიანს ეგონა, რომ ამ მი-

მართვით ბუნების მოვლენებს თავისი სუბიექტური სურვილის შესაბამისად წარმართავენ. ანალოგიური ხასიათის ძველი ანიმისტური წარმოდგენების გადმონათობები გვიანდელ პერიოდში შექმნილ ლექსებშიც შეინიშნება.

არცთუ იშვიათად სინტაქსურ პარალელიზმში ტავტოლოგიური რითმებია გამოყენებული. სარიტმოდ ცალი სინტაქსური პარალელიზმის თითოეული მოტივის შემდეგ გვხვდება. ამ დროს მკვეთრად ესმება ხაზი ლირიკული სურათების ლოგიკურ-ემოციურ შინაარსს და ამასთან ერთად მათში რიტმული ინტონაციაც იზრდება. ზოგჯერ ტავტოლოგიური რითმა მონაწილეობს სინტაქსური პარალელიზმის ისეთ ნაწილებში, რომელთა შიგნითაც მსგავსების პრინციპი თავისებური ასპექტით მკაფიოდაა გატარებული:

ომ უჩვეველსა ჭაბუქსა ომი ჭვარობა ეგონა,  
 ხმლის ქნევა, ფარის ფარება ფარიკაობა ეგონა.  
 მოდენა ცხელის ტყვიისა ციღამ ხორხოშა ეგონა,  
 დადება საკაცეზედა თავისი ლურჯა ეგონა.

ქართულ ფოლკლორულ პოეზიაში გვაქვს ლექსების ერთი ჯგუფი, სადაც სინტაქსური პარალელიზმის ნაწილები ერთმანეთის მიმართ კონტრასტულ სურათებს გვიჩვენებენ. ეს კონტრასტული სურათები ურთიერთსაწინააღმდეგო შინაარსით ხასიათდებიან და ხალხური ეთიკის ელემენტებით არიან აღჭურვილი. მსგავს სიტუაციას შეიცავენ, კერძოდ, კაი ყმის ციკლის ლექსები, რომლებშიც საპირისპირო პოზიციებიდანაა დახასიათებული, ერთი მხრივ, კაი ყმის, მეორე მხრივ, ცუდი ყმის მორალური პორტრეტი. მაგალითად:

კაი ყმის ნაბინავარში შეშანი დარჩებიახო,  
 ცუდაის ნაბინავარში ქარნი ნაცართა ჰყრიანო.

გვხვდება სხვა ტიპის კონტრასტულ პრინციპებზე აგებული სინტაქსური პარალელიზმებიც.

სინტაქსური პარალელიზმის ფაქტები ქართული ხალხური პოეზიის ნიმუშებში საკმაოდ მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. ეს მხატვრული ხერხი პოეტურ ფოლკლორში ფართოდაა გავრცელებული და სალექსო ტექნიკის გარკვეულ განვითარებაზე მიუთითებს. მასში ხალხის წყობილიტყვიერი შემოქმედებითი გამოცდილებაა განზოგადებული და ეს მომენტი დროის დიდი მონაკვეთით ხასიათდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 შ. რუსთაველის სახელობის ქართული  
 ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 28.2.1974)

ФИЛОЛОГИЯ

Г. Е. ШЕТЕКАური

## СИНТАКСИЧЕСКИЙ ПАРАЛЛЕЛИЗМ В ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ ПОЭЗИИ

Резюме

Синтаксический параллелизм представляет собой одно из распространенных явлений поэтического стиля. Он находит широкое применение в репертуаре грузинской народной поэзии. Для него характерно повторение одних и тех же слов и выражений, грамматических форм, интонационных схем.

Синтаксический параллелизм придает поэтическим строкам пафос, динамизм, мелодичность.

G. E. SHETEK'AURI

## SYNTACTICAL PARALLELISM IN GEORGIAN FOLK POETRY

## Summary

Syntactical parallelism is one of the most widespread phenomena of poetical style and is frequently resorted to in Georgian folk poetry. It is characterized by repetition of the same words and phrases, grammatical forms and intonation patterns.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვ. კ. ტ. ე. ტ. ი. შ. ვ. ი. ლ. ი. ხალხური პოეზია. თბილისი, 1961.
2. ხალხური სიტყვიერება, XII. თბილისი, 1953.
3. ხალხური სიბრძნე, VI. თბილისი, 1965.
4. В. Н. Сорокин. Теория литературы. М., 1960.
5. Н. П. Рыбникова. Введение в стилистику. М., 1937.



3. პანიშვილი

მენშევიკური მთავრობის სამეზობლო პოლიტიკის კრახი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. სურგულაძემ 14.4.1974)

რუსეთის ცარიზმმა, ქართველი ლიბერალების არაერთგზისი თხოვნა-შუამდგომლობის მიუხედავად, საქართველოს საეროთო თვითმმართველობა არ აღიარა. ეს იყო მეფის მთავრობის კოლონიური პოლიტიკის ერთ-ერთი გამოვლინება იმპერიის ამ განაპირა ქვეყნის მიმართ.

ცარიზმის დამხობის შემდეგ დროებითმა ბურჟუაზიულმა მთავრობამ გადაწყვიტა რუსეთში არსებული საეროთო დაწესებულებათა უფლება-კომპეტენციის გაფართოება და განაპირა მხარეებისათვის საეროთო თვითმმართველობის ბოძება. მთავრობის დავალებით სპეციალურმა კომისიამ, რომელსაც ხელმძღვანელობდნენ ერობის ცნობილი სპეციალისტები ბ. ვესელოვსკი, დ. პროტოპოპოვი, გ. ლვოვი და სხვ. შეადგინა საეროთო დებულების ახალი პროექტი, მაგრამ დროებითმა მთავრობამ ვერ მოასწრო ამ გეგმის განხორციელება. დიდმა ოქტომბრის სოციალისტურმა რევოლუციამ პირისაგან მიწისა ალგავა ბურჟუაზიული სახელმწიფო მანქანა ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოებთან ერთად. ჩამოყალიბდა პროლეტარული სახელმწიფო. როგორც ცენტრში, ისე ადგილებზე ხელისუფლება გადავიდა მუშათა, ჯარისკაცთა და გლეხთა საბჭოების ხელში.

ამიერკავკასიის ბურჟუაზიულმა და შემთანხმებულურმა პარტიებმა უარი თქვეს ოქტომბრის რევოლუციის მონაპოვართა მიღებაზე, სცადეს ამ მხარეში ბურჟუაზიული წყობილების შენარჩუნება. მენშევიკებმა, დაშნაკებმა და მუსავატელებმა შეაკოწიწეს ამიერკავკასიის ბურჟუაზიული ფედერაციული რესპუბლიკა, ჩამოყალიბეს მისი მთავრობა, რომელიც აგრძელებდა უკვე დამხობილი რუსეთის დროებითი მთავრობის პოლიტიკას. ამიერკავკასიის კომისარიატის ერთ-ერთ ამოცანად იქცა ბურჟუაზიული საქალაქო თვითმმართველობის განმტკიცება და ბურჟუაზიული საეროთო თვითმმართველობის ორგანოთა ჩამოყალიბება.

ამიერკავკასიის კომისარიატს ერობის ჩამოყალიბება გადაუდებელ საქმედ მიაჩნდა, მაგრამ მის პრაქტიკულ რეალიზაციას აფერხებდა საქართველოს, სომხეთისა და აზერბაიჯანის ბურჟუაზიული პარტიების დავა ერების ტერიტორიული გამიჯვნის თაობაზე. მიუხედავად ამისა საკანონმდებლო მუშაობა მაინც დაიწყო. კომისარიატის მიერ გამოყოფილმა სპეციალურმა კომისიამ 1917 წ. დეკემბერში შეადგინა „დროებითი დებულება ამიერკავკასიის საეროთო დაწესებულებათა შესახებ“, რომელიც დამტკიცდა და გამოიცა 1918 წ. იანვარში.

დროებითი დებულება 185 მუხლისაგან შედგებოდა. დებულების მიხედვით ამიერკავკასიაში უნდა ჩამოყალიბებულიყო სამსაფეხურიანი ერობა. გუბერნიის, მაზრისა და ვოლოსტის (თემის) საეროთო კრებებისა და გამგეობების უწყებაში შედიოდა ადგილობრივი მმართველობისა და მეურნეობის საქმეები. ერობის ფუნქციას, კერძოდ, შეადგენდა გადასახადების გაწერა-აკრეფა, ქონებისა და კაპიტალის გამგებლობა, მიმოსვლის საშუალებათა გაუმჯობესება, ფოსტა-ტელეგრაფის მოწყობა, დაზღვევის საქმე, მოსახლეობის სამედიცინო და სანიტარული მომსახურება, სახალხო განათლებისა და კულტურის განვითარებაზე ზრუნვა, მეღიორაციული სამუშაოების წარმოება, სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგების აღმავლობისათვის ხელის შეწყობა, სტატისტიკუ-



რი გამოკვლევების ჩატარება, პირადი და საზოგადოებრივი უშიშროების დაცვა. მილიციის ხელმძღვანელობა და სხვ.

დროებითი დებულების დამტკიცების შემდეგ მალე შემუშავდა მისი გატარების „წესები“ და „ნაკაზი“ ამიერკავკასიის საეროთო ორგანოების არჩევნების შესახებ. საეროთო დებულების პრაქტიკული გატარებისათვის მომზადდა ინსტრუქტორთა კადრები. მაგრამ ამიერკავკასიის ბურჟუაზიულმა ფედერაციულმა რესპუბლიკამ სული ისე დალია, რომ საეროთო რეფორმის გატარება და საერთოდ ბურჟუაზიული რევოლუციის ამოცანების შესრულება ვერ მოახერხა. 1918 წლის მაისში ამიერკავკასიის ბურჟუაზიული ფედერაცია დაიშალა. მის ნაზგრევებზე აღმოცენდა საქართველოს, სომხეთისა და აზერბაიჯანის ბურჟუაზიული რესპუბლიკები.

საქართველოში ძალაუფლებას მენშევიკები დაებატრონენ. მას შემდეგ რაც მენშევიკურმა მთავრობამ ხელისუფლება ჩამოართვა რევოლუციის პროცესში შექმნილ საბჭოებს, ბუნებრივია, მის წინაშე დაისვა ადგილობრივი ხელისუფლების ორგანიზაციის პრობლემა. მენშევიკებმა მაზანშეწონილად მიიჩნიეს საქართველოს მაზრებში ჩამოყალიბებინათ საეროთო თვითმმართველობის ორგანოები.

საქართველოს მენშევიკური მთავრობა ერობის ორგანიზაციის საქმეში ამიერკავკასიის კომისარიატის მიერ გამოცემულ დროებით დებულებას ეყრდნობოდა, მაგრამ მისი ცხოვრებაში თანმიმდევრული გატარება შეუძლებელი აღმოჩნდა.

ერობის არჩევნები 1918 წლის აგვისტო-ოქტომბრისათვის დაინიშნა. რამდენიმე ხნით ადრე გაჩაღდა წინასაარჩევნო აგიტაცია. მაგრამ პრესა, საზოგადოება და მოსახლეობის ფართო ფენები დაინტერესებულს არ იჩენდნენ ერობის ორგანიზაციის საქითხებით. ლიბერალები ამაში ბრალს სდებდნენ მენშევიკური მთავრობის კომისარებს, რომელნიც რეფორმას ატარებდნენ მეფის რეჟიმისათვის დამახასიათებელი ბუროკრატიული მეთოდებით. რეაქციონერები და ლიბერალები თვალს ხუჭავდნენ, არ სურდათ დავსახელებინათ საეროთო რეფორმისადმი ხალხის უარყოფითი დამოკიდებულების უფრო არსებითი მიზეზი, არ შეეძლოთ იმის აღიარება, რომ საქართველოს მშრომელ მოსახლეობას, რომლის დიდი ნაწილი კარგა ხანია ბოლშევიკურ პოზიციაზე იდგა, ბურჟუაზიული სახელმწიფო წყობილება და მისი დანაშაულები საეროთო თვითმმართველობა განვიღო ეტაპად, რევოლუციურ გარდაქმნათა ეპოქისათვის ანაქრონიზმად მიიჩნდა. მშრომელი ხალხის იდეალი იყო საბჭოთა ხელისუფლება როგორც ცენტრში, ისე ადგილებზე.

მუშათა კლასისა და გლეხობის უმრავლესობამ ერობას ბოიკოტი გამოუცხადა. არჩევნებში ძირითადად თავდაზნაურობა, ბურჟუაზია და საშუალო ფენები მონაწილეობდნენ. სხვადასხვა მაზრებში საარჩევნო ყუთებთან გამოცხადდა ხმის უფლების მქონეთა 20—30%. მიუხედავად ამისა არჩევნები კანონიერად იქნა ცნობილი და დაიწყო საეროთო თვითმმართველობის ორგანოთა ჩამოყალიბება. შეიქმნა მრავალპარტიული საეროთო კრებები და გამგეობები, მაგრამ თითქმის ყველა მაზრის საეროთო თვითმმართველობაში გაბატონებული მდგომარეობა მენშევიკებმა დაიკავეს. ისინი ცდილობდნენ პროვინციების მართვა-გამგეობა და ცხოვრება წარემართათ მენშევიკური მთავრობის პროგრამის შესაბამისად.

1919 წლის დამდეგისათვის საეროთო რეფორმის გატარება არსებითად დამთავრდა. საქართველოს თითქმის ყველა მაზრაში ამოქმედდა საეროთო თვითმმართველობის ორგანოები. მართალია, არსებულ სასოფლო-საზოგადოებათა ბაზაზე ჩამოყალიბდა სათემო ერობებიც, მაგრამ ბევრ მათგანს სახსრების უქმარობისა თუ სხვა დაბრკოლებათა გამო პრაქტიკული მუშაობა თითქმის არ დაუწყია.

მენშევიკური სახელმწიფოს ეკონომიური და პოლიტიკური კრიზისის პირობებში საეროთო თვითმმართველობებს, ბუნებრივია, უჭირდათ პრაქტიკული

საქმიანობის ფართოდ ვაშლა. მდგომარეობას ისიც ართულებდა, რომ არათან-მიმდევრული კანონმდებლობა შეუძლებელს ხდიდა სამაზრო და სათემო ერო-ზების ფუნქციების გამიჯნვას, ნორმალური ურთიერთობის დამყარებას ცენ-ტრალური და ადგილობრივი მმართველობის ორგანოებს შორის. განსაკუთ-რებით დიდ სიძნელეებს ქმნიდა საერო თვითმმართველობის ორგანოთა ფინანსურ-საბიუჯეტო უფლებების განუსაზღვრელობა.

ეროების მესვეურთა საგრანობი ნაწილი ფიქრობდა, რომ საეროთ თვათ-მმართველობათა საქმიანობის სწორად წარმართვას შესძლებდა ერობათა ცენ-ტრალური ორგანო. მთავრობამ მხარი დაუჭირა მათ წინადადებას და 1919 წლის სექტემბერში ერობათა წარმომადგენლების II ყრილობამ მიიღო დად-გენილება ერობათა კავშირის შექმნის შესახებ. ეს ცენტრალური ორგანო ცდი-ლობდა სწორი გეზი მიეცა ერობისათვის, მოეხდინა მათი საქმიანობის კოორ-დინაცია, მაგრამ ერობათა კავშირმა ამ მიმართულებით ბევრი ვერაფერი გააკეთა.

ერობათა კავშირის მეთაურები და თვით მთავრობის წევრებიც კარგად ხედავდნენ, რომ ახალშობილი ერობა თანდაყოლილ კრიზისს განიცდიდა. ისინი ცდილობდნენ ერობისათვის პრაქტიკული საქმიანობის უნარის შთაბერვას. ცვლილებები შეჭმუნდათ დროებით საეროთ დებულებაში, ადგენდნენ მოზ-სენებებს, ახალ-ახალი კანონპროექტებს. ერობათა კავშირი მუშაობდა სამაზრო და სათემო ერობის უფლებრივი გამიჯნვის პრობლემაზე, მოითხოვდა ერობი-სათვის ფინანსური საბიუჯეტო უფლებების მინიჭებას, სრულყოფილი საერო-ბო დებულების შედგენას.

გარკვეული საკანონმდებლო მუშაობა მართლაც ჩატარდა. საქართველოს ბურჟუაზიული რესპუბლიკის კონსტიტუციის პროექტში საეროთ თვით-მმართველობას მიეძღვნა 111—112 მუხლები. 1920 წლის დამდეგს ერობათა კავშირის კომიტეტმა შეადგინა „საქართველოს რესპუბლიკის საეროთ თვით-მმართველობის კანონპროექტი“. ამ ორი დოკუმენტის ანალიზი ცხადყოფს, რომ 1920 წელსაც გრძელდებოდა დავა ერობის ხასიათისა და არსის გარშემო. მთავ-რობის წრეები ერობას სახელმწიფო ხელისუფლების ადგილობრივ ორგანოდ თვლიდნენ, ერობათა კავშირის მესვეურები კი მას საზოგადოებრივ თვითმმარ-თველობად აცხადებდნენ. ეს გარემოება პრაქტიკაშიც იჩენდა თავს, რაც საე-რობო დაწესებულებათა საქმიანობაში დამატებით სიძნელეებს ქმნიდა.

მენშევიკური მთავრობა, მართალია, ერობას სახელმწიფოს ადგილობრივი მმართველობის ორგანოდ თვლიდა, მაგრამ ვერ ახერხებდა მისთვის სათანადო ფინანსური დახმარების გაწევას. ეს კი ერობებს თვითმომკმედებისაკენ უბიძ-გებდა. ისინი მთავრობისაგან დამოუკიდებლად ეძებდნენ შემოსავლის წყა-როებს, მოსახლეობას ბეგრავდნენ ახალ-ახალი გადასახადებით, მაზრაში შე-ტანილ და ვატანილ საქონელზე იღებდნენ სატარიფო გამოსაღებს, კრძალავდნენ თავის სამომკმედო ტერიტორიიდან სურსათ-სანოვავის გატაბას და ასეთი ღო-ნისძიებების გატარების შედეგად ძველ საერისთავოებს ემსგავსებოდნენ. ბევ-რი ბრალს სდებდა ერობებს იმაში, რომ ისინი ვადაიქცენ სახელმწიფოებად სახელმწიფოში. მენშევიკური მთავრობა ცდილობდა დეცენტრალიზაციის ტენ-დენციის აღკვეთას, მაგრამ დასჯით დამუქრებაც კი ვერ შეელოდა საქმეს. მენშევიკური სახელმწიფოს რღვევის პროცესი გრძელდებოდა.

ამგვარად, მენშევიკური სახელმწიფოს ცენტრალურმა და ადგილობრივმა ორგანოებმა ერთმანეთის დახმარება ვერ შეძლეს. მათ ვერ მონახეს კრიზისი-დან გამოსასვლელი გზა. მენშევიკების საეროთ პოლიტიკამ სრული კრახი განიცადა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის  
ინსტიტუტი

В. Н. ВАНИШВИЛИ

КРАХ ЗЕМСКОЙ ПОЛИТИКИ МЕНЬШЕВИСТСКОГО  
ПРАВИТЕЛЬСТВА

Резюме

В результате экономического и политического кризиса созданные меньшевистским правительством в Грузии земские самоуправления потерпели полный крах.

HISTORY

V. N. VANISHVILI

BANKRUPTSY OF THE ZEMSTVO POLICY OF THE MENSHEVIST  
GOVERNMENT

Summary

Owing to the economic and political crisis, the *zemstvo* self-government created by the Menshevist government proved a complete failure.





УДК 9(47.922)

ისტორია

რ. ჯანაშია

საწარმოთა კოლექტივიზებისა და მეცნიერ მუშაკთა  
შემოქმედებითი კავშირი საქართველოში  
(1946—1955 წწ.)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მელიქიშვილმა 15.3.1974)

მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ამაღლების საქმეში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საწარმოთა კოლექტივიზებისა და მეცნიერ მუშაკთა თანამშრომლობის შემდგომი განმტკიცება და სავსებით ბუნებრივია, რომ საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტია ყოველთვის განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევდა და აქცევს ამ საკითხს.

მეცნიერ მუშაკთა მკვიდრო, შემოქმედებითი კავშირი წარმოებასთან, ერთი მხრივ, ხელს უწყობს მუშათა კლასის ტექნიკური და კულტურული განვითარების დონის ამაღლებას, იწვევს მისი ტექნიკური განათლების ამაღლებას, უახლოებს მას ინჟინერ-ტექნიკური ცოდნის დონეს, აჩქარებს გონებრივ და ფიზიკურ შრომას შორის არსებითი განსხვავების ლიკვიდაციას, ხოლო მეორე მხრივ, მუშათა კლასის თეორიული და ტექნიკური მომზადების სრულყოფა ხელს უწყობს წარმოების შემდგომ განვითარებას, ტექნიკური პროგრესის დაჩქარებას.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ჩქარი ტემპით განვითარება სოციალისტური წარმოების ძალადგობით შემდგომი წინსვლის უმნიშვნელოვანეს პირობას წარმოადგენს. იგი საშუალებას იძლევა მიღწეულ იქნას მატერიალური წარმოების ყველა დარგში შრომის ნაყოფიერების განუხრებელი ზრდა, ურომლისოდაც შეუძლებელია კომუნისმის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნა, კომუნისმზე გადასვლა. ვ. ი. ლენინი მიუთითებდა, რომ „შრომის ნაყოფიერების გადიდება შეადგენს ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას, რადგან უამისოდ კომუნისმზე საბოლოო გადასვლა შეუძლებელია. ამ მიზნის მიღწევა, მასების განათლებისა და მათი კულტურული დონის ამაღლებაზე ხანგრძლივი მუშაობის გარდა მოითხოვს დაუყოვნებლივ, ფართოდ და ყოველმხრივ გამოყენებას ტექნიკის სპეციალისტებისას“ [1].

ომისშემდგომ პერიოდში, როდესაც ფართო გაქანება მიიღო მეცნიერების განვითარებამ და დაიწყო სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუცია, განსაკუთრებული სიმწვავეით დადგა წარმოებასთან მეცნიერების კავშირის საკითხი, რომლის პრაქტიკულ ფორმას საწარმოების და მეცნიერ მუშაკთა შემოქმედებითი თანამშრომლობა წარმოადგენს. ამ თანამშრომლობაზე, მის სწორად მოწყობასა და შემდგომ განვითარებაზე დიდად იყო დ ა რის დამოკიდებული მუშათა კულტურული და ტექნიკური დონის შემდგომი ამაღლების საკითხი.

სწორედ ამ პერიოდში იწყებს განსაკუთრებით განვითარებას მეცნიერ მუშაკთა კავშირი წარმოებასთან. 1947 წ. ოქტომბერში მოსკოვში ჩატარდა სსრ კავშირის უმაღლესი სასწავლებლებისა და სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მუშაკთა პროფკავშირების ცენტრალური კომიტეტის პლენუმი, რომელმაც მოისმინა სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტის აკადემიკოს ს. ი. ვავილოვის მოხსენება „სახალხო მეურნეობის აღდგენისა და განვითარების ომისშემდგომი ხუთწლიანი გეგმის შესრულებაში უმაღლესი სას-48. „მოამბე“, ტ. 74, № 3, 1974

წავლებლების და სამეცნიერო დაწესებულებების მეცნიერ მუშაკთა მონაწილეობის შესახებ“.

ამ პლენუმს და მის დადგენილებას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა წარმოებასთან მეცნიერ მუშაკთა კავშირის შემდგომი განმტკიცების საქმეში, რის შედეგადაც კიდევ უფრო ფართოვდება ეს მოძრაობა ყველა კუთხეში და მათ შორის საქართველოშიც, სადაც ამ საქმის ინიციატორს და ორგანიზატორს წარმოადგენდა საქართველოს კომუნისტური პარტია.

პარტიული ორგანიზაციების ინიციატივით 1949—1950 წლებში თბილისის ს. კიროვის და ს. ორჯონიკიძის სახელობის ქარხნებში ჩატარდა სამეცნიერო-საწარმოო კონფერენციები, რომლებზეც გახსილულ იქნა ლითონის ჩქაროსნული დამუშავების ცალკეული საკითხები. კონფერენციებზე მოსმენილ იქნა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მეცნიერი მუშაკებისა და წარმოების მუშაკთა მოხსენებები, რამაც დიდი ინტერესი გამოიწვია და დადებითი როლი ითამაშა ჩქაროსნული მუშაობის შემდგომ განვითარებაში [2].

შემოქმედებითა კავშირმა წარმოებასთან შედეგად მოგვცა ის, რომ ს. კიროვის სახელობის დაზგათმუშებელ ქარხანაში წლითიწლობით იზრდება შრომის ნაყოფიერება. თუ 1950 წ. მიღწეულ შრომის ნაყოფიერების დონეს 100 პროცენტად ჩაეთვლით, 1951 წ. მან შეადგინა 114%, 1952 წ. — 124%, 1953 წ. — 130%, 1954 წ. — 140%. ამის შესაბამისად მატულობდა საერთო პროდუქციის გამომუშავებაც. 1950 წელთან შედარებით მისმა რაოდენობამ 1954 წლისათვის 203,2% შეადგინა. ამ კავშირის პირდაპირი შედეგი იყო ის, რომ მესხეთე ხუთწლეულის დასაწყისიდან 1954 წლამდე ქარხანამ აითვისა 40-მდე ახალი კონსტრუქციის ჩარხის წარმოება. მრავალი შრომატევადი სამუშაო, რომელიც ადრე ხელით სრულდებოდა, მექანიზებულ იქნა [3].

ამ პერიოდში დიდ მეცნიერულ მუშაობას ეწევა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ლითონის და სამთო საქმის ინსტიტუტი, როგორც ადგილობრივი მეტალურგიული ნედლეულის გამოვლინების, ისე ახალ შენადნობთა შესწავლისა და წარმოებაში დანერგვის, სასარგებლო წიაღისეულობა მოპოვებისა და გადამუშავების რაციონალური მეთოდების შემუშავების დარგში. ინსტიტუტი დაკავშირებული იყო რესპუბლიკის სამრეწველო საწარმოებთან და მათთან 30-მდე ორმხრივი სამეურნეო ხელშეკრულება ჰქონდა დადებული [4]. ინსტიტუტის მეცნიერებმა დიდი მუშაობა ჩაატარეს ახალ ლითონთა და შენადნობების მიღებისათვის, მათი დამუშავების ტექნოლოგიის გაუმჯობესებისათვის, შეისწავლეს საქართველოს ჭვანახშირის შახტის ენტილაციის რეჟიმი, მკვეთრად გააუმჯობესეს იგი.

ამ პერიოდში მნიშვნელოვან საქმიანობას ეწევიან თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეცნიერი მუშაკები რესპუბლიკის მთელ რაგ წამყვან საწარმოებში ტექნიკური პროგრესის დანერგვისათვის. უნივერსიტეტის ეკონომიური ფაკულტეტის სახალხო მეურნეობის დაგეგმვის კათედრამ და საქართველოს სსრ მსუბუქი მრეწველობის სამინისტროს ფაბრიკა „საქტრიკოტაჟის“ დირექციამ 1955 წელს ერთმანეთთან შემოქმედებითი თანამშრომლობის ხელშეკრულება დადეს. კათედრამ ვალდებულია იყოსრა გაეკეთებინა ფაბრიკის მიერ 1955 წელს გამომუშავებული პროდუქციის თვითღირებულების ანალიზი. ამ შემოქმედებითმა თანამშრომლობამ დადებითი გავლენა მოახდინა პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების უფრო კონკრეტულ გაგებაზე. მეცნიერული მუშაობის ასეთი პრაქტიკა აღმჯობესებდა წარმოებისა და მეცნიერ მუშაკთა თანამშრომლობას, კიდევ უფრო აახლოებდა მათ, აიღწერდა წარმოებაში არსებულ „ვიწრო“ ადგილებს, ეხმარებოდა წარმოების მუშაკებს საწარმოო საკითხების გადაჭრაში [5].

წარმოებასთან მეცნიერი მუშაკთა კავშირის განმტკიცებას უშუალოდ ხელმძღვანელობდნენ პარტიული ორგანიზაციები. 1949 წლის პირველ ნახევარში საქართველოს კპ (ბ) თბილისის კომიტეტმა ჩაატარა საქალაქო თათბირი მეცნიერების და წარმოების მუშაკთა შემოქმედებითი თანამშრომლობის საკითხებზე. მასში მონაწილეობა მიიღეს მეცნიერებისა და ტექნიკის მოღვაწეებმა. პარ-

ტიულმა და სამეურნეო მუშაკებმა, მრეწველობის და ტრანსპორტის საწარმოთა დირექტორებმა და კონსტრუქტორებმა. თათბირის მუშაობამ აშკარა გახადა შემოქმედებითი მუშაობის დიდი აღმავლობა დედაქალაქის სამეცნიერო დაწესებულებებსა და საწარმოებში.

თბილისის მოწინავე უმაღლესი სასწავლებლებისა და სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების კათედრებმა დაამყარეს ცოცხალი კავშირი დედაქალაქის საწარმოებთან. მათ შორის აღსანიშნავია ვ. ი. ლენინის სახელობის თბილისის რკინიგზის ინჟინერთა ინსტიტუტის კოლექტივი, რომელიც აქტიურ დახმარებას უწევდა რკინიგზის ტრანსპორტის საწარმოებს. 1949 წლის განმავლობაში ამ ინსტიტუტის პოლიტიკური ეკონომიის კათედრის ძალეებით მსხვილ საორთქლმავლო დებოებში, რკინიგზის სადგურებსა და სტალონის სახელობის ორთქლმავალ-ვაგონშემკეთებელ ქარხანაში ჩაატარეს 20-ზე მეტი ლექცია. ტექნიკურ საკითხებზე წაკითხულ იქნა 35 ლექცია, რომლებიც აცხოვრებენ ტრანსპორტის მუშაკებს საბჭოთა ტექნიკის უახლოეს მიღწევებს. აქვე შეიქმნა მეცნიერ მუშაკთა ბრიგადები აკადემიკოს კ. ზავერიის, მ. კობახიძის და მ. იაკუბოვიჩის ხელმძღვანელობით, რომლებმაც დაამუშავეს სარკინიგზო ხიდების მშენებლობაში მსუბუქი რკინა-ბეტონის გამოყენების ახალი კონსტრუქციები.

ვ. ი. ლენინის სახ. თბილისის რკინიგზის ინჟინერთა ინსტიტუტის მოძრავი შემადგენლობის კათედრის ბრიგადამ პროფესორების გ. მაისუროვის და ვ. როინიშვილის ხელმძღვანელობით სასარგებლო მუშაობა გასწია ორთქლმავალთა სწრაფი შეკეთების ახალი მეთოდების დანერგვის საქმეში. ამ დახმარების შედეგად ორთქლმავალთა რემონტისათვის საჭირო დრო შემცირებულ იქნა 96-დან 22 საათამდე [6].

მიუხედავად წარმატებისა ამ პერიოდში იყო ნაკლოვანებებიც. წარმოებასთან მეცნიერ მუშაკთა კავშირის, რესპუბლიკის მრეწველობის ტექნიკური სრულყოფის საქმეში, რასაც განსაკუთრებით ვაუსცა ნაზი საქართველოს კომუნისტური პარტიის 1955 წლის პლენუმმა. პლენუმზე აღინიშნა, რომ არ ხორციელდებოდა სათანადო ღონისძიებანი იმისათვის, რომ თბილისის ს. კიროვის სახელობის დაზგათმშენებელ ქარხანას გამოეშვა უახლესი კონსტრუქციის დაზგები, ქუთაისის საავტომობილო ქარხანაში არადაამაყყოფილებლად იყენებდნენ საწარმოო სიმძლავრეებს, რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში ცუდად ინერგებოდა საწარმოო პროცესების ინტენსიფიკაციური მეთოდები, როგორცაა ეანგბადის შებერვის გამოყენება საბრძოლველ და ფოლადის სადნობ ღუმელში, კვების მრეწველობის საწარმოებში და სხვა [7].

ომის შემდგომ პერიოდში საქართველოში ფართოვდებოდა და მტკიცდებოდა მეცნიერ მუშაკთა შემოქმედებითი კავშირი წარმოებასთან, რომელიც ხელს უწყობდა მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის შემდგომ ამაღლებას.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 15.3.1974)

ИСТОРИЯ

Р. Д. ДЖАНАШИЯ

## ТВОРЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОЛЛЕКТИВОВ И НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ В ГРУЗИИ (1946—1955 гг.)

Резюме

Нами показана связь научных работников Советской Грузии с предприятиями в послевоенный период и ее роль в повышении культурно-технического уровня рабочего класса.

R. D. JANASHIA

 CREATIVE RELATIONS OF INDUSTRIAL ORGANIZATIONS  
AND THE SCIENTISTS OF GEORGIA (1946—1955)

## Summary

The article deals with the relations of the scientists of Georgia with the industrial bodies of the Republic in the postwar period and their role in the raising of the cultural and technical level of the working class.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვ. ი. ლენინი. თხზ., ტ. 29, გვ. 120.
2. საქართველოს პროფკავშირების რესპუბლიკური საბჭოს არქივი, ფ. 2, ს. 47, 55.
3. საქართველოს კომუნისტი, № 9, 1954, 64.
4. კომუნისტი, 1952 წ., 14, VI.
5. ს. შარიქაძე. საქართველოს მუშათა კლასი ომისშემდგომ პერიოდში (1945—1963 წწ.). თბილისი, 1966, 264.
6. ბოლშევიკი, № 5, 1949.
7. საქართველოს კომუნისტი, № 3, 1958, 59.

74-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბაიშვილი ვ. 404  
 აბაკელია ც. 488  
 აბდელ-სატარ ა. დაბური  
 536  
 აბელიშვილი ლ. 154,  
 664  
 აბნეროვა ს. 608  
 აგლაძე რ. 104  
 ადამია რ. 404  
 აღექსევეა ლ. 192  
 ალექსიძე მ. 595  
 ალი რ. 71  
 ანდრიანოვი კ. 92  
 ანდრონიკაშვილი თ. 348  
 ანელი ნ. 680  
 არეშიძე ქრ. 343  
 ახალკაცი ე. 100  
 ბაინოვი დ. 287  
 ბაკურაძე ე. 723  
 ბალარგიშვილი გ. 343  
 ბანახი თ. 348  
 ბარბაქაძე ნ. 193  
 ბეგიშვილი ც. 454, 702  
 ბერიკელაშვილი გ. 556  
 ბირიშვილი ზ. 351  
 ბერულავა რ. 307  
 ბზიავა რ. 447  
 ბირკია შ. 687  
 ბორჩხაძე ნ. 231  
 ბოსტორანაშვილი ვ. 604  
 ბოჭორიშვილი მ. 23  
 ბეღალა რ. 332  
 ბრეგვაძე ი. 223  
 ბუაძე ა. 548  
 ბურკაძე ნ. 687  
 ბუკიაშვილი დ. 463  
 გაბისიანი ა. 148  
 გაბისონია გ. 483  
 გალუსტოვა ს. 328  
 გამბურტევი ა. 328  
 გამყრელიძე ე. 119, 632  
 გაჩეჩილაძე მ. 227  
 გაგენავა რ. 616  
 გენძეხაძე თ. 139  
 გვათუა ბ. 207  
 გვალია ნ. 443  
 გველესიანი ა. 600  
 გვერდითელი ი. 96  
 გიორგაძე ა. 303  
 გოგიჩაიშვილი გ. 723  
 გოგიჩაიშვილი ლ. 423  
 გოგასაძე რ. 128  
 გოლუბოვი ბ. 300  
 გომელაური ა. 563  
 გორგაძე ზ. 559  
 გორგაძე ნ. 236  
 გორლენკო მ. 466  
 გოფმანი ნ. 104  
 გოჩიტაშვილი თ. 640  
 გრიგალაშვილი ქ. 336  
 გრუზმანი ე. 328  
 გრუსისაშვილი ბ. 507  
 გულმაგარაშვილი ვ. 417,  
 669  
 გურგენიძე ზ. 359  
 გუტნიკი ლ. 580  
 დარასელია გ. 683  
 დარჩიანი გ. 104  
 დევაძე ლ. 611  
 დევდარიანი მ. 692  
 დეკანოსიძე გ. 364  
 დვალი ნ. 469  
 დობორჯგინიძე ლ. 572  
 დოლიძე ა. 343  
 დოლიძე ე. 236  
 დომა ს. 588  
 დუდუჩავა რ. 280  
 ედილაშვილი ლ. 443  
 ეიჩისი ლ. 328  
 ერისთავი ლ. 623  
 ვადაქკორია გ. 412  
 ვანიშვილი ვ. 749  
 ვარკარიუკი ვ. 128  
 ვაჩნაძე რ. 160  
 ვინოგრადოვა ს. 608  
 ზამკოვი ა. 154  
 ზეიალაძე გ. 680  
 თაყაძე დ. 136, 139, 389,  
 393, 660  
 თევზაძე გ. 552  
 თოდრია ვ. 375  
 თუთბერიძე ა. 647  
 თუმანიშვილი გ. 720, 723  
 თუშმალიშვილი ნ. 198  
 თხელიძე მ. 532  
 იავორსკი ი. 332  
 იამანიძე თ. 384  
 ივანიძე თ. 489  
 იმედიძე ე. 463  
 ინანიშვილი გ. 389  
 ინასარიძე ხ. 32  
 იორამაშვილი დ. 340  
 ისახანოვი რ. 40  
 კადეცი მ. 543  
 კავთიაშვილი ქ. 489  
 კახანიჭევა ა. 451  
 კანდელაკი ა. 62  
 კაპანაძე გ. 28  
 კაციტაძე თ. 128  
 კახნიაშვილი ა. 87, 340  
 კერესელიძე ზ. 727  
 კვიციანი მ. 316  
 კვირიკაშვილი თ. 660  
 კიკნაძე ლ. 76  
 კიკერმანი ს. 616  
 კირთაძე ე. 695  
 კიტოვანი შ. 328  
 კობახიძე მ. 737  
 კოვაჩი პ. 364  
 კოზლოვა ნ. 720  
 კოზლოვი ა. 214  
 კოლომიცევა ნ. 623  
 კონსტანტინოვი მ. 287  
 კოპალეიშვილი ვ. 136,  
 393  
 კორშაკი ე. 608  
 კოტეტიშვილი ვ. 741  
 კოტია ა. 412  
 კოხია მ. 692  
 კუპრაშვილი გ. 152  
 კურცხალია ც. 84  
 კურტალაძე მ. 477  
 კურტალია გ. 501  
 კუჭუხიძე ქ. 623



- ლაბუნცოვი დ. 563  
 ლანჩავა მ. 139  
 ლეკვა თ. 620  
 ლიპარტელიანი რ. 136, 393  
 ლისიციანა კ. 192  
 ლიბეანიძე თ. 203  
 ლოლაძე ა. 692  
 ლომთათიძე ი. 666  
 ლორთქიფანიძე მ. 477  
 ლორია ლ. 243
- მათეოსიანი ა. 303  
 მაიყვილი რ. 463  
 მაისაძე ფ. 111  
 მაისურაძე გ. 154, 163, 343  
 მაისურაძე ნ. 608  
 მამაცაშვილი თ. 84  
 მამრაძე გ. 408  
 მამულაია ს. 336  
 მარგუევი ბ. 148  
 მარკელოვი ი. 128  
 მარკოზაშვილი გ. 720  
 მარკოზაშვილი ნ. 160, 540  
 მასხარაშვილი ა. 154  
 მადლაკელიძე დ. 148  
 მადლაკელიძე თ. 664  
 მაჩაიძე ზ. 292  
 მაქავარიანი ი. 43  
 მაქავარიანი მ. 454, 702  
 მაქავარიანი ნ. 84  
 მასარაძე ლ. 640  
 მახარაძე შ. 477  
 მაპოპეტოვი ა. 497  
 მებალიშვილი ნ. 79  
 მეგრელიშვილი რ. 50  
 მელაძე კ. 620  
 მელიძე ლ. 359  
 მელიქიშვილი ი. 652  
 მესხია ე. 596  
 მეტრეველი ზ. 435  
 მინდინი ე. 355  
 მირიანაშვილი ი. 136, 393  
 მიქაია ქ. 139  
 მიჭატაძე ც. 673  
 მიჭაძე რ. 652  
 მიქელაძე მ. 124, 379  
 მერვალიშვილი ქ. 489  
 მუსხერიძე რ. 643  
 მუსტაფა ფ. 284  
 მუყაბანიანი მ. 169  
 მუშუქლიანი ზ. 148  
 მშვიდლობაძე მ. 220, 736  
 მჭედლიშვილი რ. 463
- ნადარაია ა. 495  
 ნადარაია ე. 36  
 ნადარეშივილი კ. 180, 184  
 ნანობაშვილი ზ. 187  
 ნასიდაშვილი ი. 71  
 ნატროშვილი კ. 68  
 ნახუცრიშვილი გ. 168  
 ნიკოლაიშვილი თ. 50  
 ნოზაძე ა. 143  
 ნოღაიდელი ა. 87  
 ნოღაიდელი გ. 87
- ოკლეი ლ. 647  
 ორჭონიკიძე ბ. 466  
 ოსიძე ა. 275
- პაპავა გ. 603  
 პაპავა კ. 647  
 პეტრიაშვილი რ. 163  
 პიატნიცი თ. 336  
 პინიაკოვ რ. 604  
 პოტანიანი რ. 660  
 პრატუსევიჩი ი. 192  
 პუჩკოვა ე. 623
- ქორტლიანი გ. 568
- რატიანი ი. 636  
 რუხაძე რ. 48  
 რცხილაძე ე. 62
- რაქარენსკი ე. 332  
 რაკანდელიძე რ. 666  
 რალაში პ. 584  
 რანებლიძე ო. 184  
 რარიშვილი შ. 652  
 რაყვარელიძე თ. 389  
 რერგევი ე. 608  
 რეფიაშვილი ა. 636  
 რეფიაშვილი ნ. 387  
 რვანიძე ნ. 307  
 რადკოშტევი ე. 660  
 რისელია გ. 132  
 რიტარხოვი ე. 592  
 რულაძე ო. 660  
 რულაძე ც. 236
- ტარეღაძე ე. 559  
 ტრაპაიძე ლ. 154  
 ტყეშელაშვილი ე. 592  
 ტყეშელაშვილი რ. 92
- ურდუშაძე თ. 414
- ფარცხალაძე რ. 400
- ფარციკია დ. 175  
 ფარცხალიშვილი თ. 175  
 ფიფია ე. 483  
 ფრადკინი ა. 666  
 ფრუბე გ. 447
- ქაშაყაშვილი გ. 660  
 ქუშისაშვილი ე. 100  
 ქურციკიძე ა. 240
- რამბაშიძე რ. 372, 628  
 რევაძე გ. 423  
 რონაძე პ. 148
- ყალიჩავა გ. 463  
 გიფანიანი რ. 359  
 ყურაშვილი ს. 136, 393
- შავკელიძე ე. 108  
 შათირიშვილი ა. 431  
 შალაშვილი დ. 680  
 შარაშენიძე ნ. 180, 184, 440  
 შარაშიძე ლ. 711  
 ზეთუყაური გ. 745  
 შენგელია ი. 148  
 შენგერაძე ა. 84  
 შიტიკოვი ე. 608  
 შიშკინი ლ. 100  
 შონია ქ. 359  
 შულაია დ. 10
- ჩერნიშოვი ე. 96  
 ჩიგოვაძე ზ. 580  
 ჩივაძე ზ. 154  
 ჩიხლაძე ნ. 351  
 ჩოგოვაძე თ. 92  
 ჩუბინიშვილი თ. 56  
 ჩხარტიშვილი ნ. 711  
 ჩხიკვაძე ა. 168  
 ჩხოდარია ნ. 713  
 ჩხუბანიშვილი ც. 198
- ცერცვაძე ბ. 50, 574  
 ცინცაძე ნ. 460  
 ცისკარიშვილი პ. 608  
 ციციშვილი გ. 348  
 ციციშვილი კ. 313  
 ცომაია კ. 62  
 ცხვირაშვილი დ. 351, 655  
 ცხოვრებაშვილი შ. 365
- ძიმიტროვი ა. 636  
 ძიწენიძე ლ. 96

წიგნები გ. 311  
 წვერავა ე. 699  
 წიფურია ი. 56

ჭაჭანიძე ე. 59  
 ჭაჭანიძე თ. 316  
 ჭანიშვილი თ. 460  
 ჭიჭიანიძე ი. 76  
 ჭირაქაძე ი. 460  
 ჭიჭინაძე ნ. 207  
 ჭურბაძე თ. 475, 730

ხეობასი ყ. 705  
 ხარატი რ. 389  
 ხელაშვილი ა. 68, 324  
 ხელოინაშვილი ზ. 389  
 ხენგია მ. 400  
 ხეოლესი ა. 295  
 ხმალაძე ვ. 324  
 ხოჭოლაძე გ. 79  
 ხოჭევანიშვილი ი. 198  
 ხუცურაული ე. 699  
 ხუჭუა ა. 212, 711  
 ხუჭუა ნ. 580

ჯანაშია რ. 753  
 ჯანჯღაძე მ. 180  
 ჯაფარიძე ი. 236  
 ჯაფარიძე კ. 611  
 ჯაფარიძე ჯ. 108  
 ჯიბუტი რ. 584  
 ჯინჯიხაშვილი გ. 408  
 ჯორბენაძე რ. 604  
 ჯორში ი. 364

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 74-го ТОМА

Абаишвили В. В. 401  
 Абакелия Ц. И. 485  
 Абдель-Саттар А. Да-  
 бур 533  
 Абелишвили Л. Г. 153,  
 661  
 Абнерова С. В. 605  
 Агладзе Р. И. 101  
 Адамия Р. Ш. 401  
 Алексеева Л. А. 189  
 Алексидзе М. А. 593  
 Али Р. 73  
 Андрианов К. А. 89  
 Андришкაშვილი Т. Г.  
 345  
 Анели Н. А. 677  
 Арешидзе Х. И. 341  
 Ахалкаши Э. Г. 97  
 Байнов Д. Д. 285  
 Бакурадзе Э. И. 721  
 Балаарджიшვილი Г. И.  
 341  
 Банах О. С. 345  
 Барбакадзе Н. А. 195  
 Бегишвили Ц. К. 453,  
 701  
 Берикелашვილი Г. К.  
 553  
 Беришвили З. Д. 349  
 Беришვილი პ. გ. 305  
 Бжалава Р. Д. 329  
 Бзнава Р. М. 445  
 Бирკая Ш. А. 685  
 Борчадзе Н. А. 229  
 Бостогანაშვილი В. С.  
 601  
 Бочоришვილი М. А. 21

Брегвадзе И. А. 221  
 Буадзе А. И. 545  
 Буджиашვილი Д. М.  
 461  
 Буркадзе Н. Н. 685  
 Вадачкорია Г. В. 409  
 Ванишვილი В. Н. 752  
 Варварюк В. В. 125  
 Вачнаძე Р. Г. 157  
 Виноградова С. В. 605  
 Габисиანი А. Г. 145  
 Габисონი გ. ტ. 481  
 Галустова С. А. 325  
 Гамбашиძე Р. А. 363,  
 625  
 Гамბурцев А. Г. 325  
 Гамკრელიძე ი. პ.  
 117, 629  
 Гачечилаძე М. Г. 225  
 Гваладзе Г. Е. 421  
 Гвалия Н. В. 441  
 Гватуа Б. В. 205  
 Гвелесиანი А. И. 597  
 Гервдцители И. М. 93  
 Гегенава Т. П. 613  
 Гендзехაძე თ. ლ. 137  
 Гиორგაძე А. X. 302  
 Гирш Я. 361  
 Гогичайшვილი В. А. 721  
 Гогичайшვილი Л. Г. 428  
 Гогсаძე Р. შ. 125  
 Голубов Б. И. 297  
 Гомელაური А. В. 561  
 Гонгаძე გ. ა. 145  
 Горგაძე З. Г. 557  
 Горგაძე Н. В. 233

Горленко М. В. 465  
 Гофман Н. Т. 101  
 Гочиташვილი Т. И. 637  
 Григალაშვილი К. И. 333  
 Грузман Э. Э. 325  
 Гулисაშვილი ბ. ა. 505  
 Гулмаგარაშვილი В. X.  
 418, 671  
 Гургენიძე З. И. 357  
 Гутник Л. М. 577  
 Дараселия Г. Я. 681  
 Дарчანი Г. И. 101  
 Двали Н. К. 471  
 Деваძე ლ. ვ. 609  
 Девდარიანი М. Г. 689  
 Деკანосიძე Г. Е. 361  
 Джанашия Р. Д. 755  
 Джанджгава М. М. 177  
 Джапаридзе Дж. И. 105  
 Джапаридзе И. Н. 233  
 Джапаридзе К. Г. 609  
 Джибути Р. И. 581  
 Джинджихაშვილი გ. ჯ.  
 405  
 Джорбенаძე Р. П. 601  
 Дзидვიგური А. А. 633  
 Дзоენიძე ლ. ა. 93  
 Доборджინიძე Л. Г.  
 569  
 Дოლიძე А. В. 341  
 Дოლიძე Е. И. 233  
 Дома С. Б. 585  
 Дудучავა Р. В. 277  
 Жоржолანი Г. Т. 565  
 Замков А. Н. 153  
 Звиადაძე გ. ზ. 677



- Иванидзе Т. Г. 491  
 Имедидзе Э. А. 461  
 Инанишвили Г. В. 391  
 Инасаридзе Х. Н. 29  
 Иорамашвили Д. Ш. 337  
 Исаханов Р. С. 37
- Кавтиашвили К. Г. 491  
 Кадец М. И. 451  
 Казанчева А. М. 449  
 Каличава Г. С. 461  
 Канделаки А. З. 61  
 Кахнашвили А. И. 85,  
 Капанадзе Г. А. 25  
 337  
 Кацитадзе О. И. 125  
 Кашакашвили Г. В. 657  
 Квимсадзе М. В. 313  
 Квирикашвили О. Н. 657  
 Кереселидзе З. М. 725  
 Кикнадзе Л. В. 73  
 Киперман С. Л. 613  
 Кипиани Р. Я. 357  
 Киртадзе Э. Г. 693  
 Китовани Ш. К. 325  
 Кобахидзе М. Л. 738  
 Ковач П. 361  
 Козлов А. А. 213  
 Козлова Н. В. 717  
 Коломийцева Т. Н. 621  
 Константинов М. М. 285  
 Копалейшвили В. П.  
 133, 396  
 Коршак В. В. 605  
 Котетишвили В. В. 744  
 Котия А. К. 409  
 Кохия М. И. 689  
 Кумсиашвили В. А. 97  
 Купрашвили Г. Г. 149  
 Курашвили С. Я. 133,  
 396  
 Курцикидзе А. Л. 237  
 Курцхалия Ц. С. 81  
 Куталадзе М. С. 478  
 Куталия Г. М. 503  
 Кучухидзе Дж. К. 621
- Лабунцов Д. А. 561  
 Ланчава М. Д. 137  
 Лежава Т. И. 617  
 Липартелиани Р. Г. 133,  
 396  
 Лисицына К. А. 189  
 Лобжанидзе Т. Л. 201  
 Лопадзе А. С. 689
- Ломтатидзе И. Ф. 665  
 Лордкипанидзе М. Г.  
 478  
 Лория Л. А. 241
- Маглакелидзе Д. Л. 145  
 Маглакелидзе Т. А. 661  
 Магометов А. А. 500  
 Майсадзе Ф. Д. 109  
 Майсурадзе Г. В. 341  
 Майсурадзе Г. М. 161  
 Майсурадзе Г. Ф. 153  
 Майсурадзе Н. А. 605  
 Мамацашвили Н. С. 113  
 Мамацашвили Т. С. 81  
 Мамрадзе Г. П. 405  
 Мамулиа С. Г. 333  
 Маргиев Б. Г. 145  
 Маркелов И. Б. 125  
 Маркозашвили М. И.  
 718  
 Маркозашвили Н. И.  
 157, 537  
 Масхарашвили А. А. 153  
 Матевосян А. А. 302  
 Матешвили Р. Г. 461  
 Махарадзе Л. И. 637  
 Махарадзе Ш. К. 478  
 Мачавариани И. Д. 41  
 Мачавариани М. З. 453,  
 701  
 Мачавариани Н. Ш. 81  
 Мачаидзе З. А. 289  
 Мебагишвили Н. Н. 77  
 Мегрелишвили Р. П. 49  
 Меладзе К. Г. 617  
 Меликадзе Л. Д. 357  
 Меликишвили Ю. А. 649  
 Месхия В. Ш. 593  
 Метревели З. А. 433  
 Микадзе Р. А. 649  
 Микатадзе Ц. А. 675  
 Микая Д. А. 137  
 Микеладзе М. Ш. 121,  
 377  
 Миндин В. Ю. 353  
 Мирианшвили И. В.  
 133, 396  
 Мкервалишвили Дж. К.  
 491  
 Мукбаниани М. В. 171  
 Мусеридзе Р. Б. 141,  
 641  
 Мустафа Ф. Э. 281  
 Мушқудиани З. А. 145
- Мchedlishvili P. M. 480  
 Мшвидобадзе М. В. 217,  
 733
- Надарая А. И. 493  
 Надарая Э. А. 33  
 Надарейшвили К. Ш.  
 177, 181  
 Нанобашвили З. И. 185  
 Наскидашвили И. А. 69  
 Натрошвили К. Р. 65  
 Нахуцришвили Г. Ш.  
 165  
 Николайшвили Т. Г. 49  
 Ногайдели А. И. 89  
 Ногайдели Г. А. 89  
 Нозадзе А. Д. 141
- Оклея Л. Н. 645  
 Орджоникидзе Б. Г. 455  
 Осидзе А. Г. 273
- Папава Г. Ш. 605  
 Папава К. Г. 645  
 Парджикия Д. С. 85, 337  
 Парцхаладзе Р. И. 397  
 Петриашвили Р. А. 161  
 Пиняжко Р. М. 601  
 Пилиа И. К. 481  
 Пирцхаланшвили Т. П.  
 173
- Потанин Р. В. 657  
 Пратусевич Ю. М. 189  
 Прузидзе Г. Н. 445  
 Пучкова Е. И. 621  
 Пятницкий И. В. 333
- Ратиани Ю. П. 633  
 Рухадзе Р. В. 45  
 Рцхиладзе В. Г. 61
- Саваренский Е. Ф. 329  
 Саканделидзе Р. М. 665  
 Сакварелидзе Т. Н. 391  
 Саллам Х. М. 581  
 Сანеблidge О. И. 181  
 Саришвили Ш. В. 649  
 Сваидзе Н. В. 305  
 Сепиашвили А. Д. 633  
 Сепиашвили Н. Д. 385  
 Сергеев В. А. 605  
 Сладкошгтеев В. Т. 657  
 Соселия Г. Г. 129  
 Страхов В. Н. 589  
 Суладзе О. Н. 657





- Duduchava R. V. 280  
 Dvali N. K. 472  
 Dzidziguri A. A. 636  
 Dzotsenidze L. A. 95  
 Edilashvili L. A. 443  
 Eristavi L. I. 623  
 Fradk'n A. M. 667  
 Gabisiani A. G. 148  
 Gabisonia G. T. 483  
 Gachechiladze M. G. 228  
 Galustova S. A. 328  
 Gamburtsev A. G. 328  
 Gamkrelidze I. P. 120, 632  
 Gegenava T. P. 616  
 Gendzekhadze T. L. 140  
 Ghambashidze R. A. 372, 628  
 Giorgadze A. Kh. 303  
 Gochitashvili T. Sh. 640  
 Gogichaishvili L. K. 428  
 Gogichaishvili V. A. 723  
 Gogsadze R. Sh. 128  
 Golubov B. I. 300  
 Gengadze G. A. 148  
 Gorgadze N. V. 236  
 Gorgadze Z. G. 559  
 Gorlenko M. V. 467  
 Grigalashvili K. I. 336  
 Gruzman A. A. 328  
 Gulisashvili B. A. 508  
 Gulmagarashvili V. Kh. 418, 671  
 Gurgeniidze Z. I. 359  
 Gutrik L. M. 580  
 Gvaladze G. E. 423  
 Gvalia N. V. 443  
 Gvata B. V. 208  
 Gvelesiani A. I. 600  
 Gverdtsiteli I. M. 93  
 Hirsch Ya. 364  
 Hoffmann N. T. 104  
 Iamanidze T. Sh. 384  
 Imedidze E. A. 463  
 Inan shvili G. V. 391  
 Inassaridze H. N. 32  
 Ioramashvili D. Sh. 340  
 Iskhanov R. S. 40  
 Ivanidze T. G. 451  
 Janashia R. D. 756  
 Janjgava M. M. 180  
 Japaridze I. N. 236  
 Japaridze J. I. 108  
 Japaridze K. G. 611  
 Jibuti R. I. 584  
 Jorbenadze R. P. 604  
 Jinjikhashvili G. Ya. 408  
 Kadets M. I. 543  
 Kakhiashvili A. I. 87, 340  
 Kalichava G. S. 463  
 Kandelaki A. Z. 63  
 Kapanadze G. A. 28  
 Kashakashvili G. V. 650  
 Katsitadze O. I. 128  
 Kavtiashvili K. G. 491  
 Kazancheva A. M. 451  
 Kereselidze Z. M. 727  
 Kharati R. G. 391  
 Khavtasi D. D. 707  
 Khelashvili A. A. 68, 324  
 Kherodinishvili Z. Sh. 391  
 Khmaladze V. Yu. 324  
 Khucholava G. M. 79  
 Khojevanishvili I. A. 199  
 Khuchua A. V. 212, 711  
 Khuchua N. P. 580  
 Khutsurauli E. Sh. 699  
 Khvingia M. V. 400  
 Khvoles A. A. 295  
 Kiknadze L. V. 76  
 Kiperman S. L. 616  
 Kipiani R. Ya. 359  
 Kirtadze E. G. 696  
 Kitovani Sh. K. 328  
 Kobakhidze M. L. 739  
 Kokhia M. I. 692  
 Kelomitseva T. N. 623  
 Konstantinov M. M. 288  
 Kopaleishvili V. P. 136, 396  
 Korshak V. V. 608  
 Kotetishvili V. V. 744  
 Kotia A. K. 412  
 Kovac P. 364  
 Kozlov A. A. 215  
 Kozlova N. V. 720  
 Kuchukhidze J. K. 623  
 Kumsiashvili V. A. 100  
 Kuprashvili G. G. 152  
 Kurashvili S. Ya. 136, 396  
 Kurtsikidze A. L. 240  
 Kurtskhalia Ts. S. 84  
 Kutaladze M. S. 479  
 Kutalia G. M. 504  
 Kvimsadze M. V. 316  
 Kvirikashvili O. N. 660  
 Labuntsov D. A. 563  
 Lanchava M. D. 140  
 Lezhava T. I. 620  
 Liparteliani R. G. 136, 396  
 Lisits'na K. A. 192  
 Lobzhanidze T. D. 204  
 Loladze A. S. 692  
 Lomtadize I. F. 667  
 Lordkipanidze M. G. 479  
 Loria L. A. 243  
 Machaidze Z. A. 292  
 Machavariani I. D. 44  
 Machavariani M. Z. 454, 702  
 Machavariani N. Sh. 84  
 Meglaketidze D. L. 148  
 Maglaketidze T. A. 664  
 Magometov A. A. 500  
 Maisadze F. D. 112  
 Maisuradze G. F. 155  
 Maisuradze G. M. 164  
 Maisuradze G. V. 344  
 Maisuradze N. A. 608  
 Makharadze L. I. 640  
 Makharadze Sh. K. 479  
 Mamatsashvili N. S. 115  
 Mamatsashvili T. S. 84  
 Mamradze G. P. 408  
 Mamulia S. G. 336  
 Margiev B. G. 148  
 Markelov I. B. 128  
 Markozashvili M. I. 720  
 Markozashvili N. I. 160, 510  
 Maskharashvili A. A. 155  
 Mateshvili R. G. 463  
 Matevosian A. A. 303  
 Mchedlishvili R. M. 463  
 Mebagishvili N. N. 79  
 Megrelishvili R. P. 51  
 Meladze K. G. 620  
 Melikadze L. D. 359  
 Melik'shvili Yu. A. 652  
 Meshkia V. Sh. 596  
 Melreveli Z. A. 435  
 Mikadze R. A. 652  
 Mikania D. A. 140  
 Mikatadze Ts. A. 675

- Mikeladze M. Sh. 124, 380  
 Mindin V. Yu. 355  
 Mirianashvili I. V. 136, 396  
 Mkervalishvili J. K. 491  
 Mshvidobadze M. V. 220, 736  
 Mukbaniani M. V. 172  
 Museridze R. B. 143, 643  
 Mushkudiani Z. A. 148  
 Mustafa F. E. 284  
  
 Nadaraia A. I. 495  
 Nadaraia E. A. 36  
 Nadareishvili K. Sh. 180, 184  
 Nakhutsrishvili G. Sh. 168  
 Nanobashvili Z. I. 187  
 Naskidashvili I. A. 71  
 Natreshvili K. R. 68  
 Nikolaishvili T. G. 51  
 Nogaideli A. I. 92  
 Nogaideli G. A. 92  
 Nozadze A. D. 143  
  
 Ok'ei L. N. 647  
 Orjunikidze B. G. 467  
 Osidze A. G. 276  
  
 Papava G. Sh. 608  
 Papava K. G. 647  
 Parjikia D. S. 87, 340  
 Partskhaladze R. I. 400  
 Petriashvili R. A. 164  
 Pinyazhko R. M. 604  
 Pipia E. K. 483  
 Pirtskhalaishvili T. P. 175  
 Potanin R. V. 660  
 Pratushevich Yu. M. 192  
  
 Pruidze G. N. 448  
 Puchkova E. I. 623  
 Pyatnitski I. V. 336  
  
 Ratiani Yu. A. 636  
 Rtskhiladze V. G. 63  
 Rukhadze R. V. 48  
  
 Sakandelidze R. M. 667  
 Sakvarelidze T. N. 391  
 Sallam H. M. 584  
 Saneblidze O. I. 184  
 Sarishvili Sh. V. 652  
 Savarensky E. F. 332  
 Sepiashvili A. D. 636  
 Sepiashvili N. D. 387  
 Sergeev V. A. 608  
 Shalamberidze D. A. 680  
 Sharashenidze N. B. 180, 184, 440  
 Sharashidze L. K. 711  
 Shatirishvili A. F. 432  
 Shavgulidze V. V. 108  
 Shengelaia I. B. 148  
 Shetekauri G. E. 748  
 Shishkin L. P. 100  
 Shitikov V. K. 608  
 Shonia D. I. 359  
 Shulaia D. A. 20  
 Shvangiradze A. V. 84  
 Sladkoshteev V. T. 660  
 Soselia G. G. 132  
 Strakhov V. N. 592  
 Suladze O. N. 660  
 Suladze Ts. D. 236  
 Svamidze N. V. 307  
  
 Tarieladze V. I. 559  
 Tavadze F. N. 136, 140, 396, 660  
  
 Tchkholaria N. D. 719  
 Tevzadze G. N. 552  
 Tkebuchava V. V. 592  
 Tkeshelashvili R. Sh. 92  
 Tkhelidze M. G. 532  
 Todria V. A. 376  
 Trapaidze L. T. 155  
 Tsakadze J. S. 312  
 Tsertsvadze B. I. 51, 575  
 Tsintsadze N. O. 460  
 Tsipuria I. E. 56  
 Tsiskarishvili P. D. 608  
 Tskhovrebashvili Sh. A. 367  
 Tskhviraishvili D. G. 351, 655  
 Tsitsishvili G. V. 348  
 Tsitskishvili K. F. 319  
 Tsomaia K. P. 63  
 Tsverava H. N. 699  
 Tuman'shvili G. D. 720, 723  
 Tushmatishvili N. M. 199  
 Tutberidze A. I. 647  
  
 Urushadze T. F. 415  
  
 Vachnadze R. G. 160  
 Vadachkorin G. V. 412  
 Vanishvili V. N. 752  
 Varvaryuk V. V. 128  
 Vinogradova S. V. 608  
  
 Yavorski I. R. 332  
  
 Zamkov A. N. 155  
 Zhorzholiani G. T. 568  
 Zviadadze G. E. 680

## 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 редакции 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: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

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 иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать 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 დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებში, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიმიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყლის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად საგსებით შხა 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 ინტერვალთა გადაწერით 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წიგნის 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენს 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 კალაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყოფდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაში კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტს წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს 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 ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გავსვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრიო 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 დატულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საერთაშორისო შრომა, ეუჩვენეთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ეუჩვენეთ 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 წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებდ შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი : ერთი წლით 12 მან.

8060 1 805.  
ЦЕНА 1 РУБ.

666/III



НАЦИОНАЛЬНАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

ИНДЕКС 76181