

1975 / 3



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 77 ტომ

№ 3

აპრილი 1975 წელი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 77 ТОМ

№ 3

მარტი 1975 МАРТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

ქ. შარვაშიძის სსრ სსრ სსრ  
სახელმწიფო ბიბლიოთეკა  
ბი. ლომთაძე



ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

- ო. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), 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. Гамкრелидзе, Т. В. Гамкრелидзе, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохвели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. 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 დასაბუქდად 29.3.1975; შუკვ. № 435; ანაწყობის ზომა 7×12; ქალაღლის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საღარიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 11103; ტირაჟი 1850

\* \* \*

Подписано к печати 29.3.1975; зак. № 435; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 11103; тираж 1850

\* \* \*

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

\* \* \*

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

შ ი ნ ბ ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*გ. კოკლევილი. კოშის გულაინი სინგულარული ოპერატორების შემოსაზღვრულობის შესახებ წონიან სივრცეებში 532
- \*ე. თბოლაშვილი. დრეკადობის მოქმეტი თეორიის განტოლებების ამოხსნათარგვულარული გაგრძელების შესახებ 535
- \*ჭ. კახანაძე. α-პარმონიული ფუნქციების ზოგიერთი თვისება 539
- \*ა. ბდელ-სატარ ა. დაბური. კომპაქტურ სივრცეთა ჰომოლოგიის ბალადის ჯგუფის შესახებ 544
- \*ა. ნახუშევი. გადაგვარებული ჰიპერბოლური განტოლებების სასაზღვრო ამოცანების თეორიისათვის 547
- \*ბ. გოლუბოვი. ფურეის ჯერადი ინტეგრალების შექამებადობის შესახებ რისის საშუალებით 552

მიმანიკა

- \*ა. დიდიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ს. იასაშვილი, ნ. შუმოვი, ჭ. შუბითიძე. ცენტრიდანული ტუმბუს ვიბრაციის მდგენელების სტატისტიკური მახასიათებლები 556

კინემატიკა

- \*თ. გაჩეჩილაძე, გ. კირთაძე. ფუქსის განზოგადებული სპექტრის განსაზღვრის ერთი მეთოდის შესახებ 560
- \*გ. დიკინი, ბ. ტოგონიძე. ასიმეტრიული შეცდომების გამასწორებელი კოდების შესახებ 564
- \*ე. ალექსანდროვი. შემხვედრ ლოგიკურ შესაძლებლობათა კანონის გამოყენება მათემატიკური ლოგიკის ამოცანათა გადაწყვეტისათვის 567

ფიზიკა

- \*ე. გედალინი, ე. გურიჩი. დუალური რეზონანსული მოდელის ერთმარყუქიანი პრიმიტიული ოპერატორები 572
- \*ი. ვაშაკიძე, გ. ქილაშვილი. ნაწილაკების გაფანტვა ბირთვზე არალაკალური ფაქტორიზებული პოტენციალების შემთხვევაში 575
- \*მ. მირიანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), რ. პოპოვი, დ. ქარქაშაძე, რ. ჩხიკვაძე. ელემტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქცია სასარულო ღრუ ცილინდრზე 580
- \*მ. კავილაძე, თ. მელაშვილი, ჯ. ლეკვეიშვილი, მ. ქვირიო. მას-სპექტრომეტრის გაუმჯობესება იზოტოპური ფარდობითი გაზომვებისათვის მყარი ფაზის ნიმუშებში, მეთოდით ეტალონი — ნიმუში 584

გეოფიზიკა

- \*ა. ხანთაი, რ. გაჩეჩილაძე, ბ. ჩეხოშვილი. პლაზმის ამბიპოლარული დიფუზიის განტოლების ერთი ზუსტი ამოხსნის შესახებ დღის იონოსფეროს F-ფენისათვის 588

81/1

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.



\*გ. ხოკოლავა, რ. გაჩეჩილაძე, ნ. მებალიშვილი. ზედა იონოსფეროს ანომალური იონიზაციის გამოკვლევის ზოგიერთი საკითხი 592

ანალიზური ძივნი

\*მ. მღებრიშვილი, პ. ბერიძე. ვალის მჟავას რაოდენობით განსაზღვრა ნედლეულში და ტექნოლოგიური ციკლის შუალედ პროდუქტებში 596

\*რ. ჯორბენაძე, ვ. ბოსტოლანაშვილი, რ. პინიაუკო. ტრიფტაზინის, ეტაპერაზინისა და მეტერაზინის სპექტროფოტომეტრიული განსაზღვრა 599

ორბანული ძივნი

\*ა. ნოლაიდელი, რ. ტყეშელაშვილი, გ. მინდიაშვილი. ეპოქსიდური ჯგუფების შემცველი სილიციუმორგანული ოლიგომერების სინთეზი 602

\*მ. გვერდწითელი, ე. გერმანი. ჰოტონის გადატანის რეაქციის თეორიული ანალიზი ფსევდოიზოციანინისა და ზოგიერთ ორგანულ მჟავას შორის 608

\*ქ. ჩერქეზიშვილი, მ. თაქთაქიშვილი, ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). პირველადი ალენური β- და α-სპირტების ჰიდროსილილირების რეაქცია 612

ფიზიკური ძივნი

\*ი. თავართქილაძე, გ. გოცაძე. კრისტალის წარმოქმნისა და ზრდის თეორიისათვის 616

ელემენტარული ძივნი

\*რ. აკლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), კ. გველესიანი. ტყვიისა და მანგანუმის ორჯანვის ერთობლივი ელექტროლიზური ამოღება მანგანუმის წარმოების ანოდური შლამისაგან 620

ძივნიური ტექნოლოგია

\*მ. ჩერნიშოვა, ზ. კერვალიშვილი, ნ. ხოფერია, ს. გლუზმანი, გ. გოგოლაძე, კ. ოპარინა, ფ. შუმსკაია, ტ. მეხრაძე, ნ. გვალია, ვ. ბორისოვა, ლ. ბორისოვა. ფენოლის ჰიდრირების რეაქტორის მათემატიკური მოდელი 624

\*ა. შვანგირაძე, ბ. ჯანაშვილი. ელექტროდიალიზის მეთოდით კაპროლაქტამის წყალხსნარის გასუფთავების პროცესის ოპტიმიზაცია 628

ფიზიკური გეოგრაფია

\*გ. გიგინეიშვილი, დ. ტაბიძე. მიწისქვეშა წყლების ერთიანი დონე დასავლეთ საქართველოს ბაქნური კარსტის პირობებში (ძირულის კარსტული რაიონი) 631

\*ქ. ყავრიშვილი. რიწის ტბის მათაშორისი ქვაბულის კარსტული მოვლენები 635

ჰიდროლოგია

\*ნ. ბელოვა, შ. ჯაოშვილი, ა. კიკნაძე, გ. ოროვია. მდ. ბზიფის ფსევდორული ნატანის შესახებ 640

გეოლოგია

\*თ. ნაზარიშვილი. ზოგიერთი ახალი მონაცემი საქართველოს ზედაკარსტულ ბელენიტებზე 644

სამშენებლო მემანება

\*ი. მელაშვილი, ო. ტუსიშვილი. ორმაგი სიმრუდის, სწორკუთხა ფორმით გეგმაში, ლენტური ბადის არაწრფივი იძულებითი რხევის საკითხისათვის 648

## მეტალურგია

- \*გ. ზვიადაძე, თ. შენგელია, ა. ვიგინეიშვილი. სამარეუმის ქლორიდის ალუმოთერმული აღდგენის შესახებ

652

## მანქანათმშენობა

- \*მ. ხვინგია, ნ. კობალიანი, თ. ტატიშვილი. ელექტროვიბრაციული მანქანის ხმაურისა და მექანიკური რეზონანსების შესახებ

656

- \*თ. ლოლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. ტყემალაძე, ფ. ტოტჩიევი. გადასვლითი პროცესების დროს იარაღის მჭრელ ნაწილში ძაბვების განაწილების კვლევა ფოტორეკადომის მეთოდის გამოყენებით

660

- \*დ. თხველიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი. სფერული კულისურა მექანიზმის კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის

664

- \*რ. ვარსიმაშვილი. სწორკბილებიანი სფერული კბილანური გადაცემის გამოკვლევა

668

- რ. წერეთელი, ბ. ბათიაშვილი, თ. გეგეჭკორი. ახალი აუსტენიტური კლასის უქანგავი ფოლადების დამუშავებადობა ხეხით

669

## ენერგეტიკა

- \*ნ. კოდუა. მდინარეთა ჩამონადენის ჰიდროლოგიური რიგის მოდელირების მეთოდის დაფუძნებისათვის

676

## ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*რ. ხუროძე. რეზერვირებული ანალოგური მოწყობილობის საიმედოობის გაზრდა ცალკეული არხების (სიგნალების) გადაცემათა კოდეციენტების ადაპტაციის საშუალებით

679

- \*შ. ფანცხავა. მაგნიტური დამამახსოვრებელი მოწყობილობის ტევადობის და სწრაფმოქმედების გაზრდის საკითხის შესახებ

684

## ნიადაგთმშენობა

- რ. პეტრიაშვილი. ახალციხის ქვაბულის რუხი-ყავისფერი ნიადაგების შესახებ

685

## ბოტანიკა

- \*ა. ნტრომბერგი, მ. გერკეული. *Gymnospermium smirnovii* (Trautv.) Takht. თესლების აღმოცენების შესახებ

692

## აღამიანისა და ცხომელთა ფიციოლოგია

- \*გ. მალაოლტნევი, ზ. თელა. სტრატისწინა მდგომარეობის გავლენა სპორტსმენების ღამის ძილის სტრუქტურაზე

696

- \*გ. სანადირაძე. ნერვის ელექტროტონისა და პერიელექტროტონის გავლენა კუნთის ერთხელობრივ შეკუმშვაზე

699

- \*ი. აივაზაშვილი, გ. იორდანიშვილი. ტრანსამინის გავლენა ვირთავის ფსიქონერვულ და პირობითრეფლექსურ მეხსიერებაზე

703

- \*ვ. ქელიძე. საკვრცის ფოლკულების ზოგიერთი მიკრომეტრული და რაოდენობრივი ცვლილებების შესახებ ორგანიზმის დაბერების პროცესში

707

## ბიოფიზიკა

- \*ე. ბუტი, კ. გოჩიტაშვილი, ქ. კოლხიდაშვილი, მ. ზაალიშვილი. ტროპონინის კომპლექსის მინიპიზირებული ფრაქციის მიღება და მისი გავლენა აქტინის პოლიმერისაციის პროცესზე

712

ბიომიკრია

- \*მ. ბოკუჩაევა (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. სკობლეევა. ცეილონის ჩაის ხარისხის შესახებ 715
- \*ე. კვანჭიანი, გ. ფრუიძე, მ. ბოკუჩაევა (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ღნობის ხანგრძლივობა და ჩაის ხარისხი 719
- \*გ. წიკლაური, ა. შალაშვილი. წყავის (*Laurocerasus officinalis Roem*) ფოთლის კატეხინები 723
- \*დ. ჯოხაძე, ნ. რაქვიაშვილი. სხვადასხვა ქსოვილების უჯრედთა ბირთვების მიერ ამინომჟავების ჩართვის შედარებითი უნარი 728

ფიტოპათოლოგია

- \*ა. ძნელაძე. სოკო *Phoma tracheiphila*-ს სუფთა კულტურის სპირტექსტრაქტის ოპტიკური პარამეტრები 731

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- \*ე. ყვავაძე, ი. ელიავა. ნემატოდის ახალი სახეობა *Dicelis ivericus sp. nov.* (*Drilonematidae*) საქართველოს ენდემური ჭიკეილადან 736

ციტოლოგია

- \*ნ. გიორგობიანი. ჰიდროლიზის მრუდების შესწავლა სხვადასხვა ქსოვილის ფელგენით შეღებვისას 739

მასპირიმიენტული მორფოლოგია

- \*თ. ჭურაძე. სინათლური სტრუქტურების ცვლილების შესახებ სხვადასხვა სახის ალერგიის დროს 743
- \*მ. მშვიდლობაძე. მორგენირე მყვის გრანულარული ენდოლაზმური რეტიკულუმი 748

მასპირიმიენტული მივიციტა

- \*ა. ფერაძე. მუცლადმყოფი ნაყოფის გულის მოქმედება ნეფროპათიების მკურნალობის პროცესში გომპ-ითა და მანიტოლით 751

პალეობიოლოგია

- ი. თაქთაიშვილი. *Congeria rumana Sabba*-ს მოპოვებას შესახებ დასავლეთ საქართველოს ე. წ. „სუბრომბოიდულ“ (შუაონტურ) ნალექებში 756



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- В. М. Кокилашвили. Об ограниченности сингулярного оператора с ядром Коши в весовых пространствах 529
- Е. И. Оболашвили. О регулярном продолжении решений уравнений моментной теории упругости 533
- Дж. В. Капанадзе. Некоторые свойства  $\alpha$ -гармонических функций 537
- Абдель-Саттар А. Дабур. О группах гомологии Баладзе компактных пространств 541
- А. М. Нахушев. К теории краевых задач для вырождающихся гиперболических уравнений 545
- Б. И. Голубов. О суммируемости кратных интегралов Фурье средними Рисса 549

### МЕХАНИКА

- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), С. В. Иасашвили, Н. Г. Шумов, К. З. Шубитидзе. Статистические характеристики составляющих вибраций центробежного насоса 553

### КИБЕРНЕТИКА

- Т. Г. Гачечиладзе, Г. Ш. Киртадзе. Об одном методе определения спектра обобщенного распределения Фукса 557
- В. Н. Дынькин, В. А. Тогоидзе. О кодах, исправляющих асимметрические ошибки 561
- Е. А. Александров. Применение закона встречных логических возможностей для решения задач математической логики 565

### ФИЗИКА

- Э. В. Гедалин, Е. Г. Гурвич. Однопетлевые примитивные операторы дуальной резонансной модели 569
- И. Ш. Вашакидзе, Г. А. Чилашвили. Рассеяние частиц на ядре в случае нелокального факторизующегося взаимодействия 573
- М. М. Мирианашвили** (академик АН ГССР), Р. С. Поповиди, Д. Д. Каркашадзе, Р. В. Чхиквадзе. Дифракция электромагнитной волны на конечном полом цилиндра 577
- М. Ш. Кавиладзе, Т. А. Мелашвили, Д. Н. Леквеншвили, М. С. Квирия. Усовершенствование масс-спектрометра для измерения изотопного состава образцов твердой фазы по методу эталон—образец 581

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

## ГЕОФИЗИКА

- А. Г. Хантадзе, Р. Г. Гачечиладзе, Б. Я. Чехошвили. Об одном точном решении уравнения амбиполярной диффузии плазмы для дневной F-области ионосферы 585
- Г. М. Хочолава, Р. Г. Гачечиладзе, Н. Н. Мебагишвили. Некоторые вопросы исследования аномальной ионизации в верхней ионосфере 589

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. А. Мгебришвили, П. З. Беридзе. Способ количественного определения галловой кислоты в сырье и полупродуктах технологического цикла 593
- Р. П. Джорбенадзе, В. С. Бостоганашвили, Р. М. Пиняжко. Спектрофотометрическое определение трифтазина, этаперазина и метеразина 597

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. И. Ногаидели, Р. Ш. Ткешелашвили, Г. С. Миндиашвили. Синтез эпокисодержащих кремнийорганических олигомеров 601
- М. И. Гвердцители, Э. Д. Герман. Теоретический анализ реакций переноса протона между псевдоионоцианином и некоторыми органическими кислотами 605
- К. И. Черкезишвили, М. О. Тактакишвили, И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР). Гидросилилирование первичных алленовых  $\beta$ - и  $\alpha$ -спиртов 609

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Я. Н. Таварткиладзе, Г. А. Гоцадзе. К теории образования и роста кристаллов 613

## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Қ. П. Гвелесиани. Совместное электролитическое извлечение свинца и двуокиси марганца из апсдного шлама производства марганца 617

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- М. П. Чернышова, З. Я. Кервалишвили, Н. Н. Хоперия, С. С. Глузман, Г. Т. Гоголадзе, Қ. Г. Опарина, Ф. З. Шумской, Т. В. Мехрадзе, Н. К. Гвалия, В. И. Борисова, Л. Н. Борисова. Математическая модель реактора гидрирования фенола 621
- А. В. Швангирадзе, Б. А. Джанашили. Оптимизация процесса очистки водных растворов капролактама методом электролиза 625

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Г. Н. Гигинейшвили, Д. Д. Табидзе. Единый уровень подземных вод в условиях платформенного карста Западной Грузии (Дзирульский карстовый район) 629
- К. В. Кавришвили. Карстовые феномены горной озерной котловины Рицы 633

## ГИДРОЛОГИЯ

- Н. Т. Белова, Ш. В. Джаошвили, А. Г. Қикнадзе, Г. А. Орлова, О величине донных наносов р. Бзыби 637

## ГЕОЛОГИЯ

- Т. Ю. Назаришвили. Некоторые новые данные о верхнемеловых белем-  
 нитидах Грузии 641

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Ю. К. Мелашвили, О. Ш. Тусишвили. О вынужденных нелинейных ко-  
 леваниях ленточной сетки двоякой кривизны для прямоугольной фор-  
 мы в плане 645

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия, А. А. Гигинейшвили. Об алю-  
 мотермическом восстановлении хлористого самария в вакууме 649

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- М. В. Хвингия, Н. Д. Копалиани, Т. Г. Татишвили. О звуковых и  
 механических резонансах электровибрационных машин 653

- Т. Н. Лоладзе (член-корреспондент АН ГССР), Г. Н. Ткемаладзе,  
 Ф. Г. Тотчиев. Исследование напряжений в режущей части инстру-  
 мента при переходных процессах методом фотоупругости 657

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиашви-  
 ли. К вопросу о кинематическом исследовании сферического кулисного  
 механизма 661

- Р. Ш. Варсимашвили. Исследование сферической зубчатой передачи с  
 прямыми зубцами 665

- \* Р. И. Церетели, Б. И. Батиашвили, Т. Г. Гегечкори. Обраба-  
 тываемость шлифованием новых нержавеющей сталей аустенитного класса 671

## ЭНЕРГЕТИКА

- Н. Д. Кодуа. К обоснованию метода моделирования гидрологического ряда  
 стоков реки 673

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Р. А. Хуродзе. Повышение надежности резервированных аналоговых уст-  
 ройств путем адаптации коэффициентов передачи отдельных каналов  
 (сигналов) 677

- Ш. И. Панцхава. К вопросу увеличения емкости и быстродействия маг-  
 нитного запоминающего устройства 681

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- \* Р. А. Петриашвили. О серо-коричневых почвах Ахалцихской котловины 687

## БОТАНИКА

- А. Я. Штромберг, М. З. Геркеули. Прорастание семян *Gymnospermium*  
*smirnowii* (Trautv.) Takht. 689

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В. И. Малолетнев, З. А. Телия. Влияние предстартового состояния на  
 структуру ночного сна спортсменов 693

- Г. С. Санадирадзе. О влиянии электротона и периелектрона нерва на  
 одиночное мышечное сокращение 697

И. М. Айвазашвили, Г. С. Иорданишвили. Влияние трансamina на психонервную и условнорефлекторную память у крыс 701

В. Е. Квливидзе. К вопросу о некоторых микрометрических и количественных особенностях фолликулов яичника в процессе старения 705

#### БИОФИЗИКА

Е. В. Бут, К. Р. Гочиташвили, К. М. Қолхидашвили, М. М. Залишвили. Получение ингибиторной фракции тропонинового комплекса и ее влияние на процесс полимеризации актина 709

#### БИОХИМИЯ

М. А. Бокучава (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. Скобелева. О действительном качестве цейлонского чая 713

Э. Р. Кванчани, Г. Н. Пруидзе, М. А. Бокучава (член-корреспондент АН ГССР). Продолжительность завяливания и качество чая 717

Г. Ч. Циклаури, А. Г. Шалашвили. Катехины листьев лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis* Roem.) 721

Д. И. Джохадзе, Н. Р. Раквиашвили. Сравнительная способность к включению аминокислот препаратами клеточных ядер различных тканей 725

#### ФИТОПАТОЛОГИЯ

А. А. Дзnelадзе. Оптические параметры спиртового экстракта чистой культуры гриба *Phoma tracheiphila* 729

#### ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Э. Ш. Квавадзе, И. Я. Элиава. Новый вид нематоды *Dicelis ivericus* sp. nov. (*Drilonematidae*) из дождевого червя—эндемика Грузии 733

#### ЦИТОЛОГИЯ

Н. М. Гиоргобнани. Исследование кривых гидролиза при окраске по Фельгену различных тканей 737

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. А. Чурадзе. Об изменении синаптических структур при различных видах аллергии 741

М. В. Мшвидобадзе. Гранулярный эндоплазматический ретикулум регенерирующего сухожилия 745

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Г. Перадзе. Характеристика сердечной деятельности плода у больных с нефропатией при лечении их ГОМК и маннитолом 749

#### ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

И. Г. Тактакишвили. О нахождении *Congerina rumana* Sabba в „субромбидных“ (среднепонтических) отложениях Западной Грузии 753



# CONTENTS\*

## MATHEMATICS

V. M. Kokilashvili. On the boundedness of a singular operator with a Cauchy kernel in weighted spaces	532
E. I. Obolashvili. On the regular continuation of solutions of the system of momentum elasticity	535
J. V. Kapanadze. Some properties of $\alpha$ -harmonic functions	540
Abdel-Sattar A. Dabour. On the Baladze homology groups of compact spaces	544
A. M. Nakhushhev. On the theory of boundary value problems for degenerate hyperbolic equations	548
B. I. Golubov. On the summation of multiple Fourier integrals by Riesz means	552

## MECHANICS

A. A. Dzidziguri, S. V. Iasashvili, N. G. Shumov, K. Z. Shubitidze. Statistical characteristics of some vibration components of a centrifugal pump	556
--	-----

## CYBERNETICS

Th. G. Gachechiladze, G. Sh. Kirtadze. On one method of determination of Fuchs' generalized distribution spectrum	560
V. N. Dyn'kin, V. A. Togonidze. On asymmetric error correcting codes	564
E. A. Alexandrov. The application of the law of counter logical possibilities for the solution of mathematical logic problems	567

## PHYSICS

E. V. Gedalin, E. G. Gurvich. Single-loop primitive operators of a dual resonance model	572
I. Sh. Vashakidze, G. A. Chilashvili. Particle scattering on the nucleus in the case of nonlocal separable interaction	575
<u>M. M. Mirianashvili</u> , R. S. Popovidi, D. D. Karkashadze, R. V. Chkhikvadze. Diffraction of an electromagnetic wave on a finite hollow cylinder	580
M. Sh. Kaviladze, T. A. Melashvili, D. N. Lekveishvili, M. S. Kviria. Improvement of a mass-spectrometer for the measurement of the isotopic content of solid phase samples by the method of standard-sample	584

## GEOPHYSICS

A. G. Khantadze, R. G. Gachechiladze, B. I. Chekhoshvili. On one accurate solution of the ambipolar diffusion equation for the daytime ionospheric F-region	588
---	-----

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





- G. M. Khocholava, R. G. Gachechiladze, N. N. Mebagishvili. Some questions related to the investigation of anomalous ionization in the upper ionosphere 592

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- M. A. Mgebrishvili, P. Z. Beridze. Quantitative determination of Gallic acid in raw materials and in intermediate products of the technological cycle 596
- R. P. Jorbenadze, V. S. Bostoganashvili, R. M. Pinyazhko. Spectrophotometric determination of triphazin, etaperazin and meterazin 599

## ORGANIC CHEMISTRY

- A. I. Nogaideli, R. Sh. Tkeshelashvili, G. S. Mindiashvili. Synthesis of epoxidized organosilicon oligomers 603
- M. I. Gverdtseteli, E. D. German. Theoretical study of the reactions of proton transfer between pseudoisocyanin and some organic acids 608
- K. I. Cherkezishvili, M. O. Taktakishvili, I. M. Gverdtseteli. The reaction of hydrosilylation of primary allene  $\beta$ - and  $\alpha$ -alcohols 612

## PHYSICAL CHEMISTRY

- I. N. Tavarikiladze, G. A. Gotsadze. Concerning the theory of crystal formation and growth 616

## ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, K. P. Gvelesiani. Joint extraction of electrolytic lead and manganese dioxide from the anodic slimes of electrolytic manganese production 620

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- M. P. Chernishova, Z. I. Kervalishvili, N. N. Khoperia, S. S. Gluzman, G. T. Gogoladze, K. G. Oparina, F. Z. Shumski, T. V. Mekhradze, N. K. Gvalia, V. I. Borisova, L. N. Borisova. Mathematical model of a phenol hydration reactor 624
- A. V. Shvangiradze, B. A. Janashvili. Optimization of the process of purifying the aqueous solutions of caprolactam by the method of electro dialysis 628

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- G. N. Gigineishvili, D. D. Tabidze. A single level of underground waters in Western Georgia's platform karst (the Dzirula karst area) 631
- K. V. Kavrishvili. Karst phenomena of the intermontane Ritsa lake basin 636

## HYDROLOGY

- N. T. Belova, Sh. V. Jaoshvili, A. G. Kiknadze, G. A. Orlova. On the amount of bed loads of the Bzyb river 640

## GEOLOGY

- T. Yu. Nazarishvili. Some new data on the Upper Cretaceous Belemnites of Georgia 644

## STRUCTURAL MECHANICS

- Yu. K. Melashvili, O. Sh. Tusishvili. On the constrained non-linear oscillations of a taped grid with bicurvature for rectangular shape in plan 648

## METALLURGY

- G. N. Zviadadze, O. V. Shengelia, A. A. Gigineishvili. On the alumothermal reduction of samarium chloride 652

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- M. V. Khvingia, N. D. Kopaliani, T. G. Tatishvili. On the sound and mechanical resonances of electrovibrating machines 656
- T. N. Loladze, G. N. Tkemaladze, F. G. Totchiev. Photoelastic investigation of stress distribution in the working part of the cutting tool 660
- D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. Concerning a kinematic study of slider-crank spherical mechanisms 664
- R. Sh. Varsimashvili. Investigation of spherical gearing with spur teeth 668
- R. I. Tsereteli, B. I. Batiashvili, T. G. Gegechkori. Grinding machinability of new stainless steels of austenitic class 671

## POWER ENGINEERING

- N. D. Kodua. Towards the substantiation of a method of modelling hydrological series of river runoffs 676

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- R. A. Khurodze. Increasing the reliability of analog redundancy instruments through adjustment of transmission factors of individual channels (signals) 680
- Sh. I. Pantskhava. A method of increasing the capacity and speed of magnetic core matrix 684

## SOIL SCIENCE

- R. A. Petriashvili. Grey cinnamonic soils of the Akhaltsikhe kettle 688

## BOTANY

- A. Ya. Shtromberg, M. Z. Gerkeuli. The sprouting of *Gymnospermium smirnowii* (Trautv.) Takht. 692

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- V. I. Maloletnev, Z. A. Telia. The effect of prestarting state on the structure of night sleep in sportsmen 696

- G. S. Sanadiradze. On influence of electrotonus and perielectrotonus on a muscle twitch 700
- I. M. Aivazashvili, G. S. Jordanishvili. The effect of transamine on psychonervous and conditioned memory in rats 703
- V. E. Kvividze. Concerning some micrometric and quantitative alterations of the ovarian follicles in the aging process 707

#### BIOPHYSICS

- E. V. But, K. R. Gochitashvili, K. M. Kolkhidashvili, M. M. Zalachvili. Preparation of the inhibitory fraction of troponin complex and its influence on the process of actin polymerization 712

#### BIOCHEMISTRY

- M. A. Bokuchava, N. I. Skobeleva. On the actual quality of Ceylon tea 715
- E. R. Kvanchiani, G. N. Pruidze, M. A. Bokuchava. On the duration of tea withering and tea quality 719
- G. Ch. Tsiklauri, A. G. Shalashvili. Catechins from cherry-laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem) leaves 723
- D. I. Jokhadze, N. R. Rakviashvili. Comparative capacity of amino acid incorporation by nuclei of different tissues 728

#### PHYTOPATHOLOGY

- A. A. Dzneldze. Optical parameters of the alcohol extract pure culture of the fungus *Phoma tracheiphila* 732

#### PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

- E. Sh. Kvavadze, I. I. Eliava. A new species of nematode *Dicelis ivericus* sp. nov. (*Drilonematidae*) from the Georgian endemic earthworm 736

#### CYTOLOGY

- N. M. Giorgobiani. Hydrolysis curves of feulgen staining 739

#### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- T. A. Churadze. On the changes of synaptic structures in various kinds of allergy 743
- M. V. Mshvidobadze. Granular endoplasmic reticulum of a regenerating tendon 748

---

EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. G. Peradze. Characteristics of the cardiac activity of the foetus of pregnant women with nephropathy under treatment with GOMK and mannitol 752

PALAEOBIOLOGY

- I. G. Taktakishvili. On the find of *Congerium rumana* Sabba in the so-called 'Subrhomboidian' (the Middle Pontian) deposits of Western Georgia 756



В. М. КОКИЛАШВИЛИ

### ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ СИНГУЛЯРНОГО ОПЕРАТОРА С ЯДРОМ КОШИ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.7.1974)

Пусть  $t=t(s)$  ( $-\pi \leq s \leq \pi$ ) — уравнение жордановой спрямляемой кривой  $\Gamma$ . Замкнутая кривая  $\Gamma$  удовлетворяет условию хорды, если существует такая постоянная  $c > 0$ , что  $|t(s_1) - t(s_2)| \geq c|s_1 - s_2|$ , если  $|s_1 - s_2| < \pi$  и  $|t(s_1) - t(s_2)| \geq c[2\pi - |s_1 - s_2|]$  при  $|s_1 - s_2| > \pi$ . Сингулярный интеграл

$$Sf(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{f(\tau)}{\tau - t} d\tau$$

понимается в смысле главного значения по Коши.

Пусть  $\mu$  — мера, заданная на борелевских множествах  $e$  из  $R^1$ :  $d\mu = \omega(s) ds$ , где  $\omega(s)$  — некоторая неотрицательная суммируемая  $2\pi$ -периодическая функция. Дальше  $m_e$  обозначает меру Лебега измеримого множества  $e$ .

Пусть

$$L_{p,\omega}(\Gamma) = \{f : \|f\|_{p,\omega} < +\infty\}, \quad \text{где } \|f\|_{p,\omega} = \left\{ \int_{\Gamma} |f[t(s)]|^p \omega(s) ds \right\}^{1/p}$$

При  $\omega \equiv 1$  пространство  $L_{p,\omega}(\Gamma)$  обозначим через  $L_p(\Gamma)$ .

Распространению известной теоремы М. Рисса об ограниченности сингулярного интегрального оператора  $S$ , а также известных теорем Колмогорова, Зигмунда для некоторых классов кривых посвящались ряд исследований (например, [1—6] и др., библиографию см. в [6]).

В первой части настоящей статьи приводится теорема, показывающая, что если кривая  $\Gamma$  с условием хорды такова, что оператор  $S: f \rightarrow Sf$  имеет слабый тип  $(p_0, p_0)$  при некотором  $p_0$ ,  $1 < p_0 < +\infty$ , тогда справедливы теоремы, аналогичные теоремам М. Рисса, Колмогорова, Зигмунда, и, следовательно, многие факты из теории интегралов типа Коши. Во второй части излагается вопрос об ограниченности сингулярного интегрального оператора в  $L_{p,\omega}(\Gamma)$ ,  $1 < p < +\infty$  (библиографию по этому вопросу см. в [7]).

**Теорема 1.** Пусть спрямляемая жорданова кривая  $\Gamma$  с условием хорды такова, что для некоторого  $p_0$ ,  $1 < p_0 < +\infty$  и произвольного  $f \in L_{p_0}(\Gamma)$  имеет место неравенство





$$m\{s: |Sf[t(s)]| > \lambda\} \leq \frac{C_{p_0}(\Gamma)}{\lambda^{p_0}} \int_{\Gamma} |f(t)|^{p_0} |dt|.$$

Тогда справедливы утверждения:

а) для произвольного  $f \in L_1(\Gamma)$  имеем

$$m\{s: |Sf[t(s)]| > \lambda\} \leq \frac{C_1(\Gamma)}{\lambda} \int_{\Gamma} |f(t)| |dt|; \quad (2)$$

в) для произвольного  $\delta$ ,  $0 < \delta < 1$  и измеримого множества  $e \subset (-\pi, \pi)$ ,

$$\int_e |Sf[t(s)]|^\delta ds \leq \frac{C(\Gamma)}{1-\delta} (me)^{1-\delta} \left( \int_{\Gamma} |f(t)| |dt| \right)^\delta; \quad (3)$$

с) оператор  $S$  является ограниченным в  $L_p(\Gamma)$  для произвольного  $p$ ,  $1 < p < +\infty$ ;

д) для произвольного  $f(t)$  с условием  $\int_{\Gamma} |f(t)| \ln^+ |f(t)| |dt| < +\infty$  имеем

$$\int_{\Gamma} |Sf(t)| |dt| \leq B(\Gamma) \int_{\Gamma} |f(t)| \ln^+ |f(t)| |dt| + D(\Gamma).$$

Постоянные  $C_{p_0}(\Gamma)$ ,  $C_1(\Gamma)$ ,  $C(\Gamma)$ ,  $B(\Gamma)$  и  $D(\Gamma)$  не зависят от  $f$ .

Утверждение с) теоремы 1 ср. с [8].

Из теоремы 1 и результатов работы [8] выводим

Следствие. Пусть  $G$ —область, ограниченная жордановым замкнутым спрямляемым контуром  $\Gamma$ , удовлетворяющим условию теоремы 1. Тогда для произвольного  $f \in L_1(\Gamma)$  интеграл типа Коши

$$F(z) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{f(t) dt}{t-z} \in \bigcap_{0 < \delta < 1} E_\delta(G). \quad (5)$$

Далее, если угловые граничные значения  $F(z)$  суммируемы, тогда  $F \in E_1(G)$  и, следовательно,  $F(z)$  представима интегралом Коши.

В работе [9] доказано, что оператор сопряжения

$$f \rightarrow \tilde{f}, \quad \tilde{f}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \operatorname{ctg} \frac{x-t}{2} dt$$

является ограниченным оператором в  $L_{p,w}$  тогда и только тогда, когда  $\frac{1}{|I|} \int_I \omega(x) dx \left( \frac{1}{|I|} \int_I \omega^{1-q}(x) dx \right)^{p-1} \leq C_{p,w}$ ,  $q = \frac{p}{p-1}$  (условие  $A_p$ ) (6)

для произвольного интервала  $I$  с центром в  $(-\pi, \pi)$  и длиной, не превосходящей  $2\pi$ .

Теорема 2. Пусть жорданова спрямляемая кривая  $\Gamma$  с условием хорды такова, что для некоторого  $p_0$ ,  $1 < p_0 < +\infty$  и любого  $\omega \in A_{p_0}$  справедливо неравенство

$$\mu \{s : |Sf[t(s)]| > \lambda\} \leq \frac{B_{p_0, w}}{\lambda^{p_0}} \int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]|^{p_0} \omega(s) ds,$$

где постоянная  $B_{p_0, w}$  не зависит от  $f \in L_{p_0, w}(\Gamma)$ .

Тогда для любого  $p$ ,  $1 < p < +\infty$  и  $w \in A_p$  оператор  $S$  ограничен в  $L_{p, w}(\Gamma)$ .

Из теоремы 2 в силу известных результатов [10—12] следует

**Теорема 3.** Пусть  $\Gamma$ —кривая Ляпунова, или кривая с ограниченным вращением без точек заострения. Тогда для любого  $w \in A_p$  и  $1 < p < +\infty$ , оператор  $S$  ограничен в  $L_{p, w}(\Gamma)$ .

**Определение.** Говорят, что  $w \in A$ , если ее максимальная функция Харди  $w^*(x)$  почти всюду удовлетворяет условию

$$w^*(x) \leq Cw(x). \quad (7)$$

**Теорема 4.** Пусть кривая  $\Gamma$  с условием хорды такова, что для некоторого  $w \in A$  и  $p_0$ ,  $1 < p_0 < +\infty$  имеет место неравенство

$$\mu \{s : |Sf[t(s)]| > \lambda\} \leq \frac{C_{w, p_0}}{\lambda^{p_0}} \int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]|^{p_0} \omega(s) ds, \quad f \in L_{p_0, w}(\Gamma).$$

Тогда

а) для  $f \in L_{1, w}(\Gamma)$  имеем

$$\mu \{s : |Sf[t(s)]| > \lambda\} \leq \frac{C_w}{\lambda} \int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]| \omega(s) ds; \quad (8)$$

б) для  $\delta$ ,  $0 < \delta < 1$  и произвольного измеримого  $e \subset (-\pi, \pi)$ ,

$$\int_e |Sf[t(s)]|^\delta \omega(s) ds \leq \frac{C_w}{1-\delta} (\mu e)^{1-\delta} \left( \int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]| \omega(s) ds \right)^\delta; \quad (9)$$

с) для функции  $f(t)$  с условием  $\int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]| \ln^+ |f[t(s)]| \omega(s) ds < +\infty$

имеем

$$\int_{-\pi}^{\pi} |Sf[t(s)]| \omega(s) ds \leq C_w(\Gamma) \int_{-\pi}^{\pi} |f[t(s)]| \ln^+ |f[t(s)]| \omega(s) ds + D_w(\Gamma). \quad (10)$$

В частности, неравенства (8), (9) и (10) справедливы для ляпуновских линий и кривых с ограниченным вращением без точек заострения и др.

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

(Поступило 18.7.1974)

## 3. კოკილაშვილი

 კოვის ბულისანი სინბულარული ოპერატორების  
 შემოსაზღვრულობის შესახებ წონიან სივრცეებში

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია თეორემა, რომლის თანახმად თუ  $\Gamma$  გაწრფევალი, ჟორდანის წირი, ქორდის პირობით ისეთია, რომ (1) ოპერატორის აქვს სუსტი ტიპი  $(p_0, p_0)$  რაიმე  $p_0$ -ისათვის,  $1 < p_0 < +\infty$ , მაშინ ამ წირისთვის მართებული იქნება მ. რისის, კოლმოგოროვის, ზიგმუნდის თეორემების ანალოგები და, მაშასადამე, კოვის ტიპის ინტეგრალთა თეორიის ბევრი ფაქტი. მიღებულია აგრეთვე თეორემები  $S$  ოპერატორის შემოსაზღვრულობის შესახებ ლებეგის წონიან სივრცეებში.

MATHEMATICS

V. M. KOKILASHVILI

 ON THE BOUNDEDNESS OF A SINGULAR OPERATOR WITH  
 A CAUCHY KERNEL IN WEIGHTED SPACES

Summary

It is shown in this note that in the case when  $\Gamma$  is a rectifiable Jordan curve with a chord condition and such that the singular operator  $S$  is of a weak type  $(p_0, p_0)$  for some  $p_0$ ,  $1 < p_0 < +\infty$ , then for the operator  $S$  theorems analogous to M. Riesz, A. Kolmogorov and A. Zygmund's theorems, and consequently many facts of Cauchy type integral theory, are true. Theorems on the boundedness of the operator  $S$  in weighted Lebesgue spaces are obtained.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Хведелидзе. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXIII, 1956, 1—158.
2. А. Г. Джваршейшвили. Труды Тбил. гос. ун-та, сер. мех.-матем. наук, 84, 1962.
3. В. П. Хавин. Вестник ЛГУ, № 7, вып. 2, 1967.
4. Э. Г. Гордадзе. Сообщения АН ГССР, 37, № 3, 1965.
5. И. И. Данилюк, В. Ю. Шелепов. ДАН СССР, т. 174, 1967.
6. Г. А. Хускивадзе. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XLII, 1972, 95—103.
7. В. М. Коклашвили. Труды симпозиума по механике сплошной среды и родственным проблемам анализа, т. 1. Тбилиси, 1973, 126—141.
8. В. А. Пааташвили. Сообщения АН ГССР, 53, № 3, 1969.
9. R. Hunt, V. Muckenhoupt, R. Wheeden. Trans. Am. Math. Soc., 176, 1973, 227—251.
10. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. мат., т. 28, № 2, 1964, 277—306.
11. И. И. Данилюк. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 33, 1966.
12. В. Ю. Шелепов. Краевые задачи и интегральные уравнения. Автореферат, Донецк, 1968.



Е. И. ОБОЛАШВИЛИ

О РЕГУЛЯРНОМ ПРОДОЛЖЕНИИ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ  
 МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 4.7.1974)

Доказываются две теоремы о продолжении решений системы уравнений общей моментной теории упругости.

1. Система уравнений свободного колебания изотропного и однородного упругого тела в компонентах векторов перемещения  $U(u_1, u_2, u_3)$  и вращения  $\Omega(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ , когда эти векторы кинематически независимы, имеет следующий вид [1]:

$$\begin{aligned} (\mu + \alpha)\Delta U + (\lambda + \mu - \alpha)\text{grad div } U + 2\alpha \text{rot } \Omega + \rho k^2 U &= 0, \\ (\mu + \varepsilon)\Delta \Omega + (\beta + \mu - \varepsilon)\text{grad div } \Omega + 2\alpha \text{rot } U + (Jk^2 - 4\alpha)\Omega &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\lambda, \mu$  — упругие постоянные Ламе;  $\alpha, \beta, \varepsilon$  — новые упругие постоянные;  $\rho$  — плотность;  $J$  — момент инерции;  $k$  — частота колебания.

Введем обозначения:

$$\text{div } U = \Theta, \quad \text{div } \Omega = \varphi, \quad \text{rot } U = V, \quad \text{rot } \Omega = \Phi. \quad (2)$$

В силу тождеств

$$\begin{aligned} \text{rot grad } \psi &= 0, \quad \text{div rot } P = 0, \quad \text{div grad } \psi = \Delta \psi, \\ \text{rot rot } P &= -\Delta P + \text{grad div } P \end{aligned}$$

из системы (1) после действия на ней оператора  $\text{div}$  получим

$$\Delta \Theta + \frac{\rho k^2}{\lambda + 2\mu} \Theta = 0, \quad \Delta \varphi + \frac{Jk^2 - 4\alpha}{2\mu + \beta} \varphi = 0. \quad (3)$$

Соответственно из системы (1) после действия на ней оператора  $\text{rot}$  будем иметь

$$(\mu + \alpha)\Delta U + \rho k^2 U + 2\alpha \Phi = -(\lambda + \mu - \alpha)\text{grad } \Theta, \quad (4)$$

$$(\mu + \varepsilon)\Delta \Phi + \left( Jk^2 - \frac{4\alpha\mu}{\mu + \alpha} \right) \Phi + \frac{2\rho\alpha k^2}{\mu + \alpha} U = -\frac{2(\lambda + 2\mu)\alpha}{\mu + \alpha} \text{grad } \Theta,$$

$$(\mu + \varepsilon)\Delta \Omega + (Jk^2 - 4\alpha)\Omega + 2\alpha V = -(\beta + \mu - \varepsilon)\text{grad } \varphi, \quad (5)$$

$$(\mu + \alpha)\Delta V + \left( \rho k^2 + \frac{4\alpha^2}{\mu + \varepsilon} \right) V + \frac{2\alpha(Jk^2 - 4\alpha)}{\mu + \varepsilon} \Omega = -\frac{2\alpha(\beta + 2\mu)}{\mu + \varepsilon} \text{grad } \varphi.$$

Кроме того, очевидно, в силу (2)  $\Phi$  и  $V$  должны удовлетворять условиям

$$\text{div } \Phi = 0, \quad \text{div } V = 0. \quad (6)$$

Легко можно доказать следующую лемму:

Лемма. Если  $U(x)$ ,  $\Omega(x)$ —решения системы (1),  $x^*$ —зеркальное отражение точки  $x(x_1, x_2, x_3)$  трехмерного евклидова пространства относительно плоскости  $S(a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 = 0, a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1)$ , то векторы

$$U_0(x) = AU(x^*), \quad \Omega_0(x) = A\Omega(x^*) \quad (7)$$

также будут решениями системы (1); постоянная матрица  $A$  имеет вид

$$A = \begin{vmatrix} 2a_1^2 - 1, & 2a_1 a_2, & 2a_1 a_3, \\ 2a_1 a_2, & 2a_2^2 - 1, & 2a_2 a_3, \\ 2a_1 a_3, & 2a_2 a_3, & 2a_3^2 - 1. \end{vmatrix}$$

2.  $U(x)$  и  $\Omega(x)$  называются регулярными решениями системы (1) в области  $D$  трехмерного евклидова пространства, если они имеют в  $D$  непрерывные частные производные до третьего порядка включительно. Пусть граница области  $D$  трехмерного упругого тела содержит часть плоскости  $S$ . Рассмотрим координатную систему  $O\xi\eta\zeta$ , где оси  $O\xi$  и  $O\eta$  лежат в плоскости  $S$ , а  $O\zeta$  перпендикулярна к плоскости  $S$ . Пусть  $(u_\xi, u_\eta, u_\zeta)$  и  $(\Omega_\xi, \Omega_\eta, \Omega_\zeta)$ —компоненты векторов  $U$  и  $\Omega$  в системе  $O\xi\eta\zeta$  соответственно. С помощью уравнений (4), (5), (6) доказываются следующие теоремы:

Теорема I. Если  $U(x)$ ,  $\Omega(x)$ —регулярное решение системы (1) в области  $D$  и на ее плоской границе  $S$  удовлетворяются граничные условия

$$u_\xi = u_\eta = \frac{\partial u_\zeta}{\partial \zeta} = \frac{\partial \Omega_\xi}{\partial \zeta} = \frac{\partial \Omega_\eta}{\partial \zeta} = \Omega_\zeta = 0, \quad (9)$$

то  $U(x)$  и  $\Omega(x)$  непрерывно продолжаются через плоскость  $S$  и векторы

$$U_1(x) = \begin{cases} U(x), & x \in D, \\ U_0(x), & x \in D^*, \end{cases} \quad \Omega_1(x) = \begin{cases} \Omega(x), & x \in D, \\ -\Omega_0(x), & x \in D^*, \end{cases} \quad (10)$$

будут регулярными решениями системы (1) в области  $D + D^* + S$ ;  $D^*$ —зеркальное отражение области  $D$  относительно плоскости  $S$ ;  $U_0$  и  $\Omega_0$  определены равенствами (7).

Теорема II. Если на  $S$  удовлетворяются граничные условия

$$u_\zeta = \frac{\partial u_\xi}{\partial \zeta} = \frac{\partial u_\eta}{\partial \zeta} = \Omega_\xi = \Omega_\eta = \frac{\partial \Omega_\zeta}{\partial \zeta} = 0, \quad (11)$$

тогда  $U(x)$  и  $\Omega(x)$  непрерывно продолжаются через  $S$  и векторы

$$U_1(x) = \begin{cases} U(x), & x \in D, \\ -U_0(x), & x \in D^*, \end{cases} \quad \Omega_1(x) = \begin{cases} \Omega(x), & x \in D, \\ \Omega_0(x), & x \in D^* \end{cases} \quad (12)$$

будут регулярными решениями системы (1) в области  $D + D^* + S$ .

Эти теоремы являются естественными обобщениями аналогичных теорем, которые были доказаны в случаях классической теории упругости [2], моментной теории упругости со стесненным вращением [3], уравнений термоупругости [4]. Таким образом, для некоторых систем уравнений эллиптического типа решения регулярно продолжаются



при определенных граничных условиях через любую плоскую границу, т. е. устанавливаются аналоги принципа симметрии Римана—Шварца, который хорошо известен для гармонических и метагармонических функций. Следует отметить, что решение любой эллиптической системы уравнений не продолжается регулярно через любую плоскую границу; в некоторых случаях плоская граница, через которую решение можно продолжать регулярно, определяется самой заданной системой уравнений. Например, если в системе (1), вместо слагаемого  $\rho k^2 U$  имела вектор с компонентами  $k_1 u_1$ ,  $k_2 u_2$ ,  $k_3 u_3$  ( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ —различные постоянные), то ее решение регулярно можно было бы продолжить только через координатные плоскости.

Аналогичным путем, как в случаях классической теории упругости [2] и моментной теории упругости со стесненным вращением [3], решение некоторых смешанных граничных задач общей моментной теории упругости для двухгранников, трехгранников и полубесконечного слоя с помощью вышеприведенных теорем можно привести к решению соответствующих задач для полупространства.

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

(Поступило 12.7.1974)

მათემატიკა

ა. ობოლავილი

დრეკადობის მომენტური თეორიის განტოლებების ამოხსნათა რეგულარული გაგრძელების შესახებ

რეზიუმე

მტკიცდება ორი თეორემა დრეკადობის ზოგადი მომენტური თეორიის განტოლებათა სისტემის ამოხსნათა რეგულარული გაგრძელების შესახებ ნებისმიერი სიბრტყის მიმართ, როდესაც ამ სიბრტყეზე შესრულებულია გარკვეული ერთგვაროვანი სასაზღვრო პირობები.

MATHEMATICS

E. I. OBOLASHVILI

ON THE REGULAR CONTINUATION OF SOLUTIONS OF THE  
 SYSTEM OF MOMENTUM ELASTICITY

Summary

Two theorems on the regular continuation of solutions of the system of the general momentum theory of elasticity across any plane are proved when some homogeneous boundary conditions hold on this plane boundary.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Кувшинский, Э. Л. Аэро. Физика твердого тела, 5, 9, 1963.
2. Е. И. Оболашвили. *Revue Roumaine de Mathématiques Pures et appliquées*, t. XI, № 8, 1966.
3. Е. И. Оболашвили. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXXIX, 1971.
4. В. Д. Купрадзе, Т. В. Бурчуладзе. Дифференциальные уравнения, т. V, № 10, 1969.



Дж. В. КАПАНАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА  $\alpha$ -ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 5.7.1974)

Пусть  $R^p(p \geq 2)$  —  $p$ -мерное евклидово пространство. Введем в рассмотрение меры [1, 2]

$$\epsilon_\alpha^r(x) = \begin{cases} 0, & |x| < r, \\ \Gamma\left(\frac{p}{2}\right) \cdot \sin \frac{\pi\alpha}{2} \cdot r^\alpha (|x|^2 - r^2)^{-\alpha/2} \cdot |x|^{-p}, & |x| \geq r. \end{cases} \quad (1)$$

Мера  $\epsilon_\alpha^r$  определяет операцию усреднения

$$\epsilon_\alpha^r(f) = \int f(x) \epsilon_\alpha^r(x) dx. \quad (2)$$

Будем рассматривать только ограниченные и непрерывные в  $R^p$  функции.

Функция  $f(x)$  будет называться [1]  $\alpha$ -гармонической в точке  $x_0$ , если она непрерывна в окрестности этой точки и при достаточно малых  $r$

$$\tilde{f}(x_0) = \epsilon_\alpha^r * f(x) = \epsilon_{\alpha, x_0}^r(f). \quad (3)$$

Если  $f(x)$   $\alpha$ -гармонична в каждой точке открытого множества  $G$ , то будем говорить, что  $f(x)$   $\alpha$ -гармонична в  $G$ . Заметим, что это определение не имеет локального характера, поскольку носителем  $\epsilon_\alpha^r$  является вся внешность сферы  $|x| \geq r$ . Как известно [1], потенциал Рисса  $U_\alpha^\mu(x)$  ( $0 < \alpha < 2$ ) меры  $\mu$  является  $\alpha$ -гармонической функцией в дополнении к  $S(\mu)$ .

Справедлива

**Теорема 1.** Пусть  $G$  — некоторое ограниченное открытое множество, а  $F = R^p - G$ . Если функция  $f(x)$  ограничена, непрерывна в  $R^p$  и  $\alpha$ -гармонична в  $G$ , то

$$\begin{aligned} \sup_{y \in F} f(y) &= \sup_{y \in R^p} f(y), \\ \inf_{y \in F} f(y) &= \inf_{y \in R^p} f(y). \end{aligned}$$

Из теоремы 1 вытекает

**Теорема 2.** Пусть  $\{f_n(x)\}$  и  $f(x)$  — ограниченные, непрерывные в  $R^p$  и  $\alpha$ -гармонические в  $G$  функции. Если эта последовательность равномерно сходится на  $F$  к функции  $f(x)$ , то сходимость равномерна во всем пространстве.



При помощи теоремы 1 можно доказать также, что решение задачи Дирихле для  $\alpha$ -гармонических функций единственно. Рассматриваемая нами задача Дирихле состоит в следующем.

Пусть  $f(x)$  ограничена и непрерывна на  $F$ . Требуется определить функцию  $h_f(x)$ , непрерывную в  $R^p$ ,  $\alpha$ -гармоническую в  $G$  и совпадающую с  $f(x)$  во всех точках  $F$ .

Имеет место

**Теорема 3.** Если множество  $F$  регулярно, то решение задачи Дирихле для  $\alpha$ -гармонических функций единственно.

Справедлива также

**Теорема 4.** Пусть  $F \subset R^p$  — некоторый компакт, а функция  $f(x)$  непрерывна в  $R^p$  и  $\alpha$ -гармонична в  $R^p - F$ . Кроме того,  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$ .

Тогда

$$|f(y)| \leq \sup_F |f(x)| \cdot U_\alpha^\gamma(y), \quad y \in R^p - F, \quad (5)$$

где  $U_\alpha^\gamma(y)$  — равновесный потенциал множества  $F$ .

**Доказательство.** Пусть  $F_n \downarrow F$  — невозрастающая последовательность замкнутых, регулярных множеств. Тогда

$$|f(x)| \leq \int_{F_n} |f(y)| \varepsilon'_x(dy), \quad x \in R^p.$$

Отсюда получаем, что

$$|f(x)| \leq \sup_{F_n} |f(y)| \cdot \varepsilon'_x(F) = \sup_{F_n} |f(y)| \cdot U_\alpha^\gamma(F)$$

и

$$|f(x)| \leq \sup_F |f(y)| \cdot U_\alpha^\gamma(x), \quad x \in R^p - F.$$

Для доказательства неравенства (5) мы использовали равенство

$$\varepsilon'_x(R^p) = \varepsilon'_x(F) = U_\alpha^\gamma(x), \quad (6)$$

где  $\gamma$  — равновесная мера компакта  $F$ .

Докажем теперь равенство (6).

Известно [1], что

$$U_\alpha^{\varepsilon'_x}(y) = |x - y|^{a-p} \cdot U_\alpha^{\gamma^*}(y^*), \quad (7)$$

$$\varepsilon'_x(R^p) = \varepsilon'_x(F) = U_\alpha^{\gamma^*}(x),$$

где  $\varepsilon'_x$  — выметание меры Дирака  $\varepsilon_x$  на  $F$ , а  $\gamma^*$  — равновесная мера компакта  $F^*$ , который получается из  $F$  при инверсии [1] с центром в  $x$ . Из равенства (7) получается

$$\int U_\alpha^{\varepsilon'_x}(y) d\gamma(y) = \int |x - y|^{a-p} U_\alpha^{\gamma^*}(y^*) d\gamma(y),$$

$$\int U_\alpha^\gamma(z) \varepsilon'_x(dz) = \int |x - y|^{a-p} d\gamma(z),$$

т. е.

$$\epsilon'_x(F) = U'_\alpha(x).$$

Из доказанного равенства вытекает также, что

$$U'_\alpha(x) = U''_\alpha(x),$$

где точка  $x$  — центр инверсии.

Следствие 1. Неравенство

$$|f(y)| \leq \sup_F |f(y)| \cdot U'_\alpha(y)$$

справедливо всюду в  $R^p$ , кроме иррегулярных точек компакта  $F$ .

Следствие 2. Если функция  $f(x)$   $\alpha$ -гармонична во всем пространстве и ограничена, то она есть тождественная постоянная.

В заключение отметим одно свойство для равновесного потенциала Рисса  $U'_\alpha(x)$  ( $0 < \alpha < 2$ ). Если  $U'_\alpha(y_0) = 1$ , то  $y_0 \in S(\gamma)$ . Если бы это было не так, то получилось бы, что

$$1 = U'_\alpha(y_0) = \epsilon'_{\alpha y_0}(U'_\alpha) < 1.$$

Отсюда с применением равенства (7) доказывается [3]

**Теорема 5.** Точка  $x$  регулярна для компакта  $F$  тогда и только тогда, когда равновесный потенциал компакта  $U'_\alpha(x) = 1$ .

Заметим, что это свойство несправедливо для потенциала Ньютона ( $\alpha = 2$ ).

Отметим, что, после того как эта работа была выполнена, нам стало известно, что теоремы 1 и 3 ранее были получены Н. С. Ландкофом [4].

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 11.7.1974)

მათემატიკა

ჟ. პაპანაძე

$\alpha$ -ჰარმონიული ფუნქციების ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

დადგენილია  $\alpha$ -ჰარმონიული ფუნქციების ზოგიერთი თვისება და ჩამოყალიბებულია წერტილის რეგულარობის ერთი ახალი კრიტერიუმი.

J. V. KAPANADZE

SOME PROPERTIES OF  $\alpha$ -HARMONIC FUNCTIONS

## Summary

Properties of  $\alpha$ -harmonic functions are established and the criterion of regularity of point is stated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Ландкоф. Основы современной теории потенциала. М., 1966.
2. M. Riesz-Integrales de Riemann-Liouville et potentiels. Acta Scientiarum Mathematicarum, Szeged, 9, 1938.
3. Дж. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 2, 1971.
4. Н. С. Ландкоф. Вестник Харьковского гос. ун-та, т. 32, 1966.



МАТЕМАТИКА

АБДЕЛЬ-САТТАР А. ДАБУР

О ГРУППАХ ГОМОЛОГИИ БАЛАДЗЕ КОМПАКТНЫХ  
 ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 24.12.1974)

Пусть каждому симплексу  $\tau$  какого-либо локально-конечного симплициального комплекса  $K$  сопоставлена некоторая конечная  $(p + \dim \tau)$ -мерная цепь ( $p$  — целое число) над группой коэффициентов  $G$  комплекса остовов компактного пространства  $X$  (т. е. виеторисиана  $V(X)$  [1] покрытия пространства  $X$ , состоящего из одного элемента  $X$ ). Совокупность  $x^p = \{x_\tau\}$ ,  $\tau \in K$ , будем называть  $p$ -мерной цепью пространства  $X$ , взятой над  $G$  и относительно  $K$ , если для любого конечного открытого покрытия  $O$  пространства  $X$  почти для всех  $\tau$  из  $K$  носители  $\{x_\tau\}$  цепей  $x_\tau$  (см. [2]) являются подкомплексами виеторисиана покрытия  $O$ . Множество всех  $p$ -мерных цепей пространства  $X$  над  $G$  и относительно  $K$  обозначим через  $C_p(X; K; G)$ . При сложении  $(x^p + y^p)_\tau = x_\tau + y_\tau$   $C_p(X; K; G)$  становится абелевой группой. Граничный оператор  $\partial_p: C_p(X; K; G) \rightarrow C_{p-1}(X; K; G)$ , определенный равенством  $(\partial_p x^p)_\tau = \partial(x_\tau) + (-1)^{\dim \tau} x_{\partial\tau}$ , превращает  $\{C_p(X; K; G), \partial_p\}$  в цепной комплексе, где  $x_{\partial\tau} = \sum [\tau: \sigma] x_\sigma$ . Поскольку для любой пары  $(X, A)$  из категории  $Q$  пар компактных пространств и их непрерывных отображений  $\{C_p(A; K; G), \partial_p\}$  является подкомплексом комплекса  $\{C_p(X; K; G), \partial_p\}$ , то соответствующий фактор-комплекс  $\{C_p(X; A; K; G), \partial_p\}$  мы примем за цепной комплекс пары  $(X, A)$ . Его группу гомологии  $\{H_p(X; A; K; G)\}$  назовем группой гомологии Баладзе пары  $(X, A)$  над  $G$  относительно  $K$ . Если  $A = \emptyset$ , а  $X$  — компактное метрическое пространство, то  $H_p(X; K; G)$  изоморфна с  $K$ -группой гомологии из [3].

Если  $g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ ,  $g \in Q$ , и каждой цепи  $x_\tau$  виеторисиана  $V(X)$ , где  $x_\tau = \sum a_j t_j^{p+\dim \tau}$ , поставлена в соответствие цепь  $g(x_\tau) = \sum a_j g(t_j^{p+\dim \tau})$  виеторисиана  $V(Y)$ , то получим индуцированный гомоморфизм  $g_*: H_p(X, A; K; G) \rightarrow H_p(Y, B; K; G)$ . Граничный оператор  $\partial_*: H_p(X, A; K; G) \rightarrow H_{p-1}(A; K; G)$  является связывающим гомоморфизмом [4].

Если  $(R, A)$  — пара произвольных пространств, то группой гомологии Баладзе  $H_p(R, A; K; G)$  пары  $(R, A)$  над  $G$  и относительно  $K$  будет называться группа с компактными носителями, т. е. предельная группа прямого спектра  $\{H_p(R_\alpha, A_\alpha; K; G), \pi_{\alpha\beta}\}$ , где  $(R_\alpha, A_\alpha) \subset (R, A)$ ,  $(R_\alpha, A_\alpha) \in Q$ , а  $\pi_{\alpha\beta}$  — гомоморфизм, индуцированный включением  $\pi_{\alpha\beta}: (R_\alpha, A_\alpha) \subset (R_\beta, A_\beta)$ . Когда  $R$  — метрическое,  $A = \emptyset$  и  $K$  — луч, получаем группу Ситникова.

**Теорема 1.** Если  $K$  — счетный локально-конечный симплициальный комплекс, а  $g_0, g_1: (X, A) \rightarrow (X, A) \times I$ , где  $I = [0, 1]$ , определены формулами  $g_0(x) = (x, 0)$  и  $g_1(x) = (x, 1)$ , то  $g_{0*} = g_{1*}$ .





Доказательство. Пусть  $\{(O_\lambda, O_\lambda^A)\}_{\lambda \in M}$  — семейство всех конечных открытых покрытий  $(O_\lambda, O_\lambda^A)$  пары  $(X, A)$  (см. [5]), а  $B = \{B_i\}_{i \in N}$  — последовательность покрытий отрезка  $I$ , определенная в [6]. Тогда можно показать, что семейство  $T = \{(O_\lambda \times B_i, O_\lambda^A \times B_i)\}_{\lambda \in M, i \in N}$  является конфи-

нальной системой системы всех конечных открытых покрытий  $(O, O^A)$  пары  $(X, A) \times I$  (ср. [6]). Пусть  $A_p \in H_p(X, A; K; G)$ ,  $X^p \in C_p(X, A; K; G)$  есть представитель элемента  $A_p$ ,  $x^p \in C_p(X; K; G)$ ,  $x^p \in X^p$ , где  $x^p = \{x_i\}$ . Упорядочим как-либо множество симплексов комплекса  $K$  в последовательность  $\{\tau_n\}$ ,  $n = 1, 2, \dots$ . Возьмем любое покрытие  $(O_\lambda \times B_i, O_\lambda^A \times B_i)$  из семейства  $T$ . Занумеруем, в определенном порядке, в каждой вершине

$e_{0, n}, \dots, e_{r, n}$  комплекса  $K_n = [x_{\tau_n}]$ . Пусть  $x_{\tau_n} = \sum_j a_j t_{j, n}^{p + \dim \tau_n}$ , где  $t_{j, n}^{p + \dim \tau_n} = (e_{i_0, n}^j, \dots, e_{i_q, n}^j)$ . На каждом ребре  $e_{l, n} \times I$  призмы  $K_n \times I$

рассмотрим вершины  $b_{l, n}^s = (e_{l, n}, \frac{s}{2^n})$  виторисиана  $V(X \times I)$ , где  $s =$

$= 1, 2, \dots, 2^n - 1$ . Получим симплицальный комплекс  $\widehat{K}_n$ , соответствующий  $K_n$  и играющий здесь роль, аналогичную роли  $\widehat{K}$  в [6], стр. 535. Возьмем  $m$  настолько большим, чтобы выполнялись условия: 1) если  $t_n \in K_n$  и

$n \geq m$  то,  $t_n$  содержится в элементе покрытия  $O_\lambda$ ; 2)  $\frac{1}{2^m} < \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — число Лебега покрытия  $B_i$  пространства  $I$ .

Можно показать, что почти для всех  $\tau_n \in K$  комплексы  $\widehat{K}_n$  являются подкомплексами виторисиана покрытия  $O_\lambda \times B_i$  пространства  $X \times I$ . Для каждой цепи  $x_{\tau_n}$  определим  $(p + 1 + \dim \tau_n)$ -мерную цепь  $y_{\tau_n}$  виторисиана  $V(X \times I)$  следующим образом:

$$y_{\tau_n} = \sum_j a_j \sum_{k=0}^q (-1)^{i_k} \left[ V_{i_0, n}^{0, j} \dots V_{i_k, n}^{0, j} b_{i_k, n}^{1, j} \dots b_{i_q, n}^{1, j} + \sum_{s=1}^{2^n - 2} b_{i_0, n}^{s, j} \dots \dots b_{i_k, n}^{s, j} b_{i_k, n}^{s+1, j} \dots b_{i_q, n}^{s+1, j} + b_{i_0, n}^{2^n - 1, j} \dots b_{i_k, n}^{2^n - 1, j} V_{i_k, n}^{1, j} \dots V_{i_q, n}^{1, j} \right],$$

где  $V_{i_k, n}^{0, s} = (e_{i_k, n}^j, 0)$ , а  $V_{i_k, n}^{1, j} = (e_{i_k, n}^j, 1)$ . Можно показать, что совокупность  $y^{p+1} = \{y_{\tau_n}\}$  принадлежит  $C_{p+1}(X \times I; K; G)$  и определяет элемент группы  $C_{p+1}(X \times I, A \times I; K; G)$ , который осуществляет гомологию представителей элементов  $g_{0*}(A_p)$  и  $g_{1*}(A_p)$ , ч. т. д.

Определим теперь некоторую разновидность группы Баладзе. В совокупности  $\Lambda(X, A)$  троек  $\alpha = (L, M; f)$ , где  $(L, M)$  — пара симплицальных комплексов, а  $f: (L, M) \rightarrow (X, A)$  — любое регулярное отображение, введем порядок, полагая  $\alpha < \beta$ ,  $\beta = (L_1, M_1; f_1) \in \Lambda(X, A)$ , если  $(L, M)$  есть подпара пары  $(L_1, M_1)$  и  $f_1|_{\alpha\beta} = f$ , где  $\alpha\beta: (L, M) \subset (L_1, M_1)$  (см. [7]). Для каждой тройки  $\alpha = (L, M; f) \in \Lambda(X, A)$  через  $C_{p+r}^\alpha$  обозначим группу всех конечных  $(p+r)$ -мерных цепей пары  $(V(\alpha), W(\alpha))$  над  $G$ , где



$V(\alpha)$ —подкомплекс виекторисиана  $V(X)$ , состоящий из всех  $f$ -образов симплексов комплекса  $L$ , а  $W(\alpha)$ —подкомплекс комплекса  $V(\alpha)$ , состоящий из  $f$ -образов симплексов комплекса  $M$ . Граничный оператор  $\partial_{p+r}^{\alpha}: C_{p+r}^{\alpha} \rightarrow C_{p+r-1}^{\alpha}$  понимается в обычном смысле (см., например, [5]). Обозначим через  $C_r^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha})$  группу всех бесконечных  $r$ -мерных цепей комплекса  $K$  над  $C_{p+r}^{\alpha}$ . Отображение  $\partial_{p,r}^{\alpha}: C_r^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha}) \rightarrow C_r^{\alpha}(K; C_{p+r-1}^{\alpha})$  индуцируется отображением  $\partial_{p+r}^{\alpha}$ . Каждому  $\alpha = (L, M; f)$  из  $\Lambda(X, A)$  приведем в соответствие группу  $D_p^{\alpha} = \Pi C_r^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha})$ . Определяя граничный оператор  $\Delta_p^{\alpha}$ :

$: D_p^{\alpha} \rightarrow D_{p-1}^{\alpha}$  равенством  $\Delta_p^{\alpha}(d_p^{\alpha})_r = \partial_{p,r}^{\alpha}((d_p^{\alpha})_r) + (-1)^{p+r+1} \delta_{p,r}^{\alpha}((d_p^{\alpha})_r)$ , где  $d_p^{\alpha} \in D_p^{\alpha}$ , а  $\delta_{p,r}^{\alpha}: C_r^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha}) \rightarrow C_{r+1}^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha})$ —кограничный оператор [5], получаем цепной комплекс  $D^{\alpha} = \{D_p^{\alpha}; \Delta_p^{\alpha}\}$ . Если  $\alpha < \beta$ , то  $i_{\alpha\beta}: (L, M) \subset (L_1, M_1)$  индуцирует гомоморфизм  $\tilde{i}_{\alpha\beta}: C_{p+r}^{\alpha} \rightarrow C_{p+r}^{\beta}$ , который, в свою очередь, определяет гомоморфизм  $\rho_{\alpha\beta}: D_p^{\alpha} \rightarrow D_p^{\beta}$  равенством  $(\rho_{\alpha\beta} d_p^{\alpha})_r(\tau^r) = \tilde{i}_{\alpha\beta}((d_p^{\alpha})_r(\tau^r))$ , где  $\tau^r \in K$ . Получаем прямой спектр  $\{D_p^{\alpha}, \rho_{\alpha\beta}\}$ , предельную группу  $D_p(X, A; K; G)$  которого принимаем как группу цепей пары  $(X, A)$  над  $G$  и относительно  $K$ . Можно показать, что при  $\alpha < \beta$  имеем  $\rho_{\alpha\beta} \Delta_p^{\alpha} = \Delta_p^{\beta} \rho_{\alpha\beta}$ . Возьмем цепной комплекс  $D = \{D_p(X, A; K; G), \Delta_p\}$ , где  $\Delta_p$ —граничный оператор, определенный следующим образом: если  $A_p \in D_p(X, A; K; G)$ ,  $d_p^{\alpha} \in D_p^{\alpha}$ , а  $d_p^{\beta} \in A_p$ , то  $\Delta_p^{\alpha}(d_p^{\alpha})$  есть представитель элемента  $\Delta_p(A_p)$  группы  $D_{p-1}(X, A; K; G)$ . Гомологическую группу комплекса  $D$  обозначим через  $\{\tilde{H}_p(X, A; K; G)\}$ .

Так как в случае дискретных групп функторов гомологии перестановочен с функтором прямого предела [4], то группа  $\tilde{H}_p(X, A; K; G)$  является пределом прямого спектра  $\{H_p^{\alpha}, \rho_{\alpha\beta}\}$ , где  $\{H_p^{\alpha}\}$ —группа гомологии комплекса  $D^{\alpha}$ , а  $\rho_{\alpha\beta}: H_p^{\alpha} \rightarrow H_p^{\beta}$ —гомоморфизм, индуцированный отображением  $\rho_{\alpha\beta}$ .

Если  $g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ , то, ставя в соответствие каждому  $\alpha = (L, M; f)$  из  $\Lambda(X, A)$  тройку  $g(\alpha) = (L, M; gf)$  из  $\Lambda(Y, B)$ , определяем гомоморфизм  $\tilde{g}_*: \tilde{H}_p(X, A; K; G) \rightarrow \tilde{H}_p(Y, B; K; G)$  так: если  $A_p \in \tilde{H}_p(X, A; K; G)$ ,  $X^p \in D_p(X, A; K; G)$ ,  $X^p \in A_p$ , а  $d_p^{\alpha} \in D_p^{\alpha}$  есть представитель элемента  $X^p$ , то за  $\tilde{g}_*(A_p)$  мы берем элемент  $B_p$  группы  $\tilde{H}_p(Y, B; K; G)$ , содержащий тот элемент группы  $D_p(Y, B; K; G)$ , который содержит  $g_{\alpha}(d_p^{\alpha})$ , где  $g_{\alpha}: D_p^{\alpha} \rightarrow D_p^{g(\alpha)}$ —гомоморфизм, индуцированный отображением  $g: (V(\alpha), W(\alpha)) \rightarrow (V(g(\alpha)), W(g(\alpha)))$ .

Граничный оператор  $\tilde{\partial}_*: \tilde{H}_p(X, A; K; G) \rightarrow \tilde{H}_{p-1}(X, A; K; G)$  определяется следующим образом: если  $A_p \in \tilde{H}_p(X, A; K; G)$ , а  $h_{\alpha} \in H_p^{\alpha}$  есть представитель  $A_p$ , где  $\alpha = (L, M; f) \in \Lambda(X, A)$ , то  $\partial_{\alpha}(h_{\alpha}) \in H_{p-1}^{\alpha}$  есть представитель элемента  $\tilde{\partial}_*(A_p)$ , где  $\alpha' = (M, f|M) \in \Lambda(A)$ , а  $\partial_{\alpha}: H_p^{\alpha} \rightarrow H_{p-1}^{\alpha}$ —связывающий гомоморфизм [4].

**Теорема 2.** Системы  $H = \{H_p, g_*, \partial_*\}$  и  $\tilde{H} = \{\tilde{H}_p, \tilde{g}_*, \tilde{\partial}_*\}$  являются ковариантными  $\delta$ -функторами на  $Q$ . Существует естественное преобразование  $H$  в  $\tilde{H}$ .

Укажем только естественное преобразование  $\Pi_p: H_p(X, A; K; G) \rightarrow \tilde{H}_p(X, A; K; G)$ . Пусть  $A_p \in H_p(X, A; K; G)$ ,  $X^p \in C_p(X, A; K; G)$ ,  $X^p \in A_p$ ,

$x^p \in C_p(X; K; G)$ ,  $x^p \in X^p$ , а  $x^p = \{x_\tau\}$ . Далее, пусть  $L = \bigcup_{\tau \in K} |x_\tau|$ , а  $M$  — под-  
 комплекс комплекса  $L$ , состоящий из всех симплексов комплекса  $L$ , при-  
 надлежащих  $V(A)$ . Определяя отображение  $f: L \rightarrow X$  равенством  $f(e) = e$ ,  
 $e \in L$ , получаем, что тройка  $\alpha = (L, M; f)$  принадлежит  $\Lambda(X, A)$ . Каждая  
 $x_\tau$ , принадлежащая  $C_{p+r}^{\alpha'}$ , где  $\alpha' = (L, f) \in \Lambda(X)$ ,  $\dim \tau = r$ , определяет эле-  
 мент  $X_\tau$  группы  $C_{p+r}^{\alpha}$ . Рассматривая, для каждого  $r$ , такой элемент  $C_r^{\alpha}$   
 группы  $C_r^{\alpha}(K; C_{p+r}^{\alpha})$ , что  $C_r^{\alpha}(\tau^r) = X_{\tau^r}$ , где  $\tau^r \in K$ , получим элемент  $d_r^{\alpha} =$   
 $\{C_r^{\alpha}\}$  группы  $D_p^{\alpha}$ , который определяет элемент  $Y^p$  группы  $D_p(X, A; K; G)$ .  
 Элемент  $Y^p$  определяет класс гомологии  $B_p$  группы  $H_p(X, A; K; G)$  и  
 мы полагаем, что  $\Pi_p(A_p) = B_p$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.12.1974)

მათემატიკა

აბდელ-სატარ ა. დაბური

კომპაქტურ სივრცეებზე ჰომოლოგიის ბალადის  
 ჯგუფის შესახებ

რეზიუმე

ნებისმიერ კომპაქტურ (საზოგადოდ არა მეტრიკულ) სივრცეებისათვის  
 აგებულია ჰომოლოგიის ბალადის ჯგუფთა [3] ორი სახესხვაობა და ნაჩვენებია  
 მათი ზოგი ძირითადი თვისება.

MATHEMATICS

ABDEL-SATTAR. A. DABOUR

## ON THE BALADZE HOMOLOGY GROUPS OF COMPACT SPACES

### Summary

For arbitrary compact (generally nonmetric) spaces two kinds of the  
 Baladze homology groups [3] are constructed and some of their fundamental  
 properties are established.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. О. Баладзе. ДАН СССР, т. 131, № 6, 1960.
2. P. J. Hilton, S. Wylie. Homology Theory. Cambridge, 1960.
3. Д. О. Баладзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 2, 1968.
4. E. Spanier. Algebraic Topology. New York, 1966.
5. S. Eilenberg, N. Steenrod. Foundation of Algebraic Topology. Princeton, 1952.
6. Абдель-Саттар А. Дабур. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974.
7. Абдель-Саттар А. Дабур. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.



А. М. НАХУШЕВ

К ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ  
 ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 18.9.1974)

К краевым задачам для уравнения вида

$$Lu \equiv u_{yy} - k(y)u_{xx} + a(x, y)u_x + b(x, y)u_y + c(x, y)u = f(x, y), \quad (1)$$

где  $k(y) > 0$  при  $y \neq 0$  и может обращаться в нуль при  $y = 0$ , сводятся многие задачи трансзвуковой газовой динамики (см., например, [1, 2]) и динамики плазмы [3].

Здесь будут исследованы две краевые задачи для уравнения (1), в односвязной области  $\Omega$ , ограниченной характеристиками  $AB, BC, C_0 B_0$  и  $B_0 A_0$  уравнения (1), выходящими соответственно из точек  $B \in \{(x, y) : y < 0\}$  и  $B_0 \in \{(x, y) : y > 0\}$ , а также отрезками  $A_0 A : 0 \leq x \leq x_0$  и  $CC_0 : x_1 \leq x \leq 1$  прямой  $y = 0$ . Считается, что точки  $A, A_0, C_0$  и  $C$  имеют координаты  $(0, 0), (x_0, 0), (x_1, 0)$  и  $(1, 0)$  соответственно.

Относительно коэффициентов  $k$  и  $b$  уравнения (1) будем предполагать, что они непрерывны в  $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$ , а относительно  $a$  и  $c$  их непрерывность в  $\bar{\Omega}$  вместе с производной по  $x$ .

Задача 1. В области  $\Omega$  найти решение  $u(x, y)$  уравнения (1), удовлетворяющее краевым условиям

$$u|_{\sigma} = 0, \quad u|_{S_0} = 0 \quad (2)$$

или

$$u|_{\sigma} = 0, \quad u_y|_{S_0} = 0, \quad (3)$$

где

$$\sigma = BC \cup C_0 B_0, \quad S_0 = A_0 A \cup CC_0.$$

Задача 2. В области  $\Omega$  найти решение  $u$  уравнения (1), удовлетворяющее краевым условиям

$$u|_{BC \cup B_0 A_0} = \psi(x), \quad u|_{S_0} = \varphi(x).$$

Обозначим через  $W(B_j)$  множество функций  $u(x, y)$  из класса  $C(\bar{\Omega}) \cap C^2(\Omega) \cap W_2^1(\Omega)$ , где  $W_2^1(\Omega)$  — пространство Соболева, для которых  $Lu \in L_2(\Omega)$  и соблюдены краевые условия (j),  $j = 2, 3$ .

Теорема. Пусть коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют одному из следующих условий:

$$1) k(0) \neq 0 \text{ или } a(x, 0) > 0, \forall x \in \bar{J}, J = \{x : 0 < x < 1\};$$

$$2) a/k, b^2/k \in C(\bar{\Omega}), c(x, 0) < 0, \forall x \in \bar{J};$$

$$3) a/k, b^2/k, a_x/k, c/k, c_x/k \in C(\bar{\Omega});$$

$$4) k/a, b^2/k, \in C(\bar{\Omega}), a > 0 \text{ при } y \neq 0, c(x, 0) < 0, \forall x \in \bar{J};$$

$$5) k/a, b^2/a, c/k, c_x/k \in C(\bar{\Omega}), a > 0 \text{ при } y \neq 0, a_x \geq 0.$$

Тогда для всех  $u \in W(b_j)$  имеет место оценка  $\|u\|_{++} \leq C \|Lu\|_+$ , где  $\|\cdot\|_{++}$ ,  $\|\cdot\|_+$  — некоторые позитивные нормы, а  $C$  — не зависящая от  $u$  положительная постоянная.

Справедливость этой теоремы доказывается по схеме, предложенной в [4].

Из доказанной теоремы, в частности, следуют единственность сильного решения задачи 1 и существование слабого решения сопряженной задачи.

Следует отметить, что некоторые из условий теоремы являются существенными, и их нарушения могут привести даже к неединственности решения задачи 1. Например, функция  $u(x, y) = \tau\left(x + \frac{1}{2}y^2\right)$ , где  $\tau(t)$  — любая достаточно гладкая функция, обращающаяся в нуль при  $t = x_1$  и  $t = 1$ , является решением задачи (3) для уравнения

$$u_{yy} - y^2 u_{xx} - u_x = 0. \quad (4)$$

Этот факт в случае, когда  $x_0 = 0$ ,  $x_1 \approx 1$ , по существу, был замечен в работах [4, 5].

Условие непрерывности функции  $k$ , безусловно, можно ослабить не нарушив однозначную разрешимость задачи 1. Рассмотрим, например, случай, когда  $x_0 = 0$ ,  $k(y)$  равна  $y^m$ ,  $0 < m = \text{const}$  при  $y > 0$  и равна 1 при  $y < 0$ , а  $a = b = c \equiv 0$  и предполагается, что  $f \in C^3(\bar{\Omega})$ .

Обозначив через  $v(x)$  значение производной  $u_y$  на  $A_0 C_0$  и опираясь на общее представление решения исследуемого уравнения, нетрудно убедиться, что задача 1 эквивалентна (в смысле однозначной разрешимости) уравнению

$$D_{0x}^\alpha v + \gamma v = \psi(x), \quad 0 < x < 1, \quad (5)$$

где  $D_{0x}^\alpha$  — оператор дробного (в смысле Римана—Лиувилля) дифференцирования порядка  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ ,  $\gamma$  — постоянная, зависящая, как и  $\alpha$ , только от  $m$ ,  $\psi$  — известная функция из класса  $C(\bar{J}) \cap C^2(J)$ .

Уравнение (5), очевидно, однозначно разрешимо в пространстве  $C(\bar{J})$ . Оно является частным случаем интегро-дифференциального уравнения с дробными производными порядка  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ :

$$D_{0x}^\alpha x^\beta \phi + a_j(x) D_{0x}^\alpha \phi + b(x)\phi = c(x), \quad 0 < x < 1, \quad (6)$$



где  $\beta = \text{const} > 0$ ,  $\alpha > \alpha_1 \dots > \alpha_n$  и по повторяющемуся индексу  $j$  подразумевается суммирование от 1 до  $n$ , которое было объектом исследования автора [8].

К уравнению (6) редуцируются многие краевые задачи для вырождающихся гиперболических уравнений.

Единственность решения задачи 2 доказывается по стандартной схеме в случае, когда коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют известному условию работы [9].

При наличии теоремы единственности вопрос существования решения можно исследовать методом интегральных уравнений (для  $v(x) = u_y(x, 0)$ ), если  $k = |y|^m$ ,  $m > 0$ , функция  $a, b, c, f \in C^1(\bar{\Omega})$  и выполнено условие Геллерстедта [7] на коэффициент  $a$ .

Рассмотрим один исключительный случай задачи 2. Пусть  $x_0 = 0$ ,  $x_1 = 1$  и уравнение (1) совпадает с уравнением (4). В области  $\Omega$ , которая на этот раз ограничена лишь двумя характеристиками  $B_0 AB: x - \frac{1}{2}y^2 = 0$ ,  $BCB_0: x + \frac{1}{2}y^2 = 1$  ( $A_0 \equiv A, C_0 \equiv C$ ), требуется найти решение  $u(x, y)$  уравнения (4), удовлетворяющее крайевым условиям

$$u|_{B_0 B} = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq 1/2, \quad u|_{BC} = \psi(x), \quad 1/2 \leq x \leq 1, \quad (7)$$

где  $\varphi(x)$  и  $\psi(x)$  — заданные достаточно гладкие функции.

Любое регулярное в области  $\Omega$  решение уравнения (4) представимо в виде [6]

$$u(x, y) = \tau\left(x + \frac{1}{2}y^2\right) + \frac{y}{2} \int_0^1 t^{-1/2} v\left(x + \frac{1}{2}y^2 - y^2 t\right) dt, \quad (8)$$

где  $\tau(x) = u(x, 0)$ ,  $v(x) = u_y(x, 0)$ . Из (8) с учетом (7) после простых вычислений находим  $v(x) = \sqrt{1-x} \psi'\left(\frac{1+x}{2}\right)$ . Далее, так как первое условие из (7) позволяет однозначно определить функцию  $\tau(x)$ , то задача (4), (7) имеет и притом единственное решение.

Следует отметить, что задача 2 для уравнения  $u_{xx} - u_{yy} = 0$ , очевидно, не является правильно поставленной.

Кабардино-Балкарский  
государственный университет

(Поступило 27.9.1974)

მათემატიკა

ა. ნახუშვი

ბადაგვარეზული ჰიპერბოლური განტოლებების სასაზღვრო  
ამოცანების თეორიისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ორი სასაზღვრო ამოცანა ჰიპერბოლური ტიპის განტოლებებისათვის.



$$Lu \equiv U_{yy} - k(y)U_{xx} + a(x, y)U_x + b(x, y)U_y + c(x, y)u = f(x, y),$$

$$k(y) > 0, y \neq 0, k(0) = 0$$

არეებში, რომლებიც შეიცავენ წრფის  $y=0$  მონაკვეთს. კერძოდ, გამოყვანილია აპრიორული შეფასება ერთგვაროვანი სისაზღვრო ამოცანების ამოხსნათათვის.

MATHEMATICS

A. M. NAKHUSHEV

ON THE THEORY OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR  
DEGENERATE HYPERBOLIC EQUATIONS

Summary

Two boundary value problems for the equation

$$Lu \equiv U_{yy} - k(y)U_{xx} + a(x, y)U_x + b(x, y)U_y + c(x, y)u = f(x, y),$$

$$k(y) > 0, y \neq 0, k(0) = 0.$$

in the domains containing the segment of line  $y = 0$  are studied. Apriori estimates for solutions of homogeneous problems are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. И. Франкль. Избранные труды по газовой динамике. М., 1973.
2. Л. Берс. Математические вопросы дозвуковой и околозвуковой газовой динамики. М., 1965.
3. Бай-Ши-и. Магнитная газодинамика и динамика плазмы. М., 1964.
4. А. М. Нахушев. ДУ, 7, 1, 1971.
5. Т. Ш. Кальменов. ДУ, 9, 1, 1973.
6. А. В. Бицадзе. Уравнение смешанного типа. М., 1959.
7. S. Gellerstedt. Arkiv Mat., Astr. och. Fysik, 25 A, 29, 1937.
8. А. М. Нахушев. ДУ, 1, 1974.
9. S. Agmon, L. Nirenberg, M. Protter. Comm. Pure and Appl. Math., 6, 4, 1953.





Б. И. ГОЛУБОВ

О СУММИРУЕМОСТИ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ФУРЬЕ  
 СРЕДНИМИ РИССА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиншвили 7.10.1974)

1. Пусть  $E_N (N=1, 2, \dots)$  — вещественное евклидово пространство размерности  $N$ ,  $x=(x_1, \dots, x_N)$ ,  $y=(y_1, \dots, y_N)$  — точки (элементы)  $E_N$ ,  $xy =$

$$= \sum_{k=1}^N x_k y_k, |x| = \sqrt{(xx)}. \text{ Если } f(x) \in L(E_N), \text{ то положим}$$

$$\sigma_R^\delta(x, f) = \int_{|y| < R} \left(1 - \frac{|y|^2}{R^2}\right)^\delta \widehat{f}(y) e^{ixy} dy \quad (\delta > -1), \quad (1)$$

где

$$\widehat{f}(y) = (2\pi)^{-N} \int_{E_N} f(x) e^{-ixy} dx$$

преобразование Фурье функции  $f(x)$ . Величины (1) называются интегральными сферическими средними Рисса порядка  $\delta$ . При  $N \geq 2$  их сходимость впервые начал изучать Бохнер [1]. Он установил важную роль индекса

$$\delta = \frac{N-1}{2} \text{ в вопросах сходимости средних (1). Например, при } \delta \geq \frac{N-1}{2}$$

для этих средних справедлив принцип локализации, а при  $\delta < \frac{N-1}{2}$  он теряет силу. В работе Бохнера получено одно достаточно общее условие

$$\text{точечной сходимости средних (1) порядка } \delta = \frac{N-1}{2} - \beta, \text{ где } 0 \leq \beta < 1 -$$

некоторое фиксированное число (см. [1], теорема II).

В этой заметке мы сформулируем одно следствие из результата Бохнера, которое имеет окончательный характер. Аналогичное утверждение будет сформулировано и для сопряженных интегральных сферических средних Рисса.

2. Введем некоторый класс функций обобщенной ограниченной вариации в пространстве  $E_N$ . Пусть  $\omega_N = \{x : x \in E_N, |x| = 1\}$  — единичная сфера в  $E_N$ ,  $B_N(x_0, r)$  — замкнутый шар в  $E_N$  радиуса  $r$  с центром в точке  $x_0$ . Через  $\Phi(u) (u \geq 0, \Phi(0) = 0)$  будем обозначать неубывающую непрерывную функцию, такую, что  $\Phi(u) > 0$  при  $u > 0$ . Если функция  $f(x)$  определена в шаре  $B_N(x_0, r)$ , то положим

$$W_{\Phi}^N(x_0, r, f) = \sup_{x \in \omega_N} \sup_{\Pi_r} \sum_{k=1}^m \Phi(|f(x_0 + t_k x) - f(x_0 + t_{k-1} x)|),$$

где  $\Pi_r = \{0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = r\}$  — произвольное разбиение отрезка  $[0, r]$ . Класс всех функций  $f(x)$ , для которых  $W_{\Phi}^N(x_0, r, f) < \infty$ , обозначим через  $W_{\Phi}^N(x_0, r)$ . Если функция  $f(x)$  задана в  $E_N$  и  $\lim_{r \rightarrow +\infty} W_{\Phi}^N(x_0, r, f) < \infty$ , то

будем писать  $f(x) \in W_{\Phi}^N(x_0)$ . Наконец, положим  $L(E_N) \cap W_{\Phi}^N(x_0) \equiv LW_{\Phi}^N(x_0)$ .

Определим сферические средние функции  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$  равенством

$$f_{x_0}(t) = \frac{1}{|\omega_N|} \int_{\omega_N} f(x_0 + tx) d\omega_N(x) \quad (N=2, 3, \dots), \quad (2)$$

где интегрирование в правой части (2) производится по поверхности единичной сферы  $\omega_N$ , а  $|\omega_N| = 2\pi^{N/2} / \Gamma\left(\frac{N}{2}\right)$  площадь ее поверхности. При  $N=1$  мы считаем, что  $f_{x_0}(t) = \frac{1}{2} [f(x_0 - t) + f(x_0 + t)]$ .

Ниже будем считать, что  $\Phi(u)$  и  $\Psi(u)$  — пара дополнительных в смысле Юнга функций (см. [6], стр. 32). Следующая теорема по характеру близка к результату Р. Салема (см. [2], стр. 46).

Теорема 1. а) Если при некотором  $0 \leq \beta < 1$  выполнено условие

$$\sum_{k=1}^{\infty} \Psi(k^{\beta-1}) < \infty, \quad (3)$$

то для любой финитной в  $E_N$  ( $N=1, 2, \dots$ ) функции  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$  имеет

$$\lim_{R \rightarrow +\infty} \sigma_R^{\delta}(x_0, f) = \lim_{t \rightarrow +0} f_{x_0}(t) \left( \delta = \frac{N-1}{2} - \beta \right). \quad (4)$$

б) Обратно, если средние  $\sigma_R^{\delta}(x_0, f)$  порядка  $\delta = \frac{N-1}{2} - \beta$  ( $0 \leq \beta < 1$ ,  $N=1, 2, \dots$ ) сходятся для всякой финитной в  $E_N$  функции  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$ , то справедливо (3).

При  $\beta=0$ ,  $N \geq 1$  теорема 1 доказана в нашей работе [3]. Утверждение, подобное п. а), но для  $(C, -\beta, \dots, -\beta)$ -средних чезаро кратного ряда Фурье, доказано в работе [4].

Следствие 1. Если  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$  ( $1 < p < \infty$ ,  $N=1, 2, \dots$ ) — финитная в  $E_N$  функция, то (4) выполняется при  $0 \leq \beta < \frac{1}{p}$  и, вообще говоря, не выполняется при  $\beta = 1/p$ .

Обозначим через  $H_N^{\alpha}$  класс Гельдера в  $E_N$ , т. е.  $f(x) \in H_N^{\alpha}$ , если  $\omega(\delta, f) = O(\delta^{\alpha})$  ( $\delta \rightarrow +0$ ), где  $\omega(\delta, f) = \sup_{|y| < \delta} \|f(x+y) - f(x)\|_{C(E_N)}$  — модуль непрерывности функции  $f(x)$ .



Следствие 2. Если функция  $f(x) \in H_N^\alpha$  ( $0 < \alpha \leq 1$ ,  $N=1, 2, \dots$ ) финитна в  $E_N$ , то при  $0 \leq \beta < \alpha$  в любой точке  $x_0 \in E_N$  имеет место (4).

Отметим, что в теореме 1 порядок средних Рисса  $\delta$  всегда больше  $\frac{N-3}{2}$  и это не случайно. Рассмотрим характеристическую функцию  $\chi_N(x)$  шара  $B_N(0, 1)$ . Можно доказать, что при  $N \geq 2$  средние  $\sigma_R^\delta(x, \chi_N)$  порядка  $\delta = \frac{N-3}{2}$  расходятся в точке  $x=0$  и сходятся в точках  $x \neq 0$ . (Более того, при  $x \neq 0$  средние  $\sigma_R^\delta(x, \chi_N)$  сходятся для любого  $\delta \geq 0$ , если  $N \geq 3$  нечетно, и сходятся для любого  $\delta \geq -\frac{1}{2}$ , если  $N \geq 2$  четно). Так как  $\chi_N(x)$  входит в любой класс  $LW_\Phi^N(x_0)$ , то, следовательно, никакие условия на функцию  $\Phi(u)$  не могут гарантировать сходимость средних (1) порядка  $\delta = \frac{N-3}{2}$  в каждой точке  $x \in E_N$  для любой функции  $f(x)$  класса  $LW_\Phi^N(x_0)$  ( $N=2, 3, \dots$ ).

3. Пусть  $P(x)$  ( $x \in E_N$ ,  $N \geq 2$ ) — однородный гармонический полином степени  $k \geq 1$ . Положим  $K(x) = P(x')/|x|^N$  ( $x \neq 0$ ), где  $x' = x/|x|$ . Как доказано Кальдероном и Зигмундом [5], в каждой точке  $y \in E_N$  существует конечный предел

$$\widehat{K}(y) = \lim_{\varepsilon \rightarrow +0} \lim_{\lambda \rightarrow +0} (2\pi)^{-N} \int_{B_N(0, \lambda) - B_N(0, \varepsilon)} K(x) e^{-ixy} dx,$$

т. е. преобразование Фурье в смысле главного значения. Если  $f(x) \in L(E_N)$  ( $N \geq 2$ ), то почти всюду существует конечный предел [5]:

$$\widetilde{f}(x) \equiv \lim_{\varepsilon \rightarrow +0} (2\pi)^{-N} \int_{E_N - B_N(0, \varepsilon)} f(x-y) K(y) dy \equiv \lim_{\varepsilon \rightarrow +0} \widetilde{f}_\varepsilon(x). \quad (5)$$

Функция  $\widetilde{f}(x)$  называется преобразованием Кальдерона—Зигмунда функции  $f(x)$  относительно ядра  $K(y)$ . При  $N=1$  будем считать  $K(y) = 2/y$ . Тогда  $\widetilde{f}(x)$  — преобразование Гильберта функции  $f(x)$ . Для  $f(x) \in L(E_N)$  положим

$$\widetilde{\sigma}_R^\delta(x, f) = \int_{|y| < R} \left(1 - \frac{|y|^2}{R^2}\right)^\delta \widetilde{f}(y) \widehat{K}(y) e^{ixy} dy \quad (\delta > -1) \quad (6)$$

Величины (6) называются сопряженными относительно ядра  $K(y)$  интегральными сферическими средними Рисса функции  $f(x)$ .

Теорема 2. а) Если при некотором  $0 \leq \beta < 1$  выполнено условие (3), то для любой финитной в  $E_N$  ( $N=1, 2, \dots$ ) функции  $f(x) \in LW_\Phi^N(x_0)$ , непрерывной в точке  $x_0$ , имеем

$$\lim_{R \rightarrow +\infty} \{ \widetilde{\sigma}_R^\delta(x_0, f) - \widetilde{f}_{1/R}(x_0) \} = 0 \quad \left( \delta = \frac{N-1}{2} - \beta \right). \quad (7)$$



ბ) Обратное, если для любой финитной в  $E_N (N=1, 2, \dots)$  непрерывной в точке  $x_0 \in E_N$  функции  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$  имеет место (7), где  $0 \leq \beta < 1$ , то выполняется условие (3).

Следствие 3. Если выполнено условие (3), при  $0 \leq \beta < 1$ , а функция  $f(x) \in LW_{\Phi}^N(x_0)$  ( $N=1, 2, \dots$ ) непрерывна в точке  $x_0$  и финитна в  $E_N$ , то для сходимости средних (6) порядка  $\delta = \frac{N-1}{2} - \beta$  в точке  $x_0$  необходимо и достаточно существование в этой точке функции  $\tilde{f}(x)$ , определяемой равенством (5).

Отметим, что для  $0 < \beta < 1$  и  $\Phi(u) = u^p (0 \leq u < \infty)$  условие (3) выполняется при  $p\beta < 1$  и не выполняется при  $p\beta = 1$ . Если же  $\beta = 0$  и  $\Phi(u) = \exp(-u^\alpha)$ , то условие (3) выполняется при  $0 < \alpha < 1$  и не выполняется при  $\alpha = 1$ .

Замечание. В случае  $\beta = 0$  в теоремах 1 и 2 предположение о финитности функции  $f(x)$  излишне. Можно предполагать, что функция  $f(x) \in L(E_N)$  входит в класс  $W_{\Phi}^N(x_0, r)$  при некотором  $r > 0$ , поскольку для средних (1) и (6) критического порядка  $\delta = \frac{N-1}{2}$  справедлив принцип локализации.

Московский физико-технический институт

(Поступило 11.10.1974)

ამთხმობა

ბ. გოლუბოვი

ფუნქციის ჯერადი ინტეგრირების შეზღვევებულობის შესახებ რისის საშუალოებით

რეზიუმე

ნაშრომში განსაზღვრულია ევკლიდეს  $E_N$ ,  $N$ -განზომილებიან ( $N=1, 2, \dots$ ) სივრცეზე სასრული  $\Phi$ -ვარიაციის ფუნქციათა  $W_{\Phi}^N(x_0)$  კლასები.

MATHEMATICS

B. I. GOLUBOV

ON THE SUMMATION OF MULTIPLE FOURIER INTEGRALS  
BY RIESZ MEANS

Summary

The classes  $W_{\Phi}^N(x_0)$  of functions of bounded  $\Phi$ -variation in euclidean space  $E_N$  of dimension  $N = 1, 2, \dots$  are defined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Bochner. Trans. Am. Math. Soc., 40, № 2, 1936, 175—207.
2. R. Salem. Essais sur les séries trigonométriques. Paris, 1940.
3. Б. И. Голубов. Матем. сб., 89, № 4, 1972, 630—653.
4. Т. И. Ахобадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973, 273—276.
5. A. P. Calderón. A. Zygmund. Acta Math., 88, № 1—2, 1952, 85—139.
6. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды, М., 1961.



А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), С. В. ИАСАШВИЛИ,  
Н. Г. ШУМОВ, К. З. ШУБИТИДЗЕ

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВИБРАЦИЙ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Работа любой турбомашинны сопровождается вибрациями. Вибрации порождаются механическими свойствами машинны и особенностями ее рабочего процесса, т. е. являются формой выражения определенных свойств машинны и ее рабочего процесса. При этом рабочий процесс машинны и ее вибрации не только взаимно связаны, но и часто взаимно обуславливают друг друга.

Чрезмерная вибрация в большинстве случаев является свидетельством несовершенства конструкции из-за недостаточной сбалансированности вращающихся масс.

В ряде случаев вибрационные перегрузки, действующие на узлах насосных установок, нежелательны и знание их статистических характеристик является важным, поскольку вибрация в насосах и углесосах сокращает срок нормальной эксплуатации, а на поддержание вибрационного состояния расходуется значительная часть энергии.

Природа вибрационных колебаний насоса связана с появлением центробежной силы, действие которой на опорные подшипники и через них на корпус насоса вызывает его колебания в виде синусоидальной или полигармонической функции.

На гидродинамические параметры ядра потока жидкости вибрационные колебания оказывают существенное влияние, в особенности на резонансных и кратных им частотах, соответствующих числу оборотов вала насоса.

В работе [1] было установлено, что для насосов с малыми расходами важным фактором, определяющим изменение гидродинамических параметров ядра потока и, в частности, давления на его выходе, является лопаточная частота. Первая резонансная частота колебания

давления на выходе в  $\frac{1}{2Z}$  раз ( $Z$  — число лопаты рабочего колеса) меньше лопаточной частоты, а последующие частоты укладываются в ряд арифметической прогрессии с разностью  $\alpha$ , равной первой резонансной частоте

$$f_{pk} \approx \omega_{p1} + (K - 1)\alpha.$$

Легко найти, например, что для насоса  $8K=18$  (при  $Z=3$ ) лопаточная частота  $f_{лч}=75$  гц, первая резонансная частота  $f_p \approx 12,5$  гц и, следовательно,  $\alpha = 12,5$  гц.

Колебания давления на выходе насоса, вибрации привода и противодействия на выходе насоса приводят к колебаниям величины кру-



тящего момента привода. При этом движение ротора насоса приобретает характер, присущий колебательному звену. Он может рассматриваться как система с массами, сосредоточенными в плоскости дисков. К диску ротора насоса приложен момент сопротивления, к диску привода — момент вынужденных сил.

Режим работы насоса				Обозначение параметров на графиках			Рабочая жидкость — вода, t°C
Обозначение режима	Обороты насоса, об/мин	Расход, м <sup>3</sup> /час	Давление, кг/см <sup>2</sup>	Давление на выходе	Вибрация корпуса		
I	1500	0	2,20	$S_{p_2}^I(f)$	$K_N^I(\tau)$	$S_N^I(f)$	20
II	1500	6	2,17	$S_{p_2}^{II}(f)$	$K_N^{II}(\tau)$	$S_N^{II}(f)$	20
III	1500	11	2,11	$S_{p_2}^{III}(f)$	$K_N^{III}(\tau)$	$S_N^{III}(f)$	20
IV	1500	21	2,05	$S_{p_2}^{IV}(f)$	$K_N^{IV}(\tau)$	$S_N^{IV}(f)$	20
V	1500	43	2,00	$S_{p_2}^V(f)$	$K_N^V(\tau)$	$S_N^V(f)$	20
VI	1500	108	1,60	$S_{p_2}^{VI}(f)$	$K_N^{VI}(\tau)$	$S_N^{VI}(f)$	20
VII	1500	160	1,30	$S_{p_2}^{VII}(f)$	$K_N^{VII}(\tau)$	$S_N^{VII}(f)$	20

Такая модель, хотя и распространенная, вызывает некоторые трудности при определении частотных характеристик вынужденных коле-

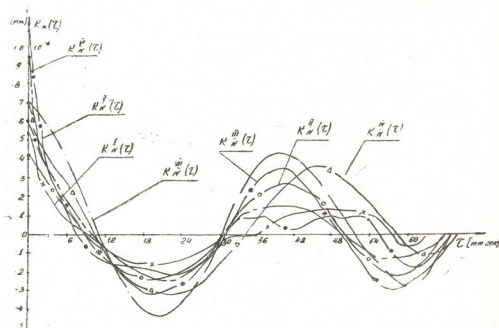


Рис. 1

баний насоса, ибо ведет к существенной линеаризации модели, приводящей ее к линейному колебательному звену второго порядка, в то





время как динамика процесса перекачивания жидкости описывается весьма сложными передаточными функциями.

Для анализа вибрации насоса удобно использовать корреляционно-спектральные методы. На рис. 1 приведены корреляционные функции, соответствующие вибрационным перегрузкам насоса, зафиксиро-

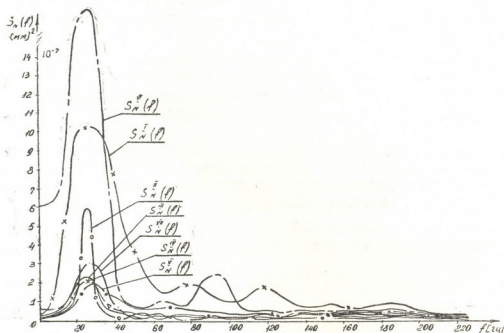


Рис. 2

ванными в режиме его функционирования (см. таблицу), на рис. 2 — соответствующие спектральные плотности (распределение квадрата амплитуд колебаний по частоте).

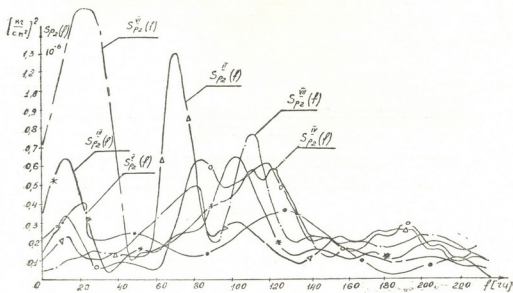


Рис. 3

На рис. 3 приведены спектры колебания давления на выходе насоса в соответствии с данными таблицы. В частности, видно, что коле-



бания давления имеют резонансные частоты соответственно первой резонансной частоте  $f_{p1} \sim 12,5$  гц и лопаточной частоте насоса  $f_{l,1} \sim 75$  гц в зависимости от номера реализации (режима функционирования).

Что касается спектра вибрационных перегрузок, то для них явно выраженные вибрационные перегрузки на частотах  $\sim 25$  и  $\sim 85-115$  гц в зависимости от режима работы.

Необходимо отметить, что появление вторых резонансных пиков с режимом работы насоса коррелируется очень слабо.

Мощность спектра вибрационных перегрузок сосредоточена в основном на низкой частоте — 25 гц (1 гармоника оборотной частоты ротора).

Появление вторых резонансных пиков вызвано влиянием на вибрации корпуса центробежного насоса нагнетательно трубопровода, а также собственной частоты ротора, но они проявляются слабо по сравнению с оборотной частотой ротора.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт горной механики

(Поступило 18.10.1974)

შეჯამება

ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ს. იასაშვილი, ნ. შუმოვი,  
 ძ. შუბითიძე

ცენტრიდანული ტუმბოს ვიბრაციის მდგენელების  
 სტატისტიკური მახასიათებლები

რეზიუმე

მოყვანილია ტუმბოს ვიბრაციული რხევისა და დაკორხვის მხარეს წნევის რხევის გაზომვის შედეგად მიღებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგები.

MECHANICS

A. A. DZIDIGURI, S. V. IASASHVILI, N. G. SHUMOV,  
 K. Z. SHUBITIDZE

## STATISTICAL CHARACTERISTICS OF SOME VIBRATION COMPONENTS OF A CENTRIFUGAL PUMP

Summary

The results of the statistical processing of measurements of vibrating oscillation and pressure oscillation at the forcing side of the pump are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. А. Гельфандбейн, Н. Г. Шумов. Изв. вузов, машиностроение, № 5, 1971.

Т. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ, Г. Ш. КИРТАДЗЕ

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРА ОБОБЩЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУКСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 27.12.1974)

При решении практических задач моделирования статистических структур, связанных с применением распределения Фукса [1], возникает сложная проблема выделения спектра распределения, заключающаяся в нахождении числа компонент спектра и определении численного значения каждой компоненты. Задача определения точного числа компонент спектра является особенно важной, поскольку этот параметр является важнейшей характеристикой вероятностной организации исследуемого процесса. Известные методы решения этой задачи (на основе экспериментальных моментов [1] и экспериментальных частот [2]) не всегда приводят к удовлетворительным результатам.

В настоящей статье предлагается алгоритм расчета спектра распределения Фукса, основанный на использовании принципа максимума информационной энтропии (м. и. э.), который позволяет точно определить достаточную статистику и, тем самым, число компонент спектра.

Пусть задано распределение Фукса

$$F(i) = e^{-x} \sum_{\nu=1}^{\infty} \rho_{\nu} \frac{x^{i-\nu}}{(i-\nu)!}, \quad (1)$$

где  $x = \bar{i} - \bar{\nu}$ ,  $\bar{\nu} = \sum_{\nu=1}^{\infty} \nu \rho_{\nu}$ , а  $\rho_{\nu}$  — спектр распределения (1).

Пусть, далее,  $F_{\text{экс}}(i)$  — распределение экспериментальных частот, а  $\bar{i}, \bar{i}^2, \dots$  — моменты этого распределения. Если через  $G_F(y)$  обозначить производящую функцию распределения (1), то можно написать

$$e^{-(y-1)x} G_F(y) = \sum_{\nu=1}^{\infty} y^{\nu} \rho_{\nu}. \quad (2)$$

Из (2) вытекает соотношение между моментами экспериментального распределения  $F_{\text{экс}}(i)$ , взятого в качестве  $F(i)$ , и спектральными моментами распределения  $\rho_{\nu}$ , которое можно представить в следующем виде:

$$\overline{v(v-1)\cdots(v-m+1)} = \sum_{k=0}^m (-1)^k \binom{m}{k} x^k \overline{i(i-1)\cdots(i-m+k+1)}. \quad (3)$$

Здесь считаем, что  $\overline{i(i+1)} = 1$ .

Уравнение (3) позволяет выразить спектральные моменты в виде функции от  $x$ , т. е.

$$\overline{v^k} = f_k(x) \quad (k = 1, 2, \dots), \quad (4)$$

где  $f_k(x)$  — полиномы от  $x$ .

Ввиду того что любое экспериментальное распределение содержит практически конечное число точек, естественно положить, что максимальное количество компонент спектра равно количеству экспериментальных точек. Пусть количество этих точек равно  $m$ , а  $\overline{v}$ ,  $\overline{v^2}$ , ...,  $\overline{v^m}$  составляют достаточную статистику. Тогда, согласно принципу м. н. э., спектральное распределение  $\rho_v$  можно представить в виде

$$\rho_v = \exp\{-\lambda_0 - \lambda_1 v - \lambda_2 v^2 - \dots - \lambda_m v^m\}, \quad (5)$$

где  $\lambda_i$  — неопределенные множители Лагранжа, — как известно, определяются из уравнений

$$\overline{v^k} = -\frac{\partial}{\partial \lambda_k} \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) \quad (k = 1, 2, \dots, m), \quad (6)$$

а статистическая сумма

$$Z(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = \sum_{v=1}^m \exp\{\lambda_1 v - \lambda_2 v^2 - \dots - \lambda_m v^m\}. \quad (7)$$

Из (6) и (7) следует, что

$$\overline{v^k} = \varphi_k(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) \quad (k = 1, 2, \dots, m). \quad (8)$$

Поскольку  $\overline{v^k}$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) составляет достаточную статистику, введение в оценку (5) дополнительного момента  $\overline{v^{m+1}}$  не вносит дополнительной информации, и, согласно основным свойствам системы (6), соответствующий множитель Лагранжа  $\lambda_{m+1} = 0$ . Это утверждение можно непосредственно доказать исходя из информационных соображений. С этой целью рассмотрим канал связи, где входные символы представляют собой количества заранее помещенных элементов в модели Фукса [1]. Следовательно, распределение вероятностей на входе такого канала задается спектральным распределением  $\rho_v$ . В качестве выходных символов будем рассматривать количество выходных элементов  $i$  в модели Фукса. Если мы располагаем достаточной статистикой, то на основе этой информации для множества выходных символов можно построить решающую статистическую схему  $\{A_i\}$  [4]. Для элементов такой схемы имеет место равенство

$$P(v|A_i) = P(v|i), \quad (9)$$

где  $A_i$  — подмножества множества выходных символов  $i$ . Это равенство означает, что для идентификации переданного символа достаточно установить, к какому из подмножеств принадлежит принятый символ, а дальнейшее уточнение (ввод дополнительной информации) представляет избыточную информацию. Выписав с учетом (1) в явном виде вероятности из (9), получим

$$P(v|A_i) = \frac{1}{F(i)} \rho_v e^{-x} \frac{x^{i-v}}{(i-v)!}, \quad (10)$$

$$P(v|i) = \frac{1}{F(i)} \rho'_v e^{-x'} \frac{x'^{i-v}}{(i-v)!}. \quad (11)$$

в (11)  $\rho'_v$  определяется формулой

$$\rho'_v = \exp\{-\lambda_0 - \lambda_1 v - \lambda_2 v^2 - \dots - \lambda_m v^m - \lambda_{m+1} v^{m+1}\}. \quad (12)$$

Однако, ввиду того что введенная дополнительная информация избыточна,  $x = x'$ . Следовательно,  $\rho_v = \rho'_v$ , а это возможно, если  $\lambda_{m+1} = 0$ .

Вернемся к нашим рассуждениям. Если в (5) ввести дополнительный момент  $\overline{v^{m+1}}$ , представляющий, согласно условию, избыточную информацию, система (8) примет вид

$$\overline{v^k} = \varphi_k(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m, \lambda_{m+1}) \quad (k=1, 2, \dots, m, m+1). \quad (13)$$

Приравняв левые части системы (13) и системы (4) для  $k=1, 2, \dots, m, m+1$ , можно написать

$$f_k(x) = \varphi_k(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m, \lambda_{m+1}) \quad (k=1, 2, m \dots m+1). \quad (14)$$

После проведения соответствующих преобразований систему (14) можно свести к уравнению

$$\psi_l(x) = \exp\{-n \lambda_{m+1}\} = 1. \quad (15)$$

поскольку  $\lambda_{m+1} = 0$ . В этой формуле  $\psi_l(x)$  — полином  $l$ -й степени от  $x$ . Определив корни уравнения (15) одним из приближенных методов и подставив  $x > 0$  в (14), можно определить все множители Лагранжа, а их подстановкой в (5) — искомое распределение  $\rho_v$ . Из всевозможных  $x > 0$  выбирается то, для которого распределение (1) дает наилучшее совпадение с экспериментальным распределением.

Если какой-либо из множителей Лагранжа дает мнимое значение или равен бесконечности, то это указывает на то, что используемая информация — «количество компонент спектра равно  $m$ » — противоречива.

В этом случае нужно уменьшить количество компонент спектра и провести расчеты для случая, когда оно равно  $m-1$  и т. д. Достаточную статистику будут составлять те моменты, для которых соответствующие  $\lambda$ , определенные подстановкой  $x$  в (14), отличны от нуля.

თ. ბაჩიჩილაძე, ბ. კირთაძე

ფუქსის განზოგადებული განაწილების სპექტრის განსაზღვრის  
 ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ფუქსის განზოგადებული განაწილების სპექტრის  
 განსაზღვრის ახალი მეთოდი, რომელიც გამომდინარეობს ინფორმაციულ  
 ცენტრობის მაქსიმუმის პრინციპისაგან.

CYBERNETICS

Th. G. GACHECHILADZE, G. Sh. KIRTADZE

ON ONE METHOD OF DETERMINATION OF FUCHS' GENERALIZED  
 DISTRIBUTION SPECTRUM

Summary

A new method of determination of Fuchs' generalized distribution  
 spectrum based on the principle of maximum entropy is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Фукс. Сб. «Теория передачи сообщений», М., 1957.
2. Т. Г. Гачечиладзе, Т. Г. Циლოსани. Сб. «Статистика речи и автоматический анализ текста». JL, 1971.
3. E. T. Jaynes. Phys. Rev., 106, 620., 1957. Phys. Rev., 108, 171., 1957.
4. А. Файнштейн. Основы теории информации. М., 1960.



В. Н. ДЫНЬКИН, В. А. ТОГОНИДЗЕ

О КОДАХ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ АСИММЕТРИЧЕСКИЕ ОШИБКИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.10.1974)

Исследованию асимметрического канала связи посвящен ряд работ, среди которых в первую очередь следует отметить статьи Р. Р. Варшамова. Так, в [1] рассматривалась совокупность  $G_{n,q}$  из  $q^n$  последовательностей вида  $x=(x_0, x_1, \dots, x_{n-1}), x_i \in GF(q)$ . Под искажением сигнала  $x$  понималось поразрядное сложение по модулю  $q$  с некоторым  $n$ -мерным вектором  $\epsilon_x \in G_{n,q}$ . Были изучены условия для исправления  $r$  так называемых  $\Omega(q)$ -асимметрических ошибок, где  $\Omega$ —совокупность тех и только тех элементов поля  $GF(q)$ , которые подвержены искажениям. Кроме того, в [2] исследованы двоичные линейные коды, корректирующие асимметрические ошибки, и построен класс кодов, устойчивых к одиночным малым искажениям типа  $+1$  или  $-1$ , когда предполагается, что искажению подвержены все символы, кроме одного. Наконец, следует отметить работу [3], где под  $r$ -кратным искажением сигнала  $x$  понималось поразрядное сложение его по модулю  $q$  с помехой  $\epsilon_x=(\epsilon_0, \epsilon_1, \dots, \epsilon_{n-1})$ , удовлетворяющей условиям  $|\epsilon_x|=r$ , где  $|\epsilon_x|=\sum_i \epsilon_i$  (действительная сум-

ма) и  $|x+\epsilon_x|=|x|+|\epsilon_x|$ . При этих предположениях было построено несколько классов кодов, исправляющих  $t$  и меньшее число ошибок.

В настоящей статье ради простоты изложения будем рассматривать двоичные коды.

Пусть  $\alpha$ —ненулевой элемент поля  $GF(q^m)$ ,  $\alpha^n=1$   $q$ —степень простого числа. Пусть  $G_{n,2}$ —совокупность из  $2^n$  последовательностей  $x=(x_0, x_1, \dots, x_{n-1}), x_i \in \{0, 1\}$ . Представляет интерес построить множество последовательностей  $K_{n,2}^t \subset G_{n,2}$ , устойчивое к многократным асимметрическим ошибкам, когда искажения могут подвергнуться, для определенности, лишь нулевые символы. Под  $t$ -кратным искажением сигнала  $x$  понимается поразрядное его сложение по модулю 2 с помехой  $\epsilon_x=(\epsilon_0, \epsilon_1, \dots, \epsilon_{n-1})$ ,  $\epsilon_i \in \{0, 1\}$ ,  $|\epsilon_x|=\sum_i \epsilon_i=t$ ,  $|x+\epsilon_x|=|x|+|\epsilon_x|$ .

Справедлива следующая теорема:

*Теорема. Множество  $K_{n,2}^t$ ,  $n|q^m-1$ , является кодом, исправляющим  $t$  асимметрических ошибок, если для любого вектора  $x \in K_{n,2}^t$  выполняются условия*





$$\sum_{i_j \neq i_k, \forall j \neq k} \alpha^{i_1} \alpha^{i_2} \dots \alpha^{i_l} x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_l} \equiv b_l \pmod{q}, \quad l = \overline{1, t}; \quad b_l \in GF(q^m) \quad (1)$$

$$i_j \in \{0, 1, \dots, n-1\}.$$

Доказательство. Пусть при асимметрическом искажении вектор переходит в вектор  $\bar{x} = (\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_{n-1})$  так, что  $|\bar{x}| - |x| \leq t$ . Предположим, что единицы вектора — помехи  $\epsilon_x$  стоят на позициях с номерами  $j_1, j_2, \dots, j_s, s \leq t$ . После подстановки координат вектора  $\bar{x}$  в левую часть равенства (1) получим систему сравнений

$$\sigma_s = \sum_{j_k \neq j_l, \forall k \neq l} \alpha^{j_1} \alpha^{j_2} \dots \alpha^{j_s} \equiv a_s \pmod{q}, \quad s = \overline{1, t}.$$

$$a_s \in GF(q^m)$$

Тогда места ошибок единственным образом определяются решениями уравнения

$$x^t - a_1 x^{t-1} + \dots + (-1)^t a_t \equiv 0 \pmod{q},$$

что и доказывает теорему.

Будем в дальнейшем рассматривать случай, когда  $q$  — простое число. Пусть столбцами  $(m \times q^m - 1)$ -матрицы  $H$  являются все ненулевые  $q$ -ичные последовательности длины  $m$ . Тогда код  $K_{q^m-1,2}^1$  образуют все двоичные векторы длины  $q^m - 1$ , ортогональные строкам этой матрицы, т. е.  $\sum_i x_i h_i \equiv 0 \pmod{q}$ , где  $h = (h_0, h_1, \dots, h_{q^m-2})$  — строка матрицы  $H$ ,

$x \in K_{q^m-1,2}^1$ . Обозначим число кодовых слов с весом Хэмминга, равным  $j$ , через  $W_j$ . Имеется соответствие между соотношениями линейной зависимости  $j$  столбцов матрицы  $H$  и кодовыми векторами веса  $j$ .

Аналогично тому, как это сделано в [4], можно показать, что

$$jW_j = \sum_{i=1}^{q-1} (-1)^{i+1} (C_h^{i-1} - W_{j-i}) + (-1)^{q-1} (n-j+q) W_{j-q}, \quad n = q^m - 1. \quad (2)$$

Поскольку  $W_0 = 1, W_{j-i} = 0$  при  $i > j$ , то разностное уравнение (2) позволяет вычислять значения  $W_j$  при  $j \geq 1$ .

Пусть, далее,  $f(x) = \sum_{j=0}^n W_j x^j$ . Умножим равенство (2) на  $x^{i-1}$  и просуммируем по  $j$  от  $j=0$  до  $j=n+q$ , принимая во внимание, что  $W_j = 0$  при  $j > n$  и  $j < 0$ . В результате получим дифференциальное уравнение

$$f'(x) = \frac{(-1)^{q-1} n x^{q-1} + \sum_{i=0}^{q-2} (-1)^{i+1} x^i}{1 + (-1)^q x^q} f(x) + \frac{(1+x)^n \sum_{i=0}^{q-2} (-1)^i x^i}{1 + x^q}.$$





Решением этого уравнения является функция

$$f(x) = \frac{1}{n+1} [(1+x)^n + n(1+x^q)^{(n+1)/q}(1+x)^{-1}]. \quad (3)$$

Количество кодовых слов веса  $j$  теперь определяется как коэффициент этого многочлена, стоящий при  $x^j$ . В случае  $q=2$  мы получаем вместо (3) известную функцию

$$f(x) = \frac{1}{n+1} [(1+x)^n + n(1+x)^{(n-1)/2}(1-x)^{(n+1)/2}],$$

указывающую на весовой спектр двоичного кода Хэмминга.

Таким образом, мощность кода  $K_{q^{m-1},2}^1$  при  $q > 2$  определяется формулой

$$M = f(1) = \frac{1}{n+1} (2^n + n2^{(n+1)/(q-1)}).$$

По сравнению с кодом работы [5], где мощность

$$M = \frac{1}{n+1} \sum_{\substack{u|n+1 \\ (u,2)=1}} 2^{(n+1)/u-1} \varphi(u),$$

$\varphi(u)$ —функция Эйлера, мощность кода  $K_{q^{m-1},2}^1$  больше.

Как и обобщенные коды Хэмминга, предлагаемые коды являются циклическими и их можно задавать с помощью образующих многочленов. Так, если  $p(x)$ —неприводимый многочлен степени  $m$  над полем  $GF(q)$ , то его можно выбрать в качестве образующего многочлена кода  $K_{n,2}^1$ . При этом вектор  $f = (f_0, f_1, \dots, f_{n-1})$ ,  $f_i \in \{0, 1\}$ , принадлежит коду

$K_{n,2}^1$  в том и только том случае, когда многочлен  $f(x) = \sum_{i=0}^{n-1} f_i X^i$  делит-

ся на  $p(x)$  в поле  $GF(q)$ .

Пример.  $q=3$ ,  $p(x) = x^2 + x + 2$ . Матрица  $H$  имеет вид

$$H = (1, \alpha, \dots, \alpha^7) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 2 & 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Код  $K_{8,2}^1$ , если положить в (1)  $b_1=0$ , состоит из следующих 32 векторов:

0000000	10001000	01000100	00100010	00010001
11010000	01101000	00110100	00011010	00001101
10000110	01000011	10100001	11001100	01100110
00110011	10011001	01010101	10101010	11111111
01110111	10111011	11011101	11101110	00101111
10010111	11001011	11100101	11110010	01111001
10111100	01011110			

В то же время код  $K_{8,2}^2$  состоит из векторов 11001011, 11010000, 00100010, 00001101, 01110111, 10111100, удовлетворяющих условию (1) при  $b_1=0$ ,  $b_2=1$ .

В заключение заметим, что предлагаемый здесь подход может быть применен и для синтеза кодов, исправляющих симметрические ошибки.

Тбилисский государственный  
 университет

Академия наук СССР  
 Институт проблем управления

(Поступило 4.10.1974)

კიბერნეტიკა

ზ. დინიკინი, ვ. ა. თოგონიძე

ასიმეტრიული შეცდომების გამასწორებელი  
 კოდების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია მრავალჯერადი ასიმეტრიული შეცდომების გამასწორებელი კოდების აგების ახალი მეთოდი.

ერთი შეცდომის გამასწორებელი ორობითი კოდებისათვის, რომელთა სიგრძეა  $n = q^m - 1$ ,  $q > 2$  — მარტივი რიცხვია,  $j$  ჰემინგის წონის მქონე კოდურის სიტყვების რაოდენობა განისაზღვრება

$$f(x) = \frac{1}{n+1} ((1+x)^n + n(1+x^q)^{(n+1)/q} (1+x)^{-1})$$

მრავალწევრში  $x^j$ -ის კოეფიციენტი.

კოდის სიმძლავრე:

$$M = \frac{1}{n+1} (2^n + n2^{(n+1)/q-1})$$

ყველა სხვა ცნობილი კოდების სიმძლავრეზე მეტია.

CYBERNETICS

V. N. DYN'KIN, V. A. TOGONIDZE  
 ON ASYMMETRIC ERROR CORRECTING CODES

Summary

A method for synthesizing asymmetric error correcting codes is described. The number of words with Hamming weight  $j$  for binary single asymmetric error correcting codes is equal to the coefficient for  $x^j$  in the polynomial

$$f(x) = \frac{1}{n+1} \left( (1+x)^n + n(1+x^q)^{(n+1)/q} (1+x)^{-1} \right) \quad n = q^m - 1, \quad q > 2 - a$$

prime number. The power of the code is  $M = \frac{1}{n+1} (2^n + n2^{(n+1)/q-1})$ , exceeding that of the other known codes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Р. Варшамов. ДАН СССР, 164, 4, 1965, 757—760.
2. Р. Р. Варшамов. Сб. «Абстрактная и структурная теория релейных устройств». М., 1966, 117—133.
3. Р. Р. Варшамов. ДАН СССР, 194, 2, 1970, 284—387.
4. У. Питерсон. Коды, исправляющие ошибки. М., 1964.
5. Р. Р. Варшамов, Г. М. Тененгольц. Автоматика и телемеханика, 26, 1965, 288—292.

Е. А. АЛЕКСАНДРОВ

## ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА ВСТРЕЧНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 28.6.1974)

1. Для выяснения механизмов интимной деятельности живых организмов, с помощью которых осуществляется их адаптивное поведение, нами были предприняты изучение накопленных фактов (в биологии, зоопсихологии, нейрофизиологии, психологии и пр.), их формально логическое обобщение и перепроверка методами и средствами кибернетики с целью использования найденных закономерностей для решения различных практических задач. В результате этих исследований была найдена существенная, ранее неизвестная, закономерность материального мира, определяющая адаптивное поведение живых организмов, которая названа нами законом встречных логических возможностей.

Эта закономерность может быть сформулирована следующим образом.

Исходные предпосылки. Известно, что любая ситуация окружающего мира  $\sigma_1$  кодируется живым организмом в виде некоторой структуры  $S_1(t_1, \tilde{\alpha}_1)$ , отображающей в тактовый момент  $t_1$  параметры (характеристики, их взаимосвязи)  $\tilde{\alpha}_1$  этой ситуации, и далее  $S_1(t_1, \tilde{\alpha}_1)$  перекодируется имеющимися кодирующими средствами (операциями) этого организма, образуя дерево логических возможностей  $\lambda_1$ . Известно также, что любые потребности живого организма  $\sigma_0$ , обеспечивающие жизнедеятельность его и его рода, кодируются в виде некоторой структуры  $S_0(t_0, \tilde{\alpha}_0)$ , отображающей в тактовый момент  $t_0$  параметры (характеристики, их взаимосвязи)  $\tilde{\alpha}_0$  этих потребностей, и далее  $S_0(t_0, \tilde{\alpha}_0)$  перекодируется имеющимися кодирующими средствами (операциями) этого организма, образуя дерево логических возможностей  $\lambda_0$ .

Закон встречных логических возможностей. Совпадение всех параметров (характеристик, их взаимосвязей) некоторой структуры, образованное на одном из этапов построения дерева  $\lambda^0$  с некоторыми или всеми параметрами структуры, образованной на некотором этапе построения дерева  $\lambda_1$ , связывает оба дерева и, тем самым, выделяет идущую от  $S_1(t_1, \tilde{\alpha}_1)$  к  $S_0(t_0, \tilde{\alpha}_0)$  последовательность структур, которая и является решением. Образованное на этой основе

решение конкретизируется далее исполнительными органами организ-  
 ма, образуя наблюдаемую его деятельность.

Справедливость этой закономерности достаточно легко доказы-  
 вается путем сопоставления результатов имитации жизнедеятельности  
 живых организмов, проведенной на этой основе, с наблюдаемыми фак-  
 тами их адаптивного поведения в тех же условиях и при тех же теку-  
 щих потребностях.

2. Покажем на одном конкретном примере возможности примене-  
 ния закона встречных логических возможностей для решения элемен-  
 тарных задач математической логики и сопоставим полученные при  
 этом результаты с известными результатами А. Ньюэлла, Г. Сай-  
 мона и Дж. Шоу [1, 2]. Пусть перед испытуемым стоит задача  
 преобразовать выражение  $R \cdot (\sim P \supset Q)$  в выражение  $(Q \vee P) \cdot R$ , пользуясь  
 известными [1, 2] правилами математической логики. Будем полагать, что  
 исходное выражение  $R \cdot (\sim P \supset Q)$  является структурой  $S_1(t, \tilde{\alpha}_1)$ , а заклю-  
 чительное выражение  $(Q \vee P) \cdot R$ , отражающее нашу потребность, — структу-  
 рой  $S_0(t, \tilde{\alpha}_0)$ , т. е.

$$S_1(t_1, \tilde{\alpha}_1) \underset{df}{\sim} R \cdot (\sim P \supset Q) \text{ и } S_0(t, \tilde{\alpha}_0) \underset{df}{\sim} (Q \vee P) \cdot R.$$

В соответствии с законом встречных логических возможностей будем  
 параллельно строить два дерева  $\lambda_1$  и  $\lambda_0$  и уже на втором этапе (рис.

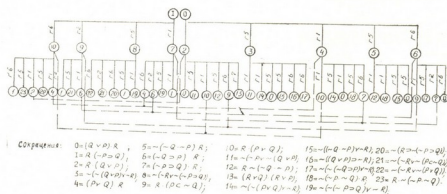


Рис. 1. Использование закона встречных логических возможностей при решении  
 задачи математической логики: преобразовать выражение  $R \cdot (\sim P \supset Q)$  в  
 выражение  $(Q \vee P) \cdot R$ .

Рис. 1

1) получим одинаковые выражения, вытекающие как из  $S_1$ , так и из  
 $S_0$ ; такими выражениями будут  $S_2, S_4, S_6, S_7, S_9$  и  $S_{10}$ . Связав далее  
 одинаковые выражения, получим ряд эквивалентных решений нашей  
 задачи:

$$R \cdot (\sim P \supset Q) r 6R \cdot (P \vee Q) r 1R \cdot (Q \vee P) r 1(Q \vee P) \cdot R,$$

$$R \cdot (\sim P \supset Q) r 2R \cdot (P \subset \sim Q) r 6R \cdot (Q \vee P) r 1(Q \vee P) \cdot R,$$

$$R \cdot (\sim P \supset Q) r 5R \cdot (P \vee Q) r 1(P \vee Q) \cdot R \cdot r 1(Q \vee P) \cdot R \quad \text{и т. д.,}$$



где  $r_1$ ,  $r_2$  и  $r_6$ —правила математической логики, приведенные в работах американских исследователей, например в [1].

Сравнение этих результатов с результатами решения той же задачи, полученными американскими исследователями на основе концепции проблемного лабиринта, показывает, что, благодаря применению закона встречных логических возможностей, во-первых образован ряд эквивалентных преобразований (что объясняет известные факты вариатности и помехозащищенности человеческих решений), каждое из которых является решением, во-вторых, не потребовалось никаких дополнительных ограничений на промежуточные выражения (что часто используют американские ученые для сокращения перебора), и, в-третьих, число возникших промежуточных выражений значительно меньше, чем в том же опыте у А. Ньюэлла, Г. Саймона и Дж. Шоу.

В заключение заметим, что использование закона встречных логических возможностей выходит далеко за пределы рассмотренной области и задач, которые выступают в данном случае как иллюстрации, рассказывающие особенности протекания исследуемой закономерности.

Научный Совет  
по кибернетике АН СССР

НИИ ЦСУ СССР

(Поступило 25.7.1974)

კიბერნეტიკა

ა. ალექსანდროვი

შემხვედრ ლოგიკურ შესაძლებლობათა კანონის გამოყენება  
მათემატიკური ლოგიკის ამოცანათა გადაწყვეტილების  
რეზიუმე

რეზიუმე

ნაშრომში ფორმულირებულია შემხვედრ ლოგიკურ შესაძლებლობათა კანონი, რომლის გამოყენება მათემატიკური ლოგიკის ამოცანათა გადაწყვეტის მაგალითზეა ილუსტრირებული. მიღებული შედეგები შედარებულია ა. ნიუელის, გ. საიმონისა და ჯ. შოუს ცნობილ რეზულტატებთან. ხაზგასმულია, რომ შემხვედრ ლოგიკურ შესაძლებლობათა კანონის გამოყენების სფერო გაცილებით ფართოა განხილული მაგალითების არეზე, რომლებიც, აღნიშნულ შემთხვევაში, მხოლოდ ნაპოვნი კანონზომიერების თავისებურებათა საილუსტრაციოდაა მოყვანილი.

CYBERNETICS

E. A. ALEXANDROV

THE APPLICATION OF THE LAW OF COUNTER LOGICAL  
POSSIBILITIES FOR THE SOLUTION OF MATHEMATICAL  
LOGIC PROBLEMS

Summary

The law of counter logical possibilities is formulated and its application illustrated by the solution of mathematical logic problems. The results

are compared with the well-known results of A. Newell, H. A. Simon and J. C. Shaw. It is stressed that the application of the counter logical possibilities law is far beyond the scope of both the field and the problem under consideration, which in this case should be treated as illustrations revealing the features of the regularity in question.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ньюэлл, Дж. Шоу, Г. Саймон. Сб. «Психология мышления». М., 1965.
2. А. Ньюэлл, Г. Саймон. Сб. «Вычислительные устройства в биологии и медицине». М., 1967.



Э. В. ГЕДАЛИН, Е. Г. ГУРВИЧ

ОДНОПЕТЛЕВЫЕ ПРИМИТИВНЫЕ ОПЕРАТОРЫ ДУАЛЬНОЙ РЕЗОНАНСНОЙ МОДЕЛИ

(Представлено академиком М. М. Мирианашвили 3.6.1974)

В настоящей заметке предлагается представление для однопетлевых примитивных операторов [1] (ОПО) — планарного  $T_P$  и неориентируемого непланарного  $T_N$  тадполей и дуального померона  $P$  (рис. 1), удобное для сшивания с древесными диаграммами. Структура выражений для ОПО аналогична структуре  $N$ -реджеонной вершины [2] ( $N$ -р. в.), и непосредственное применение процедуры сшивания древесных диаграмм к ОПО и  $N$ -р. в. позволяет получить выражения для многопетлевых амплитуд в удобных для анализа переменных.

Следуя [3], можно показать, что в представлении Олива [2—4] ОПО имеет вид

$$W = \int dk [P(k)]^{-L} [\ln k]^{-(M/2)} F(k, \xi_1, \xi_2, z_i, \beta_i) \times \quad (1)$$

$$\langle O_c | \exp \left[ \frac{1}{2} c \Phi c \right] \exp \left\{ \sum_i [c^+ \Xi V_i |\lambda_i] - (1/2) p_i \langle 0 | (1 + \Gamma) \Xi V_i |\lambda_i \rangle \right\} | O_c \rangle,$$

где  $P(k) = \prod_{n=1}^{\infty} (1 - k^n)$ ;  $L$  — число некомпенсированных компонент „обобщенного“ импульса размерности  $M$  [2, 5];  $c_{n,\nu}$  и  $c_{n,\nu}^+$  — операторы осцилляторных мод  $[c_{n,\nu}, c_{m,\mu}^+] = \delta_{nm} g_{\mu\nu}$ ;  $\Phi$  — матрица, определяемая  $2 \times 2$  матрицами:

$$R = \sum_{n=-\infty}^{\infty} K^n; \quad A = \Gamma R \cdot (K^{-1} - K) \Xi \Gamma; \quad (2)$$

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 0, & 1 \\ 1, & 0 \end{pmatrix}; \quad K = \begin{pmatrix} k, & 0 \\ 0, & 1 \end{pmatrix}; \quad \Xi = \begin{pmatrix} 1, & \xi_1 \\ 1, & \xi_2 \end{pmatrix};$$

$$\Phi = \Gamma R + \frac{1}{\ln k} A |0\rangle \langle 0| A; \quad (3)$$

$\xi_1$  и  $\xi_2$  — неподвижные точки проективного преобразования, соответствующего петле в ОПО. Как обычно, мы обозначили



$$cA|0\rangle = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \langle n|A|0\rangle; \quad cAc = \sum_{k, n=1}^{\infty} c_k \langle k|A|n\rangle c_n;$$

$$\langle n|A \cdot B|m\rangle = \sum_{k=1}^{\infty} \langle n|A|k\rangle \langle k|B|m\rangle; \quad (4)$$

$$\langle n|AB|m\rangle = \langle n|A \cdot B|m\rangle + \langle m|A|0\rangle \langle 0|m\rangle + \langle n|0\rangle \langle 0|B|m\rangle.$$

Матрицы  $V_l$  и функция  $F$  для различных операторов имеют вид

$$T_P: \Xi V_0 = \begin{bmatrix} \infty, & 0, & 1 \\ k\tau_0, & \omega_0, & k^{-1}\omega_0 \end{bmatrix}; \quad F_P = \frac{1}{1-k} \left( \frac{\omega_0 - k^2\tau_0}{\omega_0 - k\tau_0} \right)^b;$$

$$0 \leq k \leq 1$$

$$T_N: \Xi V_0 = \begin{bmatrix} \infty, & 0, & 1 \\ k^2\tau_0, & \omega_0, & k^{-2}\omega_0 \end{bmatrix};$$

$$F_N = \frac{1}{k} \frac{k-1}{k+1} \frac{k\tau_0 + \omega_0}{k\tau_0 - \omega_0} \frac{k^2\tau_0 + \omega_0}{\omega_0 - k^2\tau_0} \left( -\frac{k^4\tau_0 - \omega_0}{k(k^2\tau_0 - \omega_0)} \right)^b;$$

$$-1 \leq k \leq 0 \quad (5)$$

$$P: \Xi V_0 = \begin{bmatrix} \infty, & 0, & 1 \\ k\tau_0, & \omega_0, & k^{-1}\omega_0 \end{bmatrix}; \quad \Xi V_1 = \begin{bmatrix} \infty, & 0, & 1 \\ k^{-1}\tau_1, & \omega_1, & k\omega_1 \end{bmatrix};$$

$$F = \int \frac{d\omega_1}{k\omega_1} \left[ \frac{(\tau_1 - k^2\omega_1)(k^2\tau_0 - \omega_0)}{k(\tau_1 - k\omega_1)(k\tau_0 - \omega_0)} \right]^b$$

$$0 \leq k \leq 1$$

$$(\omega_i = (z_i - \xi_1)/(z_i - \xi_2)).$$

Заметим, что в качестве фиксированных точек в ОПО мы выбрали неподвижные точки  $\xi_1$  и  $\xi_2$  и переменную  $z_0$  (см. рис. 1). Тогда  $T_P$  и  $T_N$  содержат только интегрирование по  $k$ , тогда как в  $P$  имеем дополнительное интегрирование по  $\omega_1$  на интервале  $k \leq \omega_1 \leq 1$ .

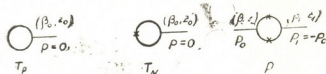


Рис. 1

Представление (1) для ОПО удобно для анализа диаграмм в «реджеонном» секторе [6]. Для построения перенормированной дуальной теории и анализа диаграмм в померонном секторе [6] необходимо перейти к переменной  $q = \exp(2\pi^2 / \ln |k|)$  ( $q$ -представление) и преобразовать соответствующие суммы по  $n$  в (1). Это нетрудно выполнить, если заметить, что матричные элементы вида  $\langle n|A|m\rangle$  для ненулевых мод могут быть получены из производящей функции



$$\Phi = \langle 0|YAX|0\rangle - \langle 0|AX|0\rangle - \langle 0|YA|0\rangle + \langle 0|A|0\rangle \quad (6)$$

с помощью соотношения

$$\langle m|A|n\rangle = \lim_{\substack{\eta \rightarrow 0 \\ \zeta \rightarrow 0}} \frac{(nm)^{1/2}}{n! m!} \frac{\partial^n}{\partial \eta^n} \frac{\partial^m}{\partial \zeta^m} \Phi, \quad (7)$$

где  $X$  и  $Y$  — матрицы, соответствующие двухрядным

$$X = \begin{pmatrix} 1, & \eta \\ 0, & 1 \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} 1, & 0 \\ -\zeta, & 1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Преобразуя соответствующие функции (что сводится к преобразованию  $\theta$ -функций Якоби) и переходя к матричным элементам, получаем, что в  $q$ -представлении ОПО также имеют вид, подобный (1):

$$W = \pi^{L/2} (2\pi^2)^{1 - \frac{M}{2}} \int_0^1 \frac{dq}{[P(q^2)]^L} q^{-\frac{L}{12} - 1 - (P^2/4)} F \times \\ \times \exp[(24 + L)\pi^2/12 \ln q] \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \langle O_c | \exp \frac{1}{2} \varphi(c) \times \quad (9)$$

$$\times \exp \left\{ \sum_i [c_i^* \Xi V_i |\lambda_i] - \frac{1}{2} p_i \langle 0 | (1 + \Gamma) \Xi V_i |\lambda_i \rangle \right\} |O_c \rangle [\ln q]^{(M-L-4)/2},$$

где  $\varphi(c)$  для  $T_P$  и  $T_N$  содержат лишь один набор операторов с

$$T_P, T_N : \varphi(c) = cSc, \quad (10)$$

тогда как для дуального померона  $P$  — два:

$$P : \varphi(c) = c_0 S c_0 + c_1 S c_1 + c_0 W c_1 + c_1 W c_0 + p [\langle 0 | (S - W)(c_0 - c_1) + \\ + (c_0 - c_1)(S - W) | 0 \rangle] + 2p^2 \langle 0 | (S - W) | 0 \rangle. \quad (11)$$

В (10) и (11) через  $S$  и  $W$  обозначены матрицы

$$S = \Gamma \Delta^T \Lambda^T \cdot E^{-i \frac{\ln q}{\pi}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} q^{2n} \cdot \Lambda \Delta - \Gamma \cdot E \cdot I,$$

$$W = \Gamma \Delta^T \Lambda^T \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} q^{2n-1} \cdot \Lambda \Delta,$$

$$E = \begin{pmatrix} e^{\varepsilon}, & 0 \\ 0, & 1 \end{pmatrix}, \quad \Delta = \begin{pmatrix} 1, & -1 \\ 0, & 1 \end{pmatrix}, \quad I = \begin{pmatrix} 1, & 0 \\ 0, & 1 \end{pmatrix}$$

и  $\Gamma(x)$  — гамма-функция Эйлера

$$\Lambda_{k, n} = \begin{cases} \frac{\Gamma(1 - ik(\ln q/\pi))}{\Gamma(1 - n - ik(\ln q/\pi)) n!} \left(\frac{n}{k}\right)^{1/2}, & n \neq 0, k \neq 0, \\ 1/k^{1/2}, & n = 0. \end{cases}$$

Следует отметить, что в  $q$ -представлении ОПО содержат предельный переход  $\varepsilon \rightarrow 0$ , выполняемый после всех вычислений.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физики

(Поступило 6.6.1974)

ფიზიკა

ბ. გედალინი, ე. გურვიჩი

დუალური რეზონანსული მოდელის ერთმარჯუიანი  
პრემიტიული ოპერატორები

რეზიუმე

აგებულია გამოსახულება პლანარული და არაპლანარული არაორიენტირებული ტადპოლისა და დუალური პომერონისათვის ვენეციანოს მოდელში. გამოსახულების სტრუქტურა ანალოგიურია დუალური მრავალრეგიონული კვანძის სტრუქტურისა და ხელსაყრელია მრავალმარჯუიანი დუალური ამპლიტუდების ასაგებად.

PHYSICS

E. V. GEDALIN, E. G. GURVICH

## SINGLE-LOOP PRIMITIVE OPERATORS OF A DUAL RESONANCE MODEL

Summary

Representations for planar and nonorientable nonplanar tadpoles and the dual pomeron in the Veneziano model are suggested. The structure of the expressions is similar to dual multiregion vertices and is convenient for construction of dual multiloop amplitudes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Cross, A. Neveu, J. Scherk, J. H. Schwarz. Phys. Lett., 31 B, 1970, 592.
2. A. Alessandrini, D. Amati, M. Le Bellac, D. Olive. Phys. Rep., 1C, 1971, 269.
3. A. Alessandrini, D. Amati. Nuovo Cimento, 4A, 1971, 793.
4. D. Olive. Nuovo Cimento, 3A, 1971, 399.
5. Э. В. Гедалин. ЯФ 15, 1972, 143.
6. E. Cremmer, J. Scherk. Nucl. Phys., B50, 1972, 222.



И. Ш. ВАШАКИДЗЕ, Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

РАССЕЯНИЕ ЧАСТИЦ НА ЯДРЕ В СЛУЧАЕ НЕЛОКАЛЬНОГО  
 ФАКТОРИЗУЮЩЕГОСЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 17.6.1974)

Изучению вопроса взаимодействия частиц с ядром посвящено большое количество работ. Для проведения анализа такого рассеяния наиболее удобным и наглядным формализмом является теория многократного рассеяния Ватсона [1], в которой рассеяние падающей частицы на системе частиц описывается с помощью матрицы  $T(E)$ , удовлетворяющей уравнению

$$T(E) = V + V G_0(E) T(E), \tag{1}$$

$V$  — потенциал взаимодействия падающей частицы с частицами ядра

$$V = \sum_{i=1}^A v(\vec{r} - \vec{r}_i).$$

Здесь  $A$  — число частиц в ядре;  $\vec{r}$  и  $\vec{r}_i$  — радиус-векторы падающей и  $i$ -той частиц ядра относительно произвольной системы координат.  $G_0(E)$  представляет собой функцию Грина:

$$G_0(E) = (E + i\varepsilon - \widehat{H}_0)^{-1}, \tag{3}$$

в которой  $\widehat{H}_0$  имеет вид

$$\widehat{H}_0 = \widehat{H}_я + \widehat{K}. \tag{4}$$

В этом выражении  $\widehat{H}_я$  является оператором гамильтона ядра, а  $\widehat{K}$  — кинетической энергией падающей частицы.

В случае упругого рассеяния сечение рассеяния выражается через матричные элементы оператора  $T(E)$  между состояниями  $\langle o\vec{p} |$  и  $| o\vec{p}' \rangle$ , где „о“ обозначает основное состояние ядра, а  $\vec{p}'$  и  $\vec{p}$  — импульсы падающей и рассеянной частиц соответственно. Предполагая, что оператор взаимодействия имеет двухчастичный характер и что ядро состоит из одинаковых частиц, будем иметь

$$\langle N | V | N' \rangle = A \langle N | v | N' \rangle, \tag{5}$$

где  $\langle N |$  и  $| N' \rangle$  — векторы состояния системы. Приняв во внимание это обстоятельство, матричный элемент упругого рассеяния можно записать в виде

$$\langle o\vec{p} | T(E) | o\vec{p}' \rangle = A \langle o\vec{p} | v [1 + G_0(E) T(E)] | o\vec{p}' \rangle. \tag{6}$$



Укажем, что сечение упругого рассеяния выражается с помощью матричного элемента  $\langle \text{оп} \bar{p} | T(E) | \text{оп} \bar{p}' \rangle$ . Если предположить, что потенциал двухчастичного взаимодействия  $v$  является нелокальным факторизующимся потенциалом в пространстве импульсов взаимодействующих частиц, то уравнение (6) можно записать так:

$$\langle \text{оп} \bar{p} | T(E) | \text{оп} \bar{p}' \rangle = A \rho_{00}(\bar{p}' - \bar{p}) v(\bar{p}) v(\bar{p}') + A \sum_N \int d\bar{q} \rho_{0N}(\bar{q} - \bar{p}) v(\bar{p}) v(\bar{p}') \frac{\langle N\bar{q} | T(E) | \text{оп} \bar{p}' \rangle}{E + i\epsilon - E_N - \frac{q^2}{2m}}, \quad (7)$$

где  $v(\bar{p})$  — форма потенциала;  $m$  — масса падающей частицы;

$$\rho_{NN'}(\vec{x}) = \int \psi_N^*(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_A) e^{i\vec{x}\vec{r}_1} \psi_{N'}(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_A) d\vec{r}_1, \dots, d\vec{r}_A \quad (8)$$

— Фурье-представление одночастичной плотности ядра<sup>(1)</sup>. Очевидно, что из-за полноты  $\psi_N$  функции  $\rho_{NN'}(\vec{x})$  обладает следующим свойством:

$$\sum_{N''} \rho_{NN''}(\vec{x}) \rho_{N''N'}(\vec{y}) = \rho_{NN'}(\vec{y} - \vec{x}). \quad (9)$$

В уравнении (7) суммирование по индексу  $N''$  производится по всем возбужденным состояниям ядра. Если предположить, что в формуле (7) в знаменателе зависимостью от  $N$  можно пренебречь и заменить  $E_N$  энергией основного состояния системы  $E_0$ , то получится так называемое когерентное приближение. В этом случае уравнение (7) приводится к уравнению Фредгольма с вырожденным ядром, которое легко решается. Решение его будет иметь вид

$$\langle \text{оп} \bar{p} | T(E) | \text{оп} \bar{p}' \rangle = A \rho_{00}(\bar{p}' - \bar{p}) \frac{v(\bar{p}) v(\bar{p}')}{1 - X(E, m)}, \quad (10)$$

где

$$X(E, m) = \int \frac{v^2(q) d\bar{q}}{E + i\epsilon - E_0 - \frac{q^2}{2m}}. \quad (11)$$

Подбирая одночастичную плотность системы и форму потенциала взаимодействия, можно найти сечение рассеяния в явном виде. Единственным приближением в наших расчетах, кроме допущения сепарабельности потенциала, является когерентное приближение. Полностью обойти это приближение в настоящее время не представляется возможным. Для улучшения приближения нам кажется разумным заменить выражение  $\left(E + i\epsilon - E_N - \frac{q^2}{2m}\right)^{-1}$  выражением

$$\int_0^{\infty} dN \frac{e^{-N}}{E + i\epsilon - E_N - \frac{q^2}{2m}}. \quad (12)$$

(1) Без учета межнуклонных корреляций.



Можно показать, что если рассеятелем является система невзаимодействующих частиц, находящихся в самосогласованном осциллирующем поле, то среднее значение функции Грина по всем состояниям имеет вид, задаваемый формулой (12), где  $E_N = \hbar\omega(N + 3/2)$ . При этом изменится решение уравнения (7). Это решение будет опять иметь вид (10), но величина  $X(E, m)$  в нем будет определена интегралом

$$X(E, m) = \iint \frac{v^2(q) e^{-N} d\vec{q} dN}{E + i\varepsilon - E_N - \frac{q^2}{2m}}, \quad (13)$$

решение которого можно найти численными методами.

До сих пор мы предполагали, что взаимодействующие частицы не имеют ни обыкновенных, ни изотопических спинов. Обобщение приведенных выше формул на случай, когда взаимодействующие частицы имеют и обыкновенные и изотопические спины, не представляет никаких трудностей, если ограничиться случаем, когда ядро имеет нулевой полный и нулевой изотопический спин [2]. В этом случае очень легко получаются совершенно аналогичные уравнения для парциальной  $T(E)$ -матрицы.

Конкретным расчетам будет посвящена отдельная статья.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.6.1974)

ფიზიკა

ი. ვაშაკიძე, გ. ჭილაშვილი

ნაწილაკების გაფანტვა ბირთვზე არალოკალური  
ვაჭტორიზებალი პოტენციალების შემთხვევაში

რეზიუმე

განხილულია ნაწილაკების ბირთვზე გაფანტვა, როცა ნაწილაკსა და ბირთვის ნუკლონებს შორის ურთიერთქმედებას აქვს არალოკალური ვაჭტორიზებალი სახე. ნაპოვნია დრეკადი გაფანტვის მატრიცა. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნუკლონების,  $\pi$ -მეზონების და სხვა ნაწილაკების ბირთვებზე როგორც დრეკადი, ისე არადრეკადი გაფანტვის ამპლიტუდების საპოვნელად.

PHYSICS

I. Sh. VASHAKIDZE, G. A. CHILASHVILI

PARTICLE SCATTERING ON THE NUCLEUS IN THE CASE OF  
NONLOCAL SEPARABLE INTERACTION

Summary

Particle scattering on the nucleus when the interaction between the incident particle and the nucleus is of nonlocal separable form has been studied and the elastic scattering matrix found.

These results may be used in describing the processes of elastic and inelastic scattering of nucleons,  $\pi$ -mesons and other particles on the nuclei.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. M. Watson. Phys. Rev., 118, 1960, 886.
2. L. L. Foldy, J. D. Walecka. Ann. Phys. 54, 1969, 447.



М. М. МИРИАНАШВИЛИ (академик АН ГССР), Р. С. ПОПОВИДИ,  
Д. Д. ҚАРКАШАДЗЕ, Р. В. ЧХИҚВАДЗЕ

## ДИФРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ НА КОНЕЧНОМ ПОЛОМ ЦИЛИНДРЕ

Как известно, решение задач дифракции электромагнитных волн на конечных телах связано с большими математическими трудностями. Вместе с тем, задачи этого типа представляют значительный теоретический и практический интерес. Поэтому для каждой из них приходится подыскивать метод, учитывающий специфику конкретной задачи.

В данной работе получены аналитические и численные результаты для случая дифракции плоской электромагнитной волны на замкнутой системе из вибраторов и показана возможность моделирования данной системой конечного полого цилиндра.

Рассмотрим систему, составленную из  $N + 1$  идеально проводящих вибраторов. Вибраторы, длина которых  $2b$  и радиус  $r_0$ , расположены эквидистантно вдоль образующих цилиндра радиуса  $a$ , параллельно оси  $Z$ .

Пусть на указанную систему падает плоская электромагнитная волна

$$E_z^i = \exp\{-ikx\}, \quad (1)$$

где  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ,  $\lambda$  — длина волны в свободном пространстве.

Зная поле, рассеянное каждым вибратором, и учитывая взаимодействие между ними, можно получить выражение для поля, рассеянного указанной системой при условиях

$$kr_0 \ll 1, \quad \frac{2b}{\lambda} < 1.$$

Выражения для распределения тока и составляющих рассеянного поля в цилиндрической системе координат для случая одного вибратора были взяты такими же, как и в работе [1].

Зная поле, рассеянное одним вибратором, составляющие поля, рассеянные исследуемой системой, будем искать в следующем виде:

$$e_z = \sum_{n=0}^N a_n \left( 2 \frac{\exp\{ikr_{1n}\}}{r_{1n}} \cdot \cos kb - \frac{\exp\{ikr_{2n}\}}{r_{2n}} - \frac{\exp\{ikr_{3n}\}}{r_{3n}} \right),$$

$$\varepsilon_\rho = \sum_{n=0}^N a_n \frac{1}{\rho_n} (\exp \{ikr_{2n}\} \cdot \cos \Theta_{2n} + \exp \{ikr_{3n}\} \cdot \cos \Theta_{3n} - 2 \exp \{ikr_{1n}\} \cdot \cos kb \cdot \cos \Theta_{1n}), \quad (2)$$

$$H_\varphi = \sum_{n=0}^N a_n \frac{1}{\rho_n} (\exp \{ikr_{2n}\} + \exp \{ikr_{3n}\} - 2 \cdot \exp \{ikr_{1n}\} \cdot \cos kb),$$

где по аналогии с [1]

$$r_{1n} = \sqrt{\rho_n^2 + z^2}, \quad r_{2n} = \sqrt{\rho_n^2 + (z+b)^2}, \\ r_{3n} = \sqrt{\rho_n^2 + (z-b)^2}, \quad \rho_n^2 = (x - a \cos \varphi_n)^2 + (y - a \sin \varphi_n)^2.$$

Здесь

$$\varphi_n = \frac{2\pi}{N+1} n, \quad \cos \Theta_{1n} = \frac{z}{r_{1n}}, \\ \cos \Theta_{2n} = \frac{z+b}{r_{2n}}, \quad \cos \Theta_{3n} = \frac{z-b}{r_{3n}}.$$

Неизвестные коэффициенты в выражениях (2) определяются из граничных условий на поверхности идеально проводящих элементов системы

$$\int_{-b}^b (E_z^i + \varepsilon_z) dz \Big|_{\substack{x=a \cos \varphi_q + r_0, \\ y=a \sin \varphi_q}} = 0, \quad (3) \\ q = 0, 1, \dots, N;$$

Производится усреднение граничных условий вдоль координаты и одновременно с учетом того, что  $kr_0 \ll 1$  и  $\frac{2b}{\lambda} < 1$ , используются локальные условия по отношению к координатам  $x$  и  $y$  [2].

Неизвестные комплексные коэффициенты  $a_n = a'_n + ia''_n$  имеют смысл токов, наведенных на вибраторах, и одновременно учитывают взаимодействие между элементами системы.

На рис. 1, а, б приведены рассчитанные на ЭВМ по формулам (2) зависимости рассеянного поля (в различных направлениях) от количества вибраторов  $N$ , т. е. от количества членов в суммах (2). Из рисунков видно, что с увеличением  $N$  поле стремится к своему предельному значению, и можно предполагать, что это и есть его истинное значение для случая конечного полого цилиндра.

Как и следовало ожидать, с увеличением относительного периметра увеличивается количество членов, которое необходимо сохранить в сумме (2) для получения регулярного решения. Так, например, если при  $ka = 1,5$  достаточно 12 членов, то при  $ka = 0,4$  это число возрастает до 30. При изменении длины вибратора характер кривой и

предельное значение поля, хоть и в небольших пределах, но все же меняются.

На рис. 1в, г приведены соответственно амплитуды и фазы токов для малых  $ka$ . Общим свойством этих кривых является то, что токи свои максимальные значения принимают на первом вибраторе и достигают минимума в теневой области. Что касается больших  $ka$ , то характер кривой здесь усложняется. Так при  $ka=4$ , вдоль периметра цилиндра помещаются четыре длины волны, и на рисунке можно увидеть соответствующее число колебаний тока.

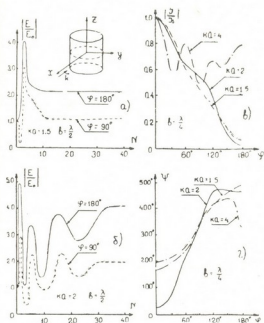


Рис. 1

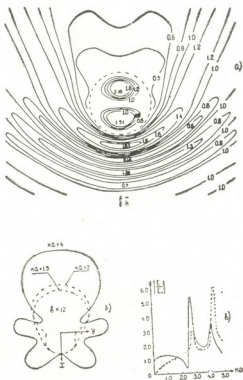


Рис. 2

Как и следовало ожидать, с изменением  $2b$  картина меняется. Из рис. 1,г видно, что при малых значениях  $ka$  отличие в фазах токов между передним и задним элементами небольшое и возрастает с увеличением  $ka$ . В интервале  $30-120^\circ$  наблюдается резкое изменение фазы, что указывает на увеличение здесь потока энергии.

Были засняты также пространственные диаграммы направленности, которые приведены на рис. 2б, в плоскости  $xoy$ . С увеличением  $ka$  увеличивается число лепестков. Картина меняется также с изменением длины  $2b$  вибраторов.

На рис. 2,в показана зависимость рассеянного поля в разных направлениях от относительного периметра  $ka$ , которая характеризуется резко выраженными максимумами. Эти резонансные значения соответствуют собственным значениям рассматриваемой системы (полого цилиндра конечной длины).

Ближнее поле данной системы при  $ka = 4$  и  $b = 12$  показано на рис. 2а. В плоскости  $xoy$  оно имеет некоторое сходство с полем единичного цилиндра бесконечной длины.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.10.1974)

ფიზიკა

მ. მირიანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
 რ. პოპოვიდი, დ. ქარკაშაძე, რ. ჩხიკვაძე

ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქცია  
 სასრულო ღრუ ცილინდრზე

რეზიუმე

მოცემულია ვიბრატორებისაგან შემდგარ სისტემაზე ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქციის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა. ვიბრატორები განლაგებულია ეკვიდისტანტურად, ცილინდრის მსახველების გასწვრივ.

ნაჩვენებია სასრულო ღრუ ცილინდრის ამრეკლი ზედაპირის მოდელირების შესაძლებლობა.

წარმოდგენილია რიცხვითი გათვლების შედეგები.

PHYSICS

M. M. MIRIANASHVILI, R. S. POPOVIDI, D. D. KARKASHADZE,  
 R. V. CHKHIKVADZE

## DIFFRACTION OF AN ELECTROMAGNETIC WAVE ON A] FINITE HOLLOW CYLINDER

### Summary

The numerical solution of the problem of a plane electromagnetic wave on a system consisting of vibrators is given. The vibrators are located equidistantly along the envelopes of the cylinder. The feasibility of simulating a solid surface of a finite hollow cylinder with the aid of the proposed system is demonstrated. The results of numerical calculations are presented.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Р. Уэйт. Электромагнитное излучение из цилиндрических систем. М., 1963.
2. В. П. Копалейшвили. Решение задач дифракции электромагнитных волн на некоторых периодических системах численным методом. Автореферат, Тбилиси, 1972.

ФИЗИКА

М. Ш. КАВИЛАДЗЕ, Т. А. МЕЛАШВИЛИ, Д. Н. ЛЕКВЕИШВИЛИ,  
М. С. КВИРИЯ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ  
ИЗМЕРЕНИЯ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОЙ  
ФАЗЫ ПО МЕТОДУ ЭТАЛОН—ОБРАЗЕЦ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 30.11.1974)

За последнее время существенно возрос интерес к прецизионным относительным измерениям изотопного состава. В то же время для целого ряда элементов все еще нет соответствующей методики.

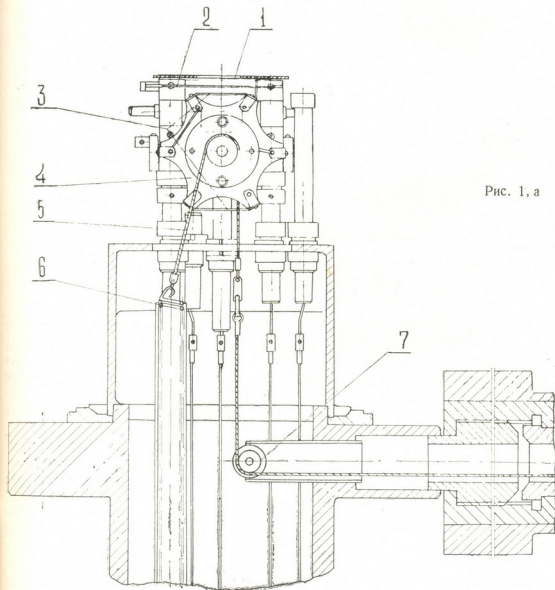


Рис. 1, а

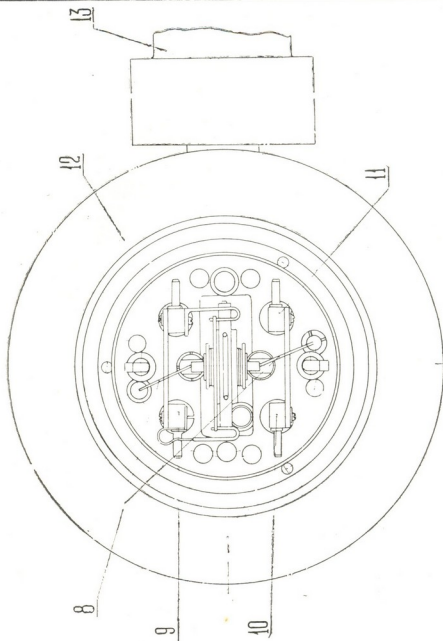


Рис 1. 1 — коробка, 2 — испаритель, 3 — нонизатор, 4 — керамический диск с испарителями, 5 — трос вращения керамического диска, 6 — пружина для натяжения троса, 7 — ролик направляющий для троса, 8 — гибкие вводы питания испарителей, 9, 10, 11, 12 — траверсы, 13 — сифонный механизм вращения керамического диска

Принцип метода сравнения образца с эталоном для элементов углерода и кислорода, образующих газозные соединения в виде  $\text{CO}_2$  был разработан Г. Юри и его сотрудниками уже в 1950 г. [1]. Для достижения относительной точности  $\pm 0,01\%$  им пришлось решить две основные задачи: в результате улучшения радиотехнической аппаратуры был получен постоянный ионный ток нужной величины и была разработана система клапанов.

Судя по литературным данным, аналогичный метод для измерения образцов твердой фазы все еще отсутствует, хотя трудно переоценить его значение. Для создания вышеуказанного метода в принципе необходимо решить те же две основные задачи.

1. По аналогии с двойным напуском газа эталон — образец необходим источник ионов с двумя образцами. Такие источники были предложены нами в ранее опубликованных работах [2—6].

В настоящее время нами разработан с одновременным подогревом обоих испарителей вариант источника (рис. 1), в котором устранены обнаруженные ранее недостатки.





2. Основой компенсационной схемы является требование постоянства и равенства ионных токов более распространенного изотопа образца и эталона, однако хорошо известно, что ионные токи от образцов твердой фазы очень нестабильны.

В связи с этим решающее значение приобретает вопрос стабилизации ионных токов за короткое время после замены эталона образцом и наоборот. Для этой цели была применена схема с обратной связью с приемника ионов на испарители. Общий принцип метода показан на рис. 2.

Ионизатор разогревается до нужной температуры, определенной для каждого элемента. Под ионизатор подводится испаритель с эталоном. При подогреве испарителя прибор настраивается с помощью более распространенного изотопа так, чтобы ионный ток был 1 v. Включается обратная связь, причем стабилизация тока более распространенного изотопа не более 10 мв, что вполне достаточно для требуемой точности.

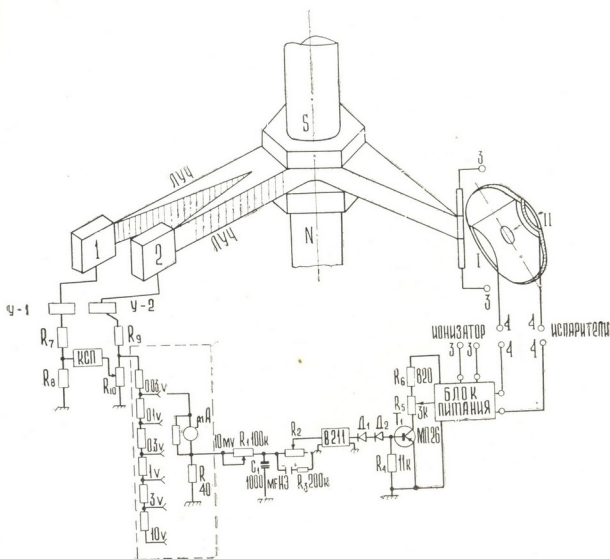


Рис. 2. 1, 2 — приемники ионов, 3, 3 — питание ионизатора, 4, 4 — питание испарителей, I — первый испаритель, II — второй испаритель, NS — полюсные наконечники магнита-анализатора

Метод был испытан для элементов лития, калия, рубидия, магния и кальция, значение которых для астрофизики и геохимии общез-





вестно. Для каждого элемента были изучены зависимости ионного тока от температуры испарителя при разных температурах ионизатора. Полученные кривые позволили выбрать ток ионизатора и область температур испарителя, где обратная связь наиболее эффективна.

Для проверки воспроизводимости результатов и отсутствия перекрытия эталона с образцом последний методом изотопного разбавления был смещен на 1 и 2% от эталона. Многократное измерение эталон-образец показало, что результаты одного измерения воспроизводятся с точностью  $\pm 0,03\%$ .

Таким образом, в результате проделанной работы для элементов твердой фазы создана методика, которая по точности мало уступает методу, применяемому для измерения изотопного состава элементов, образующих при нормальных условиях газодые соединения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.12.1974)

ფიზიკა

ა. კავილაძე, თ. მელაშვილი, ჯ. ლეკვეიშვილი, მ. კვირია  
მასს-სპექტრომეტრის გაუმჯობესება იზოტოპური ფარდობითი  
გაზომვებისათვის მჟარი ფაზის ნიმუშებში,  
ამეთოდით ეტალონი — ნიმუში

რეზიუმე

დადგენილია იზოტოპური ვარიაციების ფარდობითი გაზომვების მეთოდი მჟარი ფაზის ნიმუშებისათვის. სიზუსტით იგი მცირედ განსხვავდება აღრე ცნობილი მეთოდისაგან [1], რომელიც გ. იურის ლაბორატორიაში იქნა დამუშავებული იმ ელემენტებისათვის, რომლებიც ნორმალურ პირობებში წარმოქმნიან გაზურ მენაერთებს.

PHYSICS

M. Sh. KAVILADZE, T. A. MELASHVILI, D. N. LEKVEISHVILI, M. S. KVIRIA  
IMPROVEMENT OF A MASS-SPECTROMETER FOR THE MEASUREMENT  
OF THE ISOTOPIC CONTENT OF SOLID PHASE SAMPLES BY  
THE METHOD OF STANDARD-SAMPLE

Summary

A method of relative isotopic measurement of solid phase samples is proposed. The precision of this method is close to the method [1] developed in the laboratory of H. Urey for elements which under normal conditions form various gas combinations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. R. McKinney, J. M. McCrea, S. Epstein, H. A. Allen and H. C. Urey. Rev. Sci. Instr., 21, № 8, 1950, 724—730.
2. Г. М. Мирианшвили, М. Ш. Кавиладзе, И. В. Абашидзе. Сообщения АН ГССР, XXXII:2, 1963, 311—317.
3. М. Ш. Кавиладзе, И. В. Абашидзе. Сообщения АН ГССР, XXXV:I, 1964, 67—74.
4. Г. М. Мирианшвили, М. Ш. Кавиладзе, И. В. Абашидзе. Приборы и техника эксперимента, № 1, 1965, 215—216.
5. И. В. Абашидзе, М. Ш. Кавиладзе, Т. А. Мелашвили, Г. М. Мирианшвили, З. Э. Салия. "Isotopenpraxis", 4. Jahrgang, Heft 11/1968, Seite 425—427.
6. М. Ш. Кавиладзе, Т. А. Мелашвили, Д. Н. Леквеишвили, И. В. Абашидзе, М. С. Квирия. Тезисы докладов II Всесоюзной конференции по масс-спектрометрии. Ленинград, 1974.

А. Г. ХАНТАДЗЕ, Р. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ, Б. Я. ЧЕХОШВИЛИ

## ОБ ОДНОМ ТОЧНОМ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЯ АМБИПОЛЯРНОЙ ДИФФУЗИИ ПЛАЗМЫ ДЛЯ ДНЕВНОЙ F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 25.10.1974)

При общем анализе распределения заряженных частиц дневной F-области ионосферы необходимо отметить возможность существования здесь двух максимумов электронной концентрации. Нижний максимум должен лежать вблизи уровня фотохимического равновесия ( $q = \beta N$ ) на высоте 165—200 км, причем распределение электронной концентрации в этой области хорошо описывается «бета-распределением Чэпмена»:

$$N = \frac{B}{\beta} \exp \left[ 1 - \frac{z}{H} - \tau_0 \exp \left( -\frac{z}{H} \right) \right], \quad (1)$$

где  $z = h - h_0$ ,  $h_0$ —определенный начальный уровень,  $B$  и  $\tau_0$ —известные параметры, характеризующие процессы ионизации и поглощения ультрафиолетовой радиации Солнца,  $H$ —высота однородной атмосферы,  $\beta$ —коэффициент рекомбинации.

Верхний максимум находится вблизи уровня, где эффекты диффузии и рекомбинации одного порядка ( $D_0 \sin^2 I = 4H^2 \beta$ ).

Представляет интерес получение общего аналитического решения уравнения амбиполярной диффузии плазмы, содержащего оба упомянутых предельных случая как частные.

Рассмотрим для простоты стационарное неоднородное уравнение диффузии

$$\frac{d}{dz} \left[ D_0 \exp(z/H) \left( \frac{\partial N}{\partial z} + \frac{N}{2H} \right) \right] - \beta N + B \exp \left[ 1 - \frac{z}{H} - \tau_0 \exp \left( -\frac{z}{H} \right) \right] = 0, \quad (2)$$

удовлетворяющее предельным условиям

$$N(-\infty) = 0, \quad N(\infty) = 0. \quad (3)$$

Здесь  $D_0$ —значение коэффициента диффузии на уровне  $h_0$ ,  $\beta$ —усредненная по рассматриваемому интервалу высот величина коэффициента рекомбинации,  $N$ —концентрация электронов.

Замена переменных  $x = 2(\beta/D_0)^{1/2} \exp \left( -\frac{z}{2H} \right)$ ,  $N = Ux$  и новые



обозначения  $d_0 = \frac{D}{H^2}$ ,  $Q_0 = \frac{Be}{2\beta} (d_0/\beta)^{1/2}$ ,  $a = \tau_0 d_0/4\beta$  преобразуют уравнение (2) и условия (3) к виду

$$\frac{d^2 u}{dx^2} - u = -Q_0 x \exp(-ax^2), \quad (4)$$

$$u(0) = u_0, \quad u(\infty) = 0. \quad (5)$$

Следует заметить, что условие  $u(0)$  содержит неопределенность вида  $\frac{0}{0}$  ( $u = Nx^{-1} = N/\exp\left\{-\frac{z}{2H}\right\}$  и при  $z \rightarrow \infty$  дает  $\frac{0}{0}$ ). Случай, когда эта неопределенность выбрана равной нулю (т. е.  $u_0 = 0$ ), не представляет интереса, так как однородное уравнение (4) в этом случае имеет лишь тривиальное решение  $u=0$  и, следовательно,  $N \equiv 0$ . Поэтому всюду в дальнейшем будем рассматривать эту неопределенность конечной и равной произвольной постоянной  $u_0$ . Тогда нетривиальное решение удовлетворяющее однородному уравнению (4) и условию (5), будет иметь вид

$$u = u_0 \exp(-x).$$

Не излагая получения решения неоднородного уравнения (4), которое элементарно находится методом вариации постоянных, приведем лишь конечный результат

$$u(x) = u_0 e^{-x} + \frac{Q_0 \sqrt{\pi}}{8 a^{3/2}} \exp\left\{\frac{1}{4a} - x\right\} \left[ 1 + \operatorname{erf}\left(x\sqrt{a} - \frac{1}{2\sqrt{a}}\right) - e^{2x} \operatorname{erfc}\left(x\sqrt{a} + \frac{1}{2\sqrt{a}}\right) \right]. \quad (6)$$

Возвращаясь к первоначальным переменным, получаем распределение электронной концентрации во всей  $F$ -области ионосферы:

$$N(z) = A \exp\left[ 1 - \frac{z}{2H} - 2\sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp\left\{-\frac{z}{2H}\right\} \right] \left\{ 1 + \frac{BV\sqrt{\pi}}{2Ad_0} \tau_0^{-3/2} \times \right. \\ \times \exp\left(\frac{\beta}{\tau_0 d_0}\right) \left[ 1 + \operatorname{erf}\left(\sqrt{\tau_0} \exp\left\{-\frac{z}{2H}\right\} - \sqrt{\frac{\beta}{\tau_0 d_0}}\right) - \right. \\ \left. - \exp\left(4\sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp\left\{-\frac{z}{2H}\right\}\right) \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\tau_0} \exp\left\{-\frac{z}{2H}\right\} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sqrt{\frac{\beta}{\tau_0 d_0}}\right) \right] \right\}, \quad (7)$$

где  $A = u_0 e^{-1}$ ,  $\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$ ,  $\operatorname{erf}(x)$  — функция ошибок Гаусса,  $\tau_0$  — оптическая толщина атмосферы на уровне  $h_0$ . Отметим, что выражение (7) можно получить предельным переходом  $t \rightarrow \infty$  в решении нестационарного уравнения диффузии [1].

В верхней части ионосферы, где оптическая толщина  $\tau = \tau_0 \times \exp\left\{-\frac{z}{H}\right\}$  стремится к нулю,

$$\operatorname{erf} \left( -\sqrt{\frac{\beta}{\tau_0 d_0}} \right) = 1, \quad \operatorname{erf} c \left( \sqrt{\frac{\beta}{\tau_0 d_0}} \right) = 0$$

и приходим к известному решению [2]

$$N(z) = A \exp \left[ 1 - \frac{z}{2H} - 2 \sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp \left\{ -\frac{z}{2H} \right\} \right], \quad (8)$$

откуда следует, что  $A$  — значение электронной концентрации на высоте  $z = 0$ , где выполняется условие  $d_0 = 4\beta$ .

В нижней ионосфере, где оптическая толщина и коэффициент рекомбинации конечны, а эффект диффузии ничтожно мал, предельный переход  $d_0 \rightarrow 0$  в (7) дает формулу (1).

Таким образом, общее решение (7) описывает оба максимума и его можно рассматривать в качестве упрощенной теоретической модели дневной  $F$ -области ионосферы.

На фиг. 1 приведен график зависимости электронной концентрации от высоты при следующих значениях параметров:  $h_0 = 120$  км,  $H = 50$  км,  $\beta = 10^{-3}$  сек $^{-1}$ ,  $d_0 = 10^{-4}$  сек $^{-1}$ ,  $A = 10^6$  см $^{-3}$ ,  $\tau_0 = 1,6$ ,  $B = 0,5$ .

Расчет потока по формуле  $G = -d_0 \exp \left\{ \frac{h-h_0}{H} \right\} \left( \frac{\partial N}{\partial h} + \frac{N}{H} \right)$  дает

$$G(z) = G_1(z) + G_2(z),$$

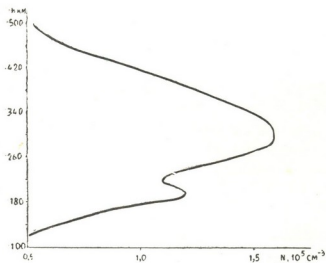


Рис. 1

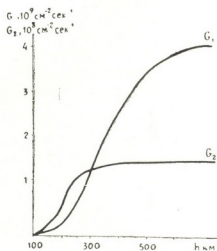


Рис. 2

где

$$G_1(z) = -HA \sqrt{\beta d_0} \exp \left( 1 - 2 \sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} \right),$$

$$G_2(z) = -HC \sqrt{\beta d_0} \exp \left( -2 \sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} \right) \times$$

$$\times \left\{ 1 + \operatorname{erf} \left( \sqrt{\tau_0} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} \right) - \sqrt{\frac{\beta}{d_0 \tau_0}} \right\} -$$

$$\begin{aligned}
 & -2 \sqrt{\frac{\tau_0 d_0}{\pi \beta_0}} \exp \left[ - \left( \sqrt{\tau_0} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} - \sqrt{\frac{\beta}{d_0 \tau_0}} \right)^2 \right] + \\
 & + \exp \left( 4 \sqrt{\frac{\beta}{d_0}} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} \right) \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\tau_0} \exp \left\{ -\frac{z}{2} \right\} + \sqrt{\frac{\beta}{\tau_0 d_0}} \right), \\
 & C = \frac{B \sqrt{\pi}}{2 d_0 \tau_0^{3/2}} \exp \left( 1 + \frac{\beta}{\tau_0 d_0} \right).
 \end{aligned}$$

Графики зависимости  $G_1$  и  $G_2$  от высоты при вышеприведенных значениях параметров представлены на рис. 2.

Расчеты показывают, что до высот порядка 150 км, т. е. в области где диффузия пренебрежимо мала, преобладает направленный вверх ионизационно-рекомбинационный поток  $G_2$ , а выше этой области основную роль играет диффузионный поток  $G_1$ , имеющий противоположное направление.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт геофизики

(Поступило 31.10.1974)

გეოფიზიკა

ბ. ხანთაძე, რ. გაჩეჩილაძე, ბ. ჩხოშვილი

კლასიკური ამბიპოლარული დიფუზიის განტოლების  
 ერთი ზუსტი ამოხსნის შესახებ დღის იონოსფეროს  
 F-ფენისათვის

რეზიუმე

ამოხსნილია უწყვეტობის სტაციონარული განტოლება ელექტრონულ-იონური გაზისათვის. მიღებული ამოხსნა აღწერს იონოსფეროს F-ფენის ორივე მაქსიმუმს. გამოთვლილია ნაკადის სიდიდე და ნაჩვენებია, რომ ქვედა ფენებში ის მიმართულია ზევით, ზედა ფენებში კი ჰარბობს მოპირდაპირე მიმართულების დიფუზიური ნაკადი.

GEOPHYSICS

A. G. KHANTADZE, R. G. GACHECHILADZE, B. I. CHEKHOSHVILI

## ON ONE ACCURATE SOLUTION OF THE AMBIPOLAR DIFFUSION EQUATION FOR THE DAYTIME IONOSPHERIC F-REGION

Summary

A stationary continuity equation for electron-ion gas has been solved. The obtained solution describes both maxima of the ionospheric F-region.

The value of the stream has been calculated. It is shown that in the lower layers the flow is directed upward, whereas in the upper layer there predominates a diffusion flow directed downward.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Хантадзе, Б. Я. Чехошвили. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974.
2. А. Г. Хантадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973.

Г. М. ХОЧОЛАВА, Р. Г. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, Н. Н. МЕБАГИШВИЛИ

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛЬНОЙ ИОНИЗАЦИИ В ВЕРХНЕЙ ИОНОСФЕРЕ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 15.10.1974)

В настоящей статье изложены закономерности пространственно-временных распределений аномально повышенной ионизации ночной F-области, некоторые вопросы сезонных изменений  $f_0F_2$ , их связи с уровнем геомагнитной активности и сделана попытка объяснения аномально повышенной ионизации на средних широтах.

Для анализа исследован материал ионосферных станций, расположенных почти равномерно в пределах геомагнитных широт  $02-60^\circ$  N. На фиг. 1 представлен суточный ход  $f_0F_2$  на различных широтах, усредненный для каждой станции за четыре зимних месяца (ноябрь 1957 г. — февраль 1958 г.). Легко видеть, что для станций, расположенных в интервале геомагнитных широт  $30-60^\circ$  N, в суточном ходе  $f_0F_2$  после понижения критических частот наступает относительное постоянство электронной концентрации. Что касается станций, расположенных южнее  $30^\circ$  N, то в суточном ходе  $f_0F_2$  исчезает горизонтальный минимум и появляется предутренняя впадина.

Кроме того, было исследовано суточное распределение вероятности появления положительных отклонений  $\Delta f_0F_2$  на широтах севернее и южнее от переходной зоны ( $\Phi \sim 30^\circ$  N). Рассмотрение экспериментального материала показывает, что если зимой и в равноденствие в среднеширотной ночной ионосфере существуют положительно возмущенные периоды, то летом они не наблюдаются. Что касается низкоширотной F-области ( $\Phi < 30^\circ$  N), то появление положительных возмущений почти равновероятно во все сезоны, в любое время суток. Различие в пространственно-временном распределении положительных отклонений  $\Delta f_0F_2$  указывает на то, что наблюдаемые положительно возмущенные периоды в F-области севернее и южнее  $30^\circ$  N имеют различную природу.

Для исследования сезонных изменений  $f_0F_2$  использован материал наблюдений по станциям Москва и Горький, за 1963—1965 гг. В результате анализа показано, что вероятность появления как положительных, так и отрицательных повышенных отклонений в магнитно-возмущенные дни, как и следовало ожидать, больше, чем в спокойные. Кроме того, вероятность появления положительных повышенных отклонений в магнитно-возмущенные дни максимальна зимой, меньше в равноденствие и почти незначительна летом, тогда как для отрицательных отклонений максимум вероятности приходится на равноденствие, а минимум — на лето.

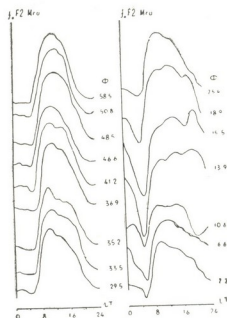
Подсчет следующих друг за другом повышенных положительных отклонений различной длительности в магнитно-спокойные дни показал, что основная часть повышенных значений заключена в пределах



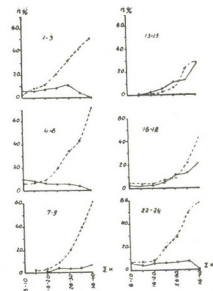
длительности 1—4 часа (97% от общего числа), причем они в основном приходятся на ночные и ранние утренние часы. Сравнение данных Москвы и Горького показало, что корреляция периодов повышенных положительных отклонений длительностью менее 4 часов между этими станциями гораздо меньше, чем периодов длительностью более 4—5 часов.

Таким образом, можно предположить, что кратковременные положительные возмущения, наблюдаемые в среднеширотной ионосфере, носят локальный характер и могут быть обусловлены перемещениями неоднородностей, так как вероятность их одновременного появления на нескольких станциях минимальна.

Возмущения более длительного периода хотя и редко, но все же наблюдаются на средних широтах и имеют место в основном в ночные и утренние часы. Таким образом, можно считать, что эти случаи повышенной ионизации являются активным проявлением на средних широтах аномальной ионизации высоких широт.



Фиг. 1. Суточный ход  $f_0 F_2$  на различных широтах



Фиг. 2. Вероятность появления отклонений  $|\Delta f_0 F_2| > 20\%$  при различных  $\Sigma K$

Одним из возможных механизмов, поддерживающих ночью ионизацию в F-области, можно считать проникновение корпускулярных потоков в среднеширотную ионосферу. Смещение области аномальной ионизации от высоких широт в сторону средних можно объяснить исходя из концепции Аксфорда и Хайнса [1], развивших представление о циркуляции материи во внешней магнитосфере, которая возникает при втяжке взаимодействия вещества магнитосферы и корпускулярного излучения Солнца. Предполагается, что эта циркуляция поддерживается за счет переноса энергии солнечного ветра через границу магнитосферы. Кроме того, в результате процессов турбулентности частицы солнечного ветра могут захватываться на границе магнитосферы геомагнитным полем и участвовать в конвективных движениях внутри магнитосферы. Возникающие таким образом конвективные движения охватывают всю магнитосферу, в результате чего иони-



зированной материя переносится к ночной стороне, причем ее вторжение в области ионосферы возможно вдоль зоны, представляющей некоторую спираль. Смещение границы области зимней аномальной ионизации в сторону средних широт в период магнитных возмущений и в годы максимума солнечной активности можно, очевидно, объяснить усилением магнитосферной циркуляции, которая вызывается более энергичным воздействием солнечного корпускулярного потока, имеющего большую скорость и энергию, чем обычный солнечный ветер.

Модель замкнутой магнитосферы не является единственно возможной. Измерения магнитного поля [2] позволили установить существование вытянутого магнитного хвоста позади Земли, а также наличие магнитного нейтрального слоя, который может являться своеобразным каналом для вторжения частиц с ночной стороны. Магнитный хвост Земли может являться резервуаром энергичных электронов, захваченных из солнечного ветра, которые могут ускоряться из-за вариаций интенсивности потока солнечной плазмы и взаимодействия геомагнитного поля с межпланетным полем [3].

Возможно, что сочетание гипотез [1] и [2] позволит модифицировать модель Аксфорда—Хайнса и объяснить смещение границы зимней аномальной ионизации в сторону средних широт. При этом диффузионный эффект также будет вносить свой вклад в поддержание того уровня ионизации, который существует в ночной ионосфере на средних широтах. Возможно, что в зависимости от вариаций интенсивности потока частиц и диффузионного потока плазмы этот эффект будет различным, но суммарное действие описанных механизмов, по-видимому, должно обеспечить ту электронную концентрацию, которая и наблюдается в зимние месяцы.

С целью изучения связи ионосферной возмущенности с геомагнитной активностью была исследована вероятность появления пониженных (пунктирная линия) и повышенных (сплошная линия) отклонений  $|\Delta f_0 F_2| \geq 20\%$  при различных  $\Sigma K$  для отдельных периодов суток на станции Москва (фиг. 2). Как видно из графиков, вероятность появления пониженных значений  $\Delta f_0 F_2$  увеличивается с ростом магнитной активности, особенно для ночных и утренних часов. Как показали наблюдения [4], уменьшение электронной концентрации в ночное время, в магнитно-возмущенный период, может быть объяснено увеличением температуры, приводящим к расширению области F. Положительные отклонения  $\Delta f_0 F_2$  при спокойном магнитном поле отсутствуют в дневные часы, появляясь в поздние утренние и ранние вечерние и увеличиваясь в ночные и ранние утренние часы. Уменьшение вероятности появления положительных отклонений в ночные и ранние утренние часы с ростом магнитной активности может быть объяснено следующим образом. Во время высокой магнитной активности, имеющей максимум проявления большей частью в ночное время, в зоне полярных сияний увеличивается приток частиц. На этот факт указывают расширение зоны полярных сияний и увеличение электронной концентрации в нижней ионосфере с ростом магнитной активности. Однако при увеличении магнитной активности одновременно увеличивается разогрев ионосферы вследствие прихода магнитогидродинамических волн, формирующихся на границе магнитосферы при столкновении потока с магнитосферой Земли. В результате этого существенно изменяются процессы ионизации и рекомбинации в F-области и происходит значительное расширение последней, что приводит к довольно сильному пони-



жению электронной концентрации в ней. Таким образом, увеличение электронной концентрации, обусловленное непосредственным внедрением частиц, маскируется значительным понижением электронной концентрации, вызванным расширением области F в результате разогрева ионосферы.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 18.10.1974)

გეოფიზიკა

ბ. ხოხოლავა, რ. გაჩეჩილაძე, ნ. მებაგიშვილი

ზედა იონოსფეროს ანომალიური იონიზაციის  
ბამოკვლევის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

შრომში წარმოდგენილია ღამის F-ფენის ანომალიურად გაზრდილი იონიზაციის დროში და სივრცეში განაწილების კანონზომიერებანი, კრიტიკული სიხშირის ( $f_oF2$ ) სეზონური ცვლილებების ზოგიერთი საკითხი და მათი კავშირი გეომაგნეტურ აქტივობასთან საშუალო განედებზე.

GEOPHYSICS

G. M. KHOCHOLAVA, R. G. GACHECHILADZE, N. N. MEBAGISHVILI

SOME QUESTIONS RELATED TO THE INVESTIGATION OF  
ANOMALOUS IONIZATION IN THE UPPER IONOSPHERE

Summary

Regularities of the spatial-temporal distribution of the anomalously heightened ionization in the nocturnal F-region, some questions of  $f_oF2$  seasonal variations and their relation to the level of geomagnetic activity at middle latitude have been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. J. Axford, C. O. Hines. *Canad. J. Phys.*, 39, 10, 1961, 1437.
2. К. Ц. Беханнон. *Геомагнетизм и аэрономия*, 6, № 3, 1966, 430.
3. J. Piddington. *Planet. Space Sci.*, 12, 1964, 113.
4. J. V. Evans. *J. G. R.* 70, 11, 1965. 2726.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. А. МГЕБРИШВИЛИ, П. З. БЕРИДЗЕ

СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЛЛОВОЙ  
КИСЛОТЫ В СЫРЬЕ И ПОЛУПРОДУКТАХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 4.11.1974)

Галловая кислота нашла широкое применение в различных областях медицины и промышленности.

В настоящее время в СССР галловую кислоту получают из танидсодержащего сырья методом щелочно-кислотного гидролиза [1]. Нами предложен биохимический способ ее производства [2]. Технологический цикл постадийно не контролируется из-за отсутствия соответствующего способа анализа.

В результате как щелочно-кислотного, так и биохимического гидролиза получают многокомпонентные гидролизаты с преобладающим содержанием галловой кислоты. В связи с этим описанные в литературе методы анализа [3, 4], разработанные для определения галловой кислоты в танине, содержащейся в нем в небольшом количестве, оказываются непригодными. Описанные же ранее способы бумажно-хроматографического разделения [5—7] явились малопригодными для контроля производства из-за своей продолжительности. Для разработки достаточно быстрых и точных способов анализа, по-видимому, наиболее целесообразно было применение тонкослойной хроматографии.

Проведенное нами исследование показало, что наилучший эффект хроматографического разделения в тонком слое достигается при использовании в качестве носителя силикагеля КСК и системы бензол-диоксан-ледяная уксусная кислота (50:50:4). При хроматографировании в таких условиях галловая кислота и остальная сумма дубильных веществ проявляются 1%-ным раствором молибдата аммония в виде резко очерченных зон. Наиболее подходящим элюентом оказалась горячая дистиллированная вода (коэффициент элюации достигает для галловой кислоты 0,96). Концентрацию исследуемых веществ в элюатах удается определить либо колориметрически, с использованием в качестве реактива 1%-ного раствора молибдата аммония [8], либо спектрофотометрически [5], причем закон Бугера—Ламберта—Бэра сохраняется в довольно широком диапазоне исследованных концентраций.

При хроматографировании стеклянные пластинки с носителем сушились на воздухе и затем активировались при 100—120°. Точное количество исследуемых гидролизатов и растворов наносилось на пластинку микропипеткой в виде сплошной линии.

А. Построение калибровочных кривых. При построении калибровочных кривых использовалась галловая кислота квалификации х. ч. и танин, полученный из галловых орешков либо из ли-  
28. „მეცნიერება“, ტ. 77, № 3, 1975

ствьев скумпии и сумаха и доочищенный на ионообменных смолах [9]. 1—5%-ные водные растворы исследуемых соединений в количестве 0,05—0,37 мл наносились на пластинку и хроматографировались. Проявленные пластинки обрабатывались 1%-ным раствором молибдата аммония, соскабливались и элюировались горячей дистиллированной водой. После добавления ацетатного буфера и 1%-ного раствора молибдата аммония экстинция растворов замерялась на фотоколориметре ФЭК-56М (светофильтр № 2, кювета 10 мм для галловой кислоты, 5 мм для танина) или спектрофотометрически на спектрофотометре СФ-4а (соответственно при длине волн 263 и 276 нм).

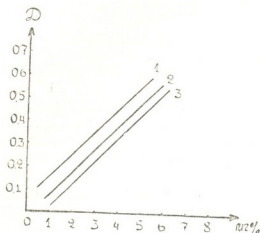


Рис. 1. Калибровочные графики для фотоколориметрического определения: 1 — галловой кислоты, 2 — танина из скумпии и сумаха, 3 — танина из турецких орешков

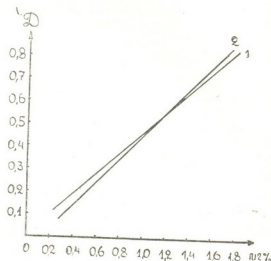


Рис. 2. Калибровочные графики для спектрофотометрического определения: 1 — галловой кислоты, 2 — танина из турецких орешков

**Б. Определение галловой кислоты в сырье.** 5 г воздушно-сухого сырья (турецкие галловые орешки, листья скумпии или сумаха) экстрагировались горячей водой по методике, предлагаемой ГФ СССР X изд. Из охлажденного и профильтрованного экстракта микропипеткой отбирались пробы в количестве 0,1—0,2 мл и наносились на пластинку. После хроматографирования и проявления дальнейший ход анализа аналогичен вышеописанному. Концентрация растворов определялась по соответствующим калибровочным графикам (рис. 1, 2).

**В. Определение галловой кислоты в промежуточных продуктах технологического цикла.** Промежуточные продукты производства галловой кислоты представляют собой водные растворы, что дает возможность непосредственного их хроматографирования. Исключение составляют щелочные гидролизаты, которые перед хроматографированием подкисляют концентрированной соляной кислотой до pH 3—4. Количество наносимого раствора находится в пределах 0,05—0,1 мл, что соответствует 2—6 мг%.

Точность и воспроизводимость предлагаемого способа анализа была доказана как на искусственных смесях, так и на производственных

гидролизатах, методом добавок (табл. 1) и статистической обработкой (табл. 2). Судя по полученным данным ошибка анализа не пре-

Таблица 1

Совместное определение танина и галловой кислоты на ТСХ с помощью добавок

№ п/п	Взято		Добавлено		Определено по анализу		Погрешность определения			
	Г* мг	Т мг	Г мг	Т мг	Г мг	Т мг	абсолютная		относительная, %	
							Г	Т	Г	Т
1	0,037	37,963	20,400	—	19,360	39,013	-1,077	+1,050	-5,20	+2,7
2	0,037	37,963	30,600	—	29,013	38,933	-1,624	+0,624	-5,30	+2,5
3	0,037	37,963	40,800	—	38,920	38,920	-1,917	+0,957	-4,40	+2,5
4	20,400	—	—	18,981	—	19,670	—	+0,689	—	+3,6
5	20,400	—	—	37,963	—	39,013	—	+1,000	—	+2,7
6	20,400	—	—	57,955	—	59,460	—	+1,505	—	+2,6

\* Условные обозначения: Г—галловая кислота, Т—танин

Таблица 2

Статистическая обработка результатов определения танина и галловой кислоты

Виды препарата	№ анализа	$\bar{x}$	$S^2$	$S_x$	$S_{\bar{x}}$	$t_{\alpha}=0,95$	$\epsilon_{\alpha}$	$\epsilon_{\alpha} \frac{100\%}{\bar{x}}$
Растворы галловой кислоты	1	4,53	0,00085	0,00291	0,01680	3,182	0,0530	1,16
	2	2,70	0,00000	0,00000	0,00000	3,182	0,0000	0,00
	3	4,20	0,01000	0,10000	0,05477	3,182	0,1700	4,04
	4	3,60	0,07000	0,08660	0,05000	3,182	0,0159	0,44
Растворы танина	5	3,76	0,00340	0,05831	0,00331	3,182	0,1050	2,80
	6	4,33	0,00385	0,06205	0,03580	3,182	0,1100	2,50
	7	6,10	0,00720	0,08500	0,04899	3,182	0,1500	2,40
	8	3,80	0,00000	0,00000	0,00000	3,182	0,0000	0,00

Примечания:  $\bar{x}$ —средний результат из n анализов;  $S^2$ —дисперсия;  $S_x$ —стандартное отклонение отдельного определения,  $S_{\bar{x}}$ —стандартное отклонение среднего результата,  $t_{\alpha}$ —критерий Стьюдента с надежностью  $\alpha$ ;  $\epsilon_{\alpha}$ —точность определения среднего результата;  $\epsilon_{\alpha} \frac{100\%}{\bar{x}}$ —относительная погрешность среднего результата [10].

вышает по галловой кислоте — 5,3%, по танину + 3,6%, при удовлетворительной воспроизводимости [10].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт фармакохимии  
 им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 14.11.1974)



მ. გლეგრიშვილი, პ. ზერიძე

გალის მჟავას რაოდენობითი განსაზღვრა ნედლეულში და  
 ტექნოლოგიური ციკლის უშალედ პროდუქტებში

რეზიუმე

შემუშავებულია გალის მჟავას განსაზღვრის მეთოდი ნედლეულში და ტექნოლოგიური ციკლის უშალედ პროდუქტებში.

მეთოდი დამყარებულია თხელფენოვან ქრომატოგრაფიულ ანალიზზე სილიკაგელ KCK გამოყენებით, სისტემაში ბენზოლი-დიოქსანი-ყინულოვანი ძმარმჟავა (50 : 50 : 4), ცხელი წყლით ელუაციაზე და სწარში გალის მჟავას განსაზღვრაზე ფოტოკალორიმეტრიული ან სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით.

ANALYTICAL CHEMISTRY

M. A. MGEBRISHVILI, P. Z. BERIDZE

QUANTITATIVE DETERMINATION OF GALLIC ACID IN  
 RAW MATERIALS AND IN INTERMEDIATE PRODUCTS  
 OF THE TECHNOLOGICAL CYCLE

Summary

A method of determination of gallic acid in raw materials, water solutions and in the intermediate products of the technological cycle has been elaborated. The method is based on the separation by means of thin layer chromatography on silica gel KCK, in the system benzene-dioxane-glacial acetic acid (50:50:4). Elution is carried out by hot water and the eluate is measured either photocolometrically or spectrophotometrically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Швицер. Производство химико-фармацевтических и \*технохимических препаратов. М.—Л., 1934, 228.
2. П. З. Беридзе, М. А. Мгебришвили. Способ получения галловой кислоты. Авт. свид. СССР № 316453, 13.7.1971.
3. П. А. Якимов, Г. В. Куршакова. Труды Ботан. ин-та АН СССР, сер. 5, вып. 7, 1961, 273.
4. К. С. Муджири, И. М. Жук. Сб. трудов ТНИХФИ, т. IX, 1960, 29.
5. В. П. Георгиевский, Л. Н. Бобкова. Фармацевт. ж., № 4, 1971, 73.
6. L. Hais, K. Masek. Handbuch der Papierchromatographie, 1960, 23.
7. O. Schmidt, R. Lademann. Lieb. Ann. Chem., 1951, 571, 41.
8. Э. П. Кемертелидзе. Труды Ин-та фармакохимии, сер. 1, вып. 12, 1973, 15.
9. Н. У. Ризаев, П. А. Явич, П. З. Беридзе, А. Г. Сарабунович. Сообщение АН ГССР, 57, № 3, 1970, 597.
10. В. Б. Алесковский, К. Б. Яцимирский. Физико-химические методы анализа. М., 1964, 24.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

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

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИФТАЗИНА,  
 ЭТАПЕРАЗИНА И МЕТЕРАЗИНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 10.11.1974)

Ультрафиолетовая абсорбционная спектрофотометрия является перспективным методом количественного анализа фармацевтических препаратов, отличающимся довольно высокой чувствительностью и точностью.

Целью нашей работы было выяснение возможности разработки методики спектрофотометрического количественного определения производных фенотиазина: трифтазина, этаперазина и метеразина, широко применяемых в медицине как нейролептические и седативные средства [1].

Для систематического исследования УФ-спектров поглощения названных препаратов в различных растворителях мы избрали воду, этиловый спирт и 0,1 н. раствор соляной кислоты. Максимумы светопоглощения на спектральных кривых трифтазина, этаперазина и метеразина в этих растворителях расположены в двух полосах [2]. Первая полоса при 255—260 нм, а вторая при 305—310 нм ( см. табл. 1).

Таблица 1

Спектры поглощения производных фенотиазина в некоторых растворителях

Препарат	Полоса светопо- глощения	Растворители					
		Вода		Этиловый спирт		0,1 н. HCl	
		Максимум поглощения					
		нм	lg ε	нм	lg ε	нм	lg ε
Трифтазин	I	256	4,44	260	4,59	256	4,37
	II	305	3,56	310	3,61	305	3,57
Этаперазин	I	255	4,44	258	4,55	255	4,45
	II	305	3,61	310	3,65	305	3,61
Метеразин	I	255	4,45	258	4,63	254	4,48
	II	307	3,62	310	3,62	305	3,61

Полученные данные были положены в основу разработки оптимальных условий количественного определения трифтазина, этаперазина и метеразина в препарате и лекарственных формах. В качестве аналитических длин волны мы избрали второй максимум их поглощения — 310 нм. Нами был изучен интервал концентрации растворов препаратов, в пределах которых выполняем закон Бугера—Ламберта—Бера, и вычислены для них удельные показатели поглощения (см. табл. 2).



Значение удельных показателей поглощения производных фенотиазина

Препарат	E % 1 см $X \pm I$ 0,95	$\lambda$ нм	Интервал концентра- ции, мг %	Число измере- ний	Раствори- тель	Относитель- ная погреш- ность, %
Трифтазин	571,0 $\pm$ 2,10	256	0,5 — 2,0	5	Вода	2,10
	75,0 $\pm$ 1,71	305	1,0 — 20,0	"	"	1,71
	805,2 $\pm$ 3,25	260	0,15—11,0	5	Спирт	3,25
	85,0 $\pm$ 1,92	310	2,0 — 20,0	"	"	1,92
	485,3 $\pm$ 1,98	256	0,25— 2,0	5	0,1 н. HCl	1,98
	77,7 $\pm$ 0,95	305	0,5 — 20,0	"	"	0,95
Этаперазин	583,1 $\pm$ 2,30	255	0,25— 2,0	5	Вода	2,30
	85,9 $\pm$ 1,05	306	0,5 — 20,0	"	"	1,05
	742,0 $\pm$ 2,51	256	0,15— 1,0	5	Спирт	2,51
	94,5 $\pm$ 1,63	310	2,0 — 20,0	"	"	1,63
	592,6 $\pm$ 2,90	255	0,15— 2,0	5	0,1 н. HCl	2,90
	85,9 $\pm$ 1,61	305	0,5 — 20,0	"	"	1,61
Метеразин	470,0 $\pm$ 3,10	255	0,25— 2,0	5	Вода	3,10
	69,8 $\pm$ 1,15	307	2,0 — 20,0	"	"	1,15
	710,0 $\pm$ 3,20	258	0,15— 1,0	5	Спирт	3,20
	70,5 $\pm$ 1,71	310	2,0 — 20,0	"	"	1,71
	495,5 $\pm$ 3,05	254	0,5 — 2,0	5	0,1 н. HCl	3,05
	68,1 $\pm$ 1,69	305	2,0 — 20,0	"	"	1,69

Предложенный нами способ количественного определения трифтазина, этаперазина и метеразина характеризуется хорошей воспроизводимостью, показанной в табл. 3 на примере анализа препаратов в табл. 2.

Таблица 3

Результаты количественного определения трифтазина, этаперазина, метеразина в таблетках

Фармацевти- ческий препарат	Раство- ритель	Длина волны, нм	Количество препарата, мг		Интервальное значение опре- деляемого ком- понента, %	Относитель- ная погреш- ность, %
			в таблетках	найдено		
Таблетки трифтазина	Спирт	310	10	10,07	10,7 $\pm$ 1,05	1,05
Таблетки этаперазина	Спирт	310	10	9,96	99,6 $\pm$ 1,03	1,03
Таблетки метеразина	Спирт	310	10	10,09	100,9 $\pm$ 1,36	1,36

Точную навеску (0,2 г) порошка растертых таблеток переносили на фильтр и промывали этиловым спиртом с целью извлечения действующего вещества. Фильтрат разбавляли до получения концентрации раствора препарата, отвечающего закону Бера. После перемешивания определяли оптическую плотность растворов каждого препарата отдельно на длине волны 310 нм в кювете толщиной слоя 10 мм. Содержание препарата вычисляли по формуле



$$C = \frac{D \cdot T \cdot a}{E_{1\text{ см}}^{1\%} \cdot H},$$

где  $D$ —оптическая плотность;  $T$ —средний вес таблетки, г;  $a$ —разведение;  $E_{1\text{ см}}^{1\%}$ —удельный показатель поглощения;  $H$ —навеска, г.

Измерения проводились на спектрофотометре СФ-16.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 14.11.1974)

სანალიზური ძიების

რ. ჯორბენაძე, ვ. ბოსტოგანაშვილი, რ. პინაჟკო

ტრიფთაზინის, ეტაპერაზინისა და მეტერაზინის  
სპექტროფოტომეტრიული განსაზღვრა

რეზიუმე

შესწავლილია ტრიფთაზინის, ეტაპერაზინის და მეტერაზინის შთანქმის ულტრაიისფერი სპექტრები სამ გამხსნელში: წყალში, სპირტში და 0,1 ნორმ. HCl. მოცემულია ამ სპექტრების დამახასიათებელი მაჩვენებლები. დადგენილია კონცენტრაციის საზღვრები, რომლებშიც ეს პრეპარატები ემორჩილებიან ბუგერ—ლამბერტ—ბერის კანონს. მიღებული შთანქმის ხვედრითი მაჩვენებლის სიდიდეები მოწოდებულია ამ პრეპარატების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის აღნიშნულ წამალთა ფორმებში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

R. P. JORBENADZE, V. S. BOSTOGANASHVILI, R. M. PINYAZHKO

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF TRIPHIAZIN,  
ETAPERAZIN AND METERAZIN

Summary

UV-absorption spectra of triphiazin, etaperazin and meterazin in the three solvents: water, alcohol and 0.1 norm. HCl have been studied and described. The limits of concentration have been ascertained in which the above substances are governed by the Bouguer-Lambert-Beer Law.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Госфармакопей СССР, изд. X. М., 1968, 86.
2. И. Блажек, И. Крачмар. Труды I Всесоюзного съезда фармацевтов. М., 1970, 837.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. И. НОГАЙДЕЛИ, Р. Ш. ТКЕШЕЛАШВИЛИ, Г. С. МИНДИАШВИЛИ

СИНТЕЗ ЭПОКСИСОДЕРЖАЩИХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ  
 ОЛИГОМЕРОВ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 21.10.1974)

В настоящее время большое внимание уделяется получению кремнийорганических соединений, содержащих оксидные группы. Такие соединения находят широкое применение в качестве заливочных материалов, так как обладают свойствами как кремнийорганических, так и оксидных соединений [1].

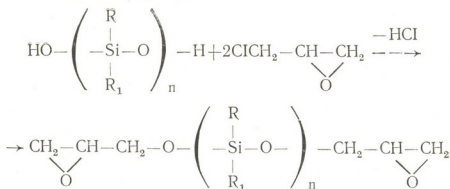
Известно, что если в состав соединения входит ароматическая группа, то она улучшает термические свойства материалов [2].

По литературным данным, эпокисиланы, синтезированные путем гидридного присоединения, рекомендованы в качестве активных растворителей заливочных оксидных и клеевых смол, в частности эпоксинолачных [3].

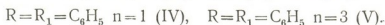
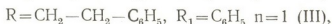
Кремнийорганические олигомеры, содержащие оксидные группы в основной цепи молекул, представляют интерес для получения заливочных компаундов и герметиков высокими термическими и диэлектрическими свойствами [4].

Для получения эпоксисодержащих кремнийорганических олигомеров нами была проведена реакция взаимодействия эпихлоргидрина с кремнийорганическими диоксисоединениями в щелочной среде с целью расширения ассортимента заливочных компаундов [5].

Исследования показали, что при нагревании исходных продуктов в соотношении 1:2 протекает реакция с выделением HCl и образованием олигомеров по следующей схеме:



где



Выход кремнийорганического эпоксисоединения в процессе реакции составляет 75—80%.



Строение олигомеров было установлено методом физико-химического анализа. В ИК-спектрах синтезированных соединений наблюдаются полосы поглощения, характерные для групп 1260, 1430, 1000—1100, 1800—2000  $\text{см}^{-1}$ . Физико-химические свойства олигомеров приведены в таблице.

Физико-химические свойства синтезированных олигомеров

№ олигомера	Внешний вид	Температура размягчения	Элементарный состав, %						Молек. вес	Выход, %	Элюксидная группа, %	
			найд.			выч.					найд.	выч.
			C	H	Si	C	H	Si				
I	Аморфное, каучукообразное вещество коричневого цвета	52	34,22 34,12	9,24 9,00	36,56 35,80	34,32	9,51	36,80	696	73%	13,32	14,05
IV	Кристаллическое вещество белого цвета	Т. пл. 183—184	69,21 69,18	6,15 6,16	8,83	68,94	6,40	8,52	360	70%	26,21	25,61
III	Каучукообразная масса типа желатина коричневого цвета	52—54	70,00 70,01	7,02 7,04	10,04 10,00	70,127	7,60	10,60	364	72%	24,16	23,30
II	Каучукообразная масса белого цвета	53—55	35,02 35,00	9,04 9,06	32,56 32,50	35,00	8,98	32,60	754	75%	11,7	10,22
V	Каучукообразная масса типа желатина белого цвета	52—63	69,40 69,52	5,40 5,35	13,45 13,34	69,70	5,50	13,55	688	73%	15,12	14,00

Синтез олигомеров I—V проводился в четырехгорловой колбе, снабженной термометром, мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой. Реакционная смесь нагревалась соответственно при температуре 110—120°C, при постоянном перемешивании, в трех порциях добавлялся 25% раствор щелочи. После добавления последней порции раствора смесь нагревалась в течение 2 часов. Полученная реакционная смесь разбавлялась эфиром и промывалась дистиллированной водой до нейтральной реакции. Выделенные олигомеры после удаления растворителей сушились при температуре 100—110°C в вакуум-сушильном шкафу до постоянного веса.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.11.1974)

ორბანული ძიება

ა. ნოლაიძელი, რ. ტყეშელაშვილი, ზ. მინდიაშვილი

ეპოქსიდური ჯგუფების შემცველი სილიციუმორგანული  
ოლიგომერების სინთეზი

რეზიუმე

უქანსკენლ ხანებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სილიციუმორგანული მონომერების მიღებას, რომლებიც შეიცავენ ეპოქსიდურ ჯგუფებს. ასეთი ნაერთები ფართოდ გამოიყენება მიკროელექტრონიკაში, როგორც საუკეთესო თვისებების მქონე მოდულიკატორები გერმეტიკებისა და კომპაუნდებისათვის.

ცნობილია, რომ თუ ნაერთის შედგენილობაში შედის არომატული ბირთვი, ის აუმჯობესებს ნაერთების თერმულ თვისებებს.

ეპოქსიდური ჯგუფების შემცველი სილიციუმორგანული ნაერთების მისაღებად ჩაატარეთ ურთიერთმოქმედების რეაქცია ეპიქლორჰიდრინსა და სილიციუმორგანულ დიოქსინაერთებს შორის ტუტის არეში 110—120° ტემპერატურის პირობებში.

მიღებული ეპოქსიდური ჯგუფის შემცველი 1—5 სილიციუმორგანული ოლიგომერების ახალი წარმომადგენლები აქტიური ეპოქსიდური ჯგუფების შემცველობის გამო საინტერესონი არიან თერმომდგრადი კომპაუნდების მოდიფიკაციისათვის.

## ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, R. Sh. TKESHELASHVILI, G. S. MINDIAHVILI

### SYNTHESIS OF EPOXIDIZED ORGANOSILICON OLIGOMERS

#### Summary

Epoxidized organosilicon oligomers have been obtained by interaction of epichlorohydrin with organosilicon dioxycompounds in alkaline medium under the temperature of 110-120°C. The oligomers are to be used for modification of sealing compounds.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Лабутин, К. С. Монохова, Н. С. Федорова. Антикоррозионные герметизирующие материалы на основе жидких каучуков. М., 1969.
2. К. М. Черняк. Эпоксидные компаунды. М., 1967.
3. Амер. патент 3160675 (1961). РЖ Хим., 1967, 1161509.
4. А. В. Ноздрин, Я. И. Миндлин, К. А. Андрианов. УХ, т. XII, 1973.
5. В. В. Коршак, И. В. Каменский, Л. К. Соловьева, Г. М. Черкасова. Авт. свид. № 226159 от 6 мая 1967 г.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. ГВЕРДЦИТЕЛИ, Э. Д. GERMAN

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ ПЕРЕНОСА ПРОТОНА  
МЕЖДУ ПСЕВДОИЗОЦИАНИНОМ И НЕКОТОРЫМИ  
ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 4.7.1974)

В работах [1—2] была развита квантово-механическая теория процессов переноса протона между двумя молекулами в полярной среде. Согласно результатам, полученным в этой теории для систем, в которых единственной классической подсистемой является растворитель, соответствующее выражение для свободной энергии активации имеет вид

$$\Delta F^\ddagger = U_c^r + (E_s + \Delta F_0 + U_c^p - U_c^r)^2/4 E_s - kT \ln \left( \kappa \frac{\hbar \omega_{ef}}{kT} \cdot \Delta V \right) \cdot \quad (1)$$

Входящие в формулу (1) величины имеют следующий смысл:  $U_c^{r,p}$  — свободные энергии кулоновского взаимодействия в растворителе соответственно между реагентами и продуктами,  $E_s$  — энергия реорганизации растворителя,  $\Delta F_0$  — свободная энергия реакции,  $\kappa$  — трансмиссионный коэффициент,  $\omega_{ef}$  — эффективная частота флуктуаций поляризации растворителя ( $\text{сек}^{-1}$ ),  $\Delta V$  — реакционный объем (моль $^{-1}$ ).

Соответствующее значение  $\Delta H^\ddagger$  равно

$$\Delta H^\ddagger = (\Delta F_0 + E_s + U_c^p - U_c^r)^2/4 E_s + U_c^r - \alpha \gamma T \varepsilon_s U_c^p - (1 - \alpha) \gamma T \varepsilon_s U_c^r + \\ + \alpha (1 - \alpha) \gamma T (1/\varepsilon_0 - 1/\varepsilon_s)^{-1} E_s + \alpha T \Delta S_0. \quad (2)$$

В формуле (2)  $\gamma = \partial/\partial T(1/\varepsilon_s)$  — температурный коэффициент статической диэлектрической проницаемости  $\varepsilon_s$ ,  $\alpha$  — коэффициент симметрии, определяемый как

$$\alpha = \partial(\Delta F^\ddagger)/\partial(\Delta F_0) = \frac{1}{2} + (\Delta F_0 + U_c^p - U_c^r)/2 E_s, \quad (2a)$$

а  $\varepsilon_0$  — оптическая диэлектрическая проницаемость.

При теоретическом рассмотрении наибольший интерес представляют реакции, для которых имеется максимальное количество экспериментальной информации. С этой точки зрения нами для анализа выбраны реакции между псевдоизоцианином и органическими кислотами в водной среде.

Кинетика и термодинамика этих процессов были детально исследованы в [3].

Анализ спектроскопических данных показывает, что с достаточной точностью эти реакции можно рассматривать в рамках модели, для которой в теории получены приведенные выше результаты и, следовательно, использовать для вычисления констант скоростей и энталь-



пии активации формулы (1)–(2). При этом входящие в эти формулы параметры  $E_s$ ,  $\alpha$  и  $\omega_{ef}$  были оценены на основе анализа экспериментальных данных для реакции  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с цианидом и использованы затем для расчета констант скоростей остальных реакций.

Учтем, что в начальном состоянии свободная энергия кулоновского взаимодействия  $U_c^0$  равна нулю (один из реагентов не заряжен) и что вклад компоненты  $\alpha\gamma(1-\alpha)T(1/\epsilon_0 - 1/\epsilon_s)^{-1}E_s$  в  $\Delta H^\ddagger$  пренебрежимо мал и она может быть опущена. Разрешая (2) относительно  $E_s$  и подставляя в полученное выражение экспериментальные значения параметров и с использованием величины  $U_c \sim 2$  ккал/моль, найденной (см. ниже) из анализа изотопного эффекта, получаем значение  $E^s = 43$  ккал/моль. Соответствующее значение параметра  $kT \ln \left( \alpha \frac{h\omega_{ef}}{kT} \Delta V \right)$ , найденное из (1), составляет  $\sim -5,0$  ккал/моль.

С помощью полученных значений  $E_s$  и  $kT \ln \left( \alpha \frac{h\omega_{ef}}{kT} \Delta V \right)$  можно убедиться в корректности оценки  $U_c$ , проведенной ниже по данным об изотопном эффекте. Действительно, подстановка этой величины в выражение для  $\Delta F^\ddagger$  обратного процесса после решения соответствующего квадратного уравнения приводит к значению  $U_c$ , хорошо согласующемуся с указанным выше значением. Сопоставление теоретических и экспериментальных значений для остальных реакций данной серии приведено на рис. 1. Сплошной линией изображена теоретическая зависимость

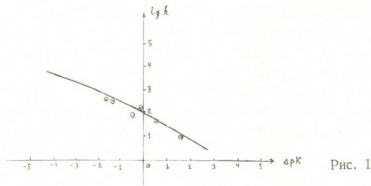


Рис. 1

между  $\lg k$  и  $\Delta pK$ , в которой для  $E_s$ ,  $U_c$  и  $kT \ln \left( \alpha \frac{h\omega_{ef}}{kT} \Delta V \right)$  использованы найденные выше значения параметров. Как видно из рисунка, совпадение теории и эксперимента достаточно хорошее.

В соответствии с (1) и в предположении, что энергия реорганизации растворителя одинакова для реакций переноса протона и дейтрона (см. [4, 5]), выражение для кинетического изотопного эффекта приближенно можно записать в виде

$$\frac{k_H}{k_D} \simeq \frac{\alpha_H}{\alpha_D} \cdot \exp \left[ \alpha \cdot \frac{\Delta F_{OD} - \Delta F_{OH}}{kT} \right]. \quad (3)$$



Обозначив через  $\omega_H^{in}$  и  $\omega_H^{fn}$  частоты нулевых колебаний протона в начальном и конечном состояниях соответственно, перепишем разность свободных энергий в виде

$$\Delta F_{OD} - \Delta F_{OH} = -0,145 \left( \hbar \sum_n \omega_H^{in} - \hbar \sum_n \omega_H^{fn} \right). \quad (4)$$

Согласно результатам работы [4], величина  $\Delta F_{OD} - \Delta F_{OH} = kT \ln \frac{K_H}{K_D} = -0,11$  ккал/моль, где  $K_H$  и  $K_D$  — константы равновесия. Подстановка значения  $-0,11$  ккал/моль в (4) приводит к величине  $\Delta\omega = \sum_n \omega_H^{fn} - \sum_n \omega_H^{in} = 170 \text{ см}^{-1}$ .

С помощью  $\Delta\omega$  и данных ИК-спектров уксусной кислоты [6, 7] можно сделать оценку частот колебаний протона C—H-связи в протонированном цианине, которые экспериментально неизвестны. Полагая приближенно, что частота валентных колебаний протона в 2 раза больше частоты деформационных колебаний, перепишем разность  $\Delta\omega$  в виде  $\Delta\omega \simeq 2\omega_{OH}^{вал.} - \omega_{OH}^{вал.} - 2\omega_{OH}^{деф.}$ . Отсюда следует, что  $\omega_{CH}^{вал.} = \frac{1}{2}(\Delta\omega + \omega_{OH}^{вал.} + 2\omega_{OH}^{деф.}) \approx 2900$ . Оцененное значение удовлетворительно согласуется с характерными частотами колебаний C—H-связи у вторичного углерода [6].

Зная частоты  $\omega_H^i$  и  $\omega_H^f$ , можно оценить с помощью формулы (3) расстояние переноса протона ( $\Delta r$ ). В гармоническом приближении и в пренебрежении малым экспоненциальным членом в (4) выражение для изотопного эффекта принимает вид

$$\frac{k_H}{k_D} = \exp \left[ \frac{m_H}{\hbar} \cdot \frac{\omega_H^i \omega_H^f}{(\omega_H^i + \omega_H^f)} \cdot 0,41 \Delta r^2 \right]. \quad (5)$$

При вычислении  $\Delta r$  представляется разумным принять модель, согласно которой переход происходит вдоль координаты деформационного колебания, поскольку в этом случае протонные волновые функции лучше перекрываются.

Из (5) с учетом указанных значений частот и экспериментального значения  $k_H/k_D = 5,56$  [3] находим, что  $\Delta r \approx 0,5 \text{ \AA}$ . На основании найденного значения  $\Delta r$  была сделана оценка свободной энергии кулоновского взаимодействия между протонированным цианином + 2e и анионом уксусной кислоты в рамках простой модели Борна. Если взять для  $\epsilon_S$  значение 80 и принять во внимание, что при переходе вдоль деформационного колебания молекулам реагентов выгоднее всего находиться во взаимно перпендикулярных плоскостях, получим значение  $U_c \approx 2$  ккал/моль.

მ. გვერდსიტელი, ე. დ. გერმანი

პროტონის გადატანის რეაქციის თეორიული ანალიზი  
 ფსევდოიზოციანინისა და ზოგიერთ ორგანულ მჟავას შორის

რეზიუმე

ქიმიური რეაქციის კინეტიკის კვანტურ-მექანიკური თეორიის თვალსაზრისით გამოთვლილ იქნა პროტონის გადატანის პროცესის ძირითადი კინეტიკური პარამეტრები ფსევდოიზოციანინისა და ექვს ორგანულ მჟავას შორის.

ORGANIC CHEMISTRY

M. I. GVERDTSITELI, E. D. GERMAN

THEORETICAL STUDY OF THE REACTIONS OF PROTON  
 TRANSFER BETWEEN PSEUDOISOCYANIN AND SOME  
 ORGANIC ACIDS

Summary

The main kinetic parameters of proton transfer reactions between pseudoisocyanine and six organic acids has been calculated in terms of the quantum-mechanical theory of the kinetics of chemical reactions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. G. Levich, R. R. Dogonadze, E. D. German, A. M. Kuznetsov, Yu. I. Khar'kats. *Electrochim. Acta* 15, 1970, 353.
2. М. И. Воротынцева, Р. Р. Догонадзе, А. М. Кузнецов. *ДАН СССР*, 209, 1973, 1135.
3. P. J. Dynes, G. S. Chapman, E. Kebede, F. W. Schneider. *J. Am. Chem. Soc.* 94, 1972, 6356.
4. ე. დ. გერმანი, Ю. И. Харкац. *Изв. АН СССР, сер. «Химия»*, (5), 1972, 1031.
5. ე. დ. გერმანი, Р. Р. Догонадзе, А. М. Кузнецов, В. Г. Левич, Ю. И. Харкац. *Электрохимия*, 6, 1970, 350.
6. Белами. *Инфракрасные спектры сложных молекул*. М., 1963.
7. K. Nakamoto, S. Kishida. *J. Chem. Phys.*, 1964, 1154, 41.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

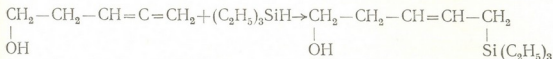
К. И. ЧЕРКЕЗИШВИЛИ, М. О. ТАКТАКИШВИЛИ,  
 И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ГИДРОСИЛИЛИРОВАНИЕ ПЕРВИЧНЫХ АЛЛЕНОВЫХ  
 β- И α-СПИРТОВ

Ранее нами была изучена реакция триэтилсилана с первичным ви-  
 нилацетиленовым спиртом — β-винилэтилэтанолом [1]. Было уста-  
 новлено, что она протекает с образованием как продукта присоеди-  
 нения, так и продукта одновременного присоединения — дегидроконден-  
 сации.

В настоящей работе исследовалась реакция гидросилилирования  
 первичного алленового β-спирта — пентадиен-3,4-ола-1 триэтилсиланом  
 и первичного алленового α-спирта — 2-этил-гептадиен-2,3-ола-1 три-  
 этил- и трипропилсиланом. Представляло интерес изучение влияния  
 строения спирта и триалкилсилана на направленные реакции.

В случае β-спирта присоединение протекает по алленовой связи:



В ИК-спектре продукта присоединения сохраняется (с некоторым  
 смещением частоты) в области 3600—3400 см<sup>-1</sup> полоса поглощения  
 гидроксила, исчезают полосы поглощения алленовой группы при  
 1662 см<sup>-1</sup> и крайнего водородного атома винильной группы при  
 3007—3000 см<sup>-1</sup>, возникает поглощение двойной связи в фрагменте



Рис. 1. ЯМР-спектр 5-триэтилсилилпентен-3-ола-1 (I)

В спектре ЯМР продукта присоединения имеется синглетный сиг-  
 нал гидроксила при 1,57 м. д., мультиплетный сигнал при 3,19—  
 39. „მეცნიერება“, ტ. 77, № 3, 1975



№	Соединение	Выход, %	Т. кип. (Р мм)	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	MR <sub>D</sub>		Найдено, %			Формула	Вычислено, %			N <sub>вкл.</sub>		Rf
						най- дено	выч- слено	C	H	Si		C	H	Si	най- дено, %	выч- слено, %	
1	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 \end{array}$	67	121—122 (3)	0,8516	1,4610	64,44	63,78	66,05 66,12	12,24 12,42	14,04 14,24	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> OSi	66,00	12,00	14,14	8,7	8,6	0,85
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{OSi}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 \end{array}$	82	85 (4)	0,8673	1,4573	62,21	62,48	66,72 66,44	11,50 11,35	14,19 14,56	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> OSi	66,66	11,11	14,14	—	—	0,9
3	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_7 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 \end{array}$	75	Фракция 107—125 (1,5)	0,8745	1,4704	81,72	82,28	70,81 70,51	12,52 12,61	10,63 10,39	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub> OSi	70,31	12,50	10,94	6,8	6,7	0,15
4	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_7 \\   \\ \text{OSi}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 \end{array}$	75	103—106 (1)	0,8612	1,4592	80,65	81,07	70,56 70,38	11,66 11,73	10,85 10,65	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> OSi	70,86	11,81	11,02	—	—	0,95
5	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_7 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{Si}(\text{C}_3\text{H}_7)_3 \end{array}$	72	Фракция 135—148 (3)	0,8783	1,4788	96,37	96,34	72,43 72,74	12,74 12,73	9,59 9,46	C <sub>18</sub> H <sub>28</sub> OSi	72,48	12,75	9,37	5,96	5,72	0,5
6	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_7 \\   \\ \text{OSi}(\text{C}_3\text{H}_7)_3 \end{array}$	72	113—115 (3)	0,8666	1,4732	95,88	95,02	72,38 72,73	12,55 12,69	9,65 9,53	C <sub>18</sub> H <sub>26</sub> OSi	72,97	12,16	9,45	—	—	0,95
7	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> Si—O—C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	85	60 (2)	0,8208	1,4251	69,82	63,43	65,76 65,46	13,64 13,42	12,43 12,64	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> OSi	65,35	13,86	13,87	—	—	—

ношение карбинол:силан-катализатор 1:1:10<sup>-3</sup>). Реакционную смесь нагревали до 60° в течение 3 часов и подвергали фракционированию, отделяя низкокипящую фракцию непрореагировавшего силана, карбинола и изопропилового спирта. Высококипящую фракцию, состоящую из продуктов реакции, разделяли методом колончатой хроматографии (окис алюминия второй степени активности по Брокману, бензол). Чистоту выделенных индивидуальных продуктов проверяли методом тонкослойной хроматографии. Получены вещества (I), (III), (IV), (V), (VI), (см. таблицу).

Получение триалкилсилильных эфиров алленовых спиртов проводили взаимодействием триалкилхлорсиланов с алленовыми спиртами в среде пиридина. К эквимолекулярной смеси карбинола с пиридином при перемешивании по каплям прибавляли расчетное количество хлорсилана. Реакционную смесь нагревали в течение 3 часов при 60°; после отстаивания органический слой сливали с осадка и перегоняли в вакууме. Получены эфиры (III) и (V) см. таблицу).

Гидрирование кремниевого эфира β-спирта (5-триэтилсилилил-3-пентен-1-ола (II)) проводили над Pd/CaCO<sub>3</sub>. В качестве растворителя использовали этилацетат. На 1 г вещества брали 0,1 г катализатора и 10 мл растворителя. Гидрирование проводили при атмосферном давлении, контролируя количество израсходованного водорода. Реакционную массу перегоняли в вакууме. Получено вещество (VII).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.11.1974)

ორგანული ქიმია

კ. ჩერკეზიშვილი, მ. თაკთაკიშვილი,  
 ი. გვერდციტიელი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

პირველადი ალენური β- და α-სპირტების  
 ჰიდროსილილირების რეაქცია

რეზიუმე

შესწავლილია პირველადი ალენური სპირტების — პენტადიენ-3,4-ოლ-1-ის და 2-ეთილ-პენტადიენ-2,3-ოლ-1-ის ჰიდროსილილირების რეაქცია ტრიეთილ- და ტრიპროპილსილანით H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>-ის თანამყოფობით.

ORGANIC CHEMISTRY

К. И. CHERKEZISHVILI, М. О. ТАКТАКИШВИЛИ, И. М. GVERDTSITELI  
 THE REACTION OF HYDROSILYLATION OF PRIMARY ALLENE  
 β-AND α-ALCOHOLS

Summary

The reaction of hydrosilylation of primary allene alcohols: pentadiene-3,4-ol-1 and 2-ethyl-pentadiene-2,3-ol-1 with triethyl and tripropyl silanes in the presence of H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> was studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

И. И. М. Гвердцители, К. И. Черкезшвили, М. С. Мелуа. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 73.





Я. Н. ТАВАРКИЛАДЗЕ, Г. А. ГОЦАДЗЕ  
 К ТЕОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ И РОСТА КРИСТАЛЛОВ

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 1.11.1974)

В основу современной теории роста кристаллов положена модель винтовой дислокации, предложенная впервые в 1949 г. Ф. Франком [1, 2]. Модель винтовой дислокации получила неоднократное экспериментальное подтверждение [3]. Однако все еще не установлена причинно-следственная связь возникновения винтовой дислокации.

Одним из важных этапов для исследования причинной связи возникновения и развития дислокации и количественной оценки этих процессов является определение минимального числа атомов в устойчивом комплексе, способном выполнить роль центра кристаллизации, и установление его первоначальной пространственной формы.

Силы, определяющие строение кристаллов, зависят от энергии взаимосвязи атомов, участвующих в формировании элементарной ячейки. Полная энергия связи  $E$  между атомами в комплексе может быть определена как сумма энергий связи между атомами, находящимися во «внутреннем» пространстве комплекса  $E_v$  и на его «наружной» поверхности  $E_F$ :  $E = E_v + E_F$ . (1)

Исходя из общих физических принципов устойчивый комплекс должен быть образован, если

$$E_v \geq E_F. \quad (2)$$

Энергию связи между атомами, находящихся на «наружной» поверхности комплекса при образовании твердой фазы, целесообразно дифференцировать в зависимости от места расположения атомов на гранях, ребрах и вершинах комплекса, т. е.

$$E_F = E_t + E_l + E_v, \quad (3)$$

где  $E_t$ ,  $E_l$ ,  $E_v$  — энергия связи атомов на гранях, ребрах и вершинах.

Геометрическая форма устойчивого комплекса должна быть predetermined величинами  $E_t$ ,  $E_l$ ,  $E_v$  и их соотношениями; при этом должны выполняться условия

$$E_F = E_t + E_l + E_v = \min, \quad (4) \quad N = \text{const}, \quad (5)$$

$N$  — число атомов в устойчивом комплексе.

Энергия связи  $i_k$  атомов на грани  $i$  определяется:

$$\varepsilon_i = \sum_{j=1}^{i_k} \varepsilon_{i,j}.$$

Энергия связи атомов, находящихся на всех гранях комплекса,

$$E_t = \sum \varepsilon_i = \sum_{i=1}^{i_k} \sum_{j=1}^{i_k} \varepsilon_{i,j}. \quad (6)$$

Аналогично энергия связи  $m_k$  атомов на ребрах

$$E_l = \sum_{l=1}^{l_k} \sum_{m=1}^{m_k} \varepsilon_{l,m}. \quad (7)$$





Энергия связи атомов, расположенных на вершинах комплекса,

$$E_v = \sum_{v=1}^{\nu_k} \varepsilon_v. \quad (8)$$

С учетом выражений (6), (7) и (8) уравнение (3) можно переписать:

$$E_F = \sum_{i=1}^{i_h} \sum_{j=1}^{j_h} \varepsilon_{i,j} + \sum_{l=1}^{l_h} \sum_{m=1}^{m_h} \varepsilon_{l,m} + \sum_{v=1}^{\nu} \varepsilon_v. \quad (9)$$

Уравнения (1), (9) и условия (2), (4), (5) дают возможность определить геометрическую форму зарождающегося кристалла и рассчитать минимальное число атомов, сосредоточенных в устойчивом комплексе. Однако в настоящее время нет аналитических методов расчета дифференцированных значений энергии связи между атомами в кристаллической решетке. Нет также методики экспериментального определения их значений. Данное обстоятельство объясняется тем, что формирование кристаллической решетки является сложным многофакторным процессом. В результате взаимодействия этих факторов образуется вполне конкретная структура кристаллической решетки с соответствующим координационным числом, в котором отражаются все действующие факторы.

Координационное число содержит определенную информацию как о геометрии кристаллической решетки, так и о физико-химических свойствах кристалла. С этих позиций применение координационного числа, которое можно рассмотреть как результирующий параметр процесса формирования решетки, является одним из возможных решений для аналитического определения дифференцированных значений энергий связи между атомами в кристаллической решетке. По значениям координационного числа атомов можно оценить распределение энергий связи как во внутренней структуре, так и на ее поверхности.

Для этой цели необходимо координационное число КЧ представить как сумму координационных чисел насыщенных КЧ<sub>н</sub> и свободных КЧ<sub>с</sub> связей между атомами:

$$\text{КЧ} = \text{КЧ}_n + \text{КЧ}_c. \quad (10)$$

Исходя из этого энергию связи атомами можно выразить так: общая энергия

$$E = \text{КЧ} \cdot N \cdot U, \quad (11)$$

объемная энергия

$$E_v = U \cdot (\text{КЧ}_{n,i} \cdot n_i + \text{КЧ}_{n,l} \cdot n_l + \text{КЧ}_{n,v} \cdot n_v + \text{КЧ} \cdot n_v), \quad (12)$$

поверхностная энергия

$$E_F = U (\text{КЧ}_{c,i} \cdot n_i + \text{КЧ}_{c,l} \cdot n_l + \text{КЧ}_{c,v} \cdot n_v). \quad (13)$$

Здесь  $n$  — количество атомов в узлах кристаллической решетки,  $U$  — энергия связи каждой пары атомов в комплексе,  $i, l, v$  — индексы, указывающие на принадлежность к грани, ребру, вершине.

Дифференцированные значения энергии, рассчитанные на основе координационных чисел насыщенных и свободных связей, могут создать возможность по-новому объяснить ряд процессов, протекающих на поверхности кристалла.

На основе полученных соотношений (10), (11), (12), (13) выведены следующие уравнения: для структурного типа галита

$$E_F = 6n_i^2 \cdot \text{КЧ}_{c,i} \cdot U, \quad (14) \quad E_v = \frac{(n_i^2 \cdot \text{КЧ} - 6n_i^2 \cdot \text{КЧ}_{c,i}) U}{2}, \quad (15)$$

для структурного типа хлористого цезия

$$E_F = 2 [3 KЧ_{c, i} (n_i - 1)^2 + 3 KЧ_{c, i} (n_i - 1) + KЧ_{c, v}] \cdot U, \quad (16)$$

$$E_v = \frac{2 \cdot n_i^3 \cdot KЧ - 2 [3 \cdot KЧ_{c, i} (n_i - 1)^2 + 3 KЧ_{c, i} (n_i - 1) + KЧ_{c, v}] \cdot U}{2}. \quad (17)$$

Значение координационных чисел атомов в структуре хлористого натрия и хлористого цезия, а также распределение значений свободных связей на гранях, ребрах и вершинах сгруппированы в таблице.

Структура	KЧ [4, 5]	$KЧ_{c, i} / KЧ_{n, i}$	$KЧ_{c, i} / KЧ_{n, i}$	$KЧ_{c, v} / KЧ_{n, v}$
NaCl	6	1/5	2/4	3/3
CsCl	8	4/4	6/2	7/1

Устойчивые комплексы для рассматриваемых структур могут быть образованы при выполнении следующих условий:

для структурного типа галита

$$\frac{n_i^3 \cdot KЧ - 6 n_i^2 \cdot KЧ_{c, i}}{2} U \geq 6 n_i^2 \cdot KЧ_{c, i} U, \quad (18)$$

для структурного типа хлористого цезия

$$n_i^3 \cdot KЧ \geq 3 [3 \cdot KЧ_{c, i} (n_i - 1)^2 + 3 KЧ_{c, i} (n_i - 1) + KЧ_{c, v}]. \quad (19)$$

Условия (18) и (19) с учетом значений координационных чисел, приведенных в таблице, выполняются при  $n_i=3$  для структурного типа галита и при  $n_i=4$  для структурного типа хлористого цезия. Следовательно, минимальное число атомов в устойчивом комплексе NaCl составит 27, а для CsCl — 128. На рис. 1 и 2 представлены структуры устойчивых комплексов.

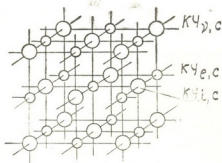


Рис. 1. Устойчивый комплекс NaCl объединяет 14 атомов Cl и 13 атомов Na

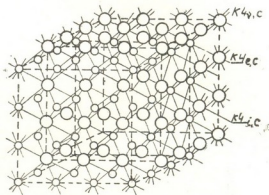


Рис. 2. Устойчивый комплекс CsCl построен из двух блоков, каждый из которых объединяет по 64 атома

Исходя из минимального числа атомов и значений энергии решетки NaCl и CsCl, равных 182 и 159 ккал/моль соответственно [6], энергия устойчивых комплексов составляет для хлористого натрия  $E=3,4 \times 10^{-17}$  Дж, для хлористого цезия  $E=14 \times 10^{-17}$  Дж.

Полученные данные дают основание утверждать, что в процессе роста кристалла участвуют не только отдельные атомы, но и соответствующие фрагменты от атомов до устойчивых комплексов включительно. Участие устойчивых комплексов в процессе роста кристалла предопределяет возникновение ступенек роста и винтовой дислокации. Пространственные формы устойчивых комплексов NaCl и CsCl указывают на то, что возникновение начальных ступенек роста и винтовой дислокации является свойством самой структуры устойчивых комплексов. Из структур устойчивых комплексов (рис. 1, 2) следует, что их кристаллы могут расти ступенчато с шагом 1/2 и 1 ребра

устойчивого комплекса для структурного типа галита и с  $1/6$  до  $1$  ребра устойчивого комплекса для хлористого цезия. Кроме того, в процессе построения кристаллической решетки ожида-

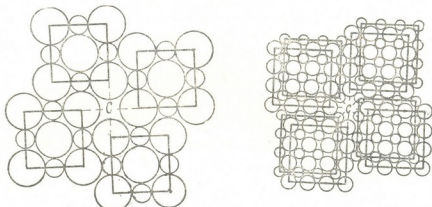


Рис. 3. Модели роста кристаллов NaCl (а) и CsCl (б) из блоков устойчивых комплексов. Структуры устойчивых комплексов предопределяют образование ступенек роста и вакантных мест (С) — «пустот» со свободными ионными связями, обозначенными пунктиром

ется возникновение так называемых «пустот» со свободными ионными связями. Геометрическая интерпретация блочного роста кристаллов представлена на рис. 3, а, б.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 14.11.1974)

მიზიკური ჰიზია

ი. თავართკილაძე, გ. გოცაძე

კრისტალის წარმოქმნისა და ზრდის თეორიისათვის

რეზიუმე

ჩამოყალიბებულია მდგრადი კომპლექსის წარმოქმნის პირობები, რომელსაც შეუძლია შეასრულოს კრისტალიზაციის ცენტრის როლი. გამოყვანილია განტოლებები, კოორდინაციული რიცხვის გამოყენებით, კრისტალურ მესერში ენერჯის განაწილების გამოსათვლელად.

PHYSICAL CHEMISTRY

I. N. TAVARTKILADZE, G. A. GOTSADZE

CONCERNING THE THEORY OF CRYSTAL FORMATION AND GROWTH

Summary

The conditions for the formation of steady complexes capable of playing the role of crystal nucleus are formulated. The equations for the calculation of energy distribution in the crystal grating with consideration of the coordination number are deduced.

It is argued that the formation of the initial stages of growth as well as of the so-called vacant locations with free ionic links and screw dislocations are the properties of the structure of steady complexes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. C. Frank. Nature, 163, 1949, 398.
2. F. C. Frank, W. T. Read. Phys. Rev., 79, 1950, 722.
3. Г. Турчани, Т. Хорват, И. Тарьян. Сб. «Рост кристаллов», т. V. М., 1965.
4. У. Г. Брэгг и др. Рентгеновские лучи и строение кристаллов. М.—Л., 1929.
5. А. С. Поваренных. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев, 1966.
6. Б. Борн, М. Геперт-Майер. Теория твердого тела. Л.—М., 1938.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), К. П. ГВЕЛЕСИАНИ

СОВМЕСТНОЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СВИНЦА И ДВУОКСИ МАРГАНЦА ИЗ АНОДНОГО ШЛАМА ПРОИЗВОДСТВА МАРГАНЦА

В постановлениях XXIV съезда КПСС большое внимание уделяется выявлению и рациональному использованию внутрипроизводственных резервов.

Современная технология получения электролитического марганца не обеспечивает рационального использования анодного процесса. В заводских электролизерах значительная часть анодного тока расходуется на образование кислорода, который, захватывая кислый электролит, выделяется в атмосферу. Нельзя считать рациональной и ту часть тока, которая расходуется на образование двуокиси марганца, так как полученная при температуре 15—35°C двуокись марганца является не крупнокристаллической и загрязнена разными примесями. Такая двуокись марганца неактивна, она не нашла применения в химических источниках тока и полностью идет на отвал [1].

Цель работы — применение в качестве сырья не использовавшегося до настоящего времени анодного шлама производства электролитического марганца для совместного электрохимического извлечения свинца на катоде и активной двуокиси марганца  $\gamma$ -модификации на аноде.

Первая стадия химической переработки анодного шлама заключается в восстановительном обжиге в печи кипящего слоя с использованием в качестве восстановительного агента окиси углерода.

Примерный состав анодного шлама:  $MnO_2$ —65,05÷76,2%,  $Pb(PbO, PbO_2, PbSO_4)$ —8,5÷13,15%,  $SO_4$ —6,35÷10,45%, влага 9—11%.

Вторая стадия — выщелачивание шлама соляной или серной кислотой, третья — совместные электрохимические извлечения свинца и активной двуокиси марганца  $\gamma$ -модификации из хлоридных электролитов.

Для переработки руд с низким содержанием кальция наиболее выгодно сернокислотное и солянокислотное выщелачивание, при котором получают соответственно сульфатные и хлоридные соли марганца и свинца. Из них электролизом можно извлекать ценнейшие для нужд промышленности продукты — электролитический марганец, электролитический свинец и активную двуокись марганца  $\gamma$ -модификации.

Выщелачивание проводится в стеклянном сосуде емкостью 200 мл. В сосуд загружается определенное количество восстановленного шлама и кислый раствор определенной концентрации. Пульпа перемешивается механической мешалкой со скоростью 150—200 об/мин при температурах 20—25 и 70—80°C.



После окончания выщелачивания суспензия отфильтровывается, остаток тщательно промывается и определяется содержание свинца и марганца как в фильтрате, так и в остатке. Полученный после выще-

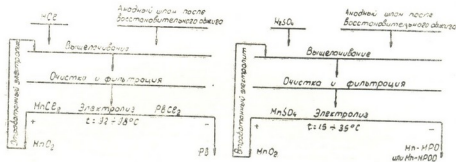


Рис. 1. Технологические схемы выщелачивания соляной и серной кислотой анодного шлама производства электролитического марганца после восстановительного обжига в печи кипящего слоя

лачивания остаток содержит в основном сульфат свинца и может быть успешно применен в качестве сырья для получения свинца восстановительным обжигом или как добавка в керамическом производстве в виде красителя.

Таблица 1

Состав анодного шлама после восстановительного обжига

Элементы	Mn	Pb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe
%	58,52	7,90	16,40	0,56	0,12	0,025

Нами изучена зависимость извлечения марганца и свинца от температуры и времени выщелачивания. Из рис. 2 и 3 видно, что с увеличением температуры от 25 до 80°C в течение первых минут скорость извлечения возрастает почти на 25% и заканчивается через 6 минут при выщелачивании серной кислотой и через 7 минут соляной кислотой.

После выщелачивания восстановленного шлама серной или соляной кислотой электролит очищается и подвергается электролизу. Из растворов сульфата марганца получается высокочистый электролитический марганец МРО [2].

Хлоридные растворы свинца и марганца, содержащие 100 — 120 г/л  $Mn^{2+}$  и 16—20 г/л  $Pb^{2+}$ , подвергаются электролизу, и совместно получают электролитический свинец высокой чистоты и крупнокристаллическая активная двуокись марганца  $\gamma$ -модификации.

Для получения некомпактного или губчатого электролитического свинца из хлоридов свинца применяются растворимые и нерастворимые аноды [3, 4]. В качестве растворимых анодов применяются железо или чугун, а нерастворимых — графит.

Использование в качестве анода железа или чугуна связано со значительным расходом анодного материала, а также с необходимостью очистки отработанного электролита от железа и других примесей. Применение нерастворимых анодов связано с выделением на аноде хлора, что весьма осложняет конструкцию электролизера, причем





электролиз ведется при температуре 25—55°C и с высоким содержанием свинца 20—40 г/л. В качестве добавок в электролит вводятся NaCl, CaCl<sub>2</sub>, клей и фенол при плотности тока на катоде 2—20 а/дм<sup>2</sup>.

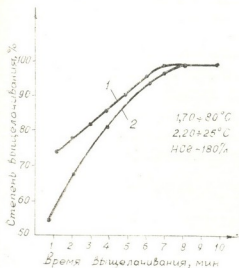


Рис. 2. Зависимость извлечения марганца от температуры и времени выщелачивания соляной кислотой

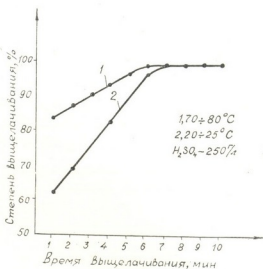


Рис. 3. Зависимость извлечения марганца от температуры и времени выщелачивания серной кислотой

Мы задались целью устранить вышеуказанный недостаток путем полезного использования как катодного, так и анодного тока. Это достигнуто совместным электролизом хлоридов свинца и марганца. В качестве анода применен титан, катода — свинец, на котором перенапряжением выделения водорода имеет высокое значение.

Электролиз проводится в бездиафрагменной ванне емкостью 3 л. Продолжительность электролиза 50 часов, температура 92—98°C, катодная плотность тока 0,25—0,5 а/дм<sup>2</sup>, анодная 0,5—0,9 а/дм<sup>2</sup>, напряжение на ванне 1,83—2,26 в, рН 1—3 (катоды менялись через каждые 4 часа). В этих условиях получен выход по току MnO<sub>2</sub> 98%—100% и свинца 90%—96,5%. Эти результаты достигнуты благодаря высокой температуре, высокому содержанию в электролите марганца и низкой плотности тока на аноде и катоде. На катоде получается блестящий листовидный компактный осадок свинца, а на аноде — компактная крупнокристаллическая двуокись марганца.

Таблица 2

Анализ анодного осадка

Элементы	MnO <sub>2</sub>	Mn	Pb	SO <sub>4</sub>	Fe	Ti	Ca	Cl
%	92,87	59,28	0,23	0,51	0,064	0,003	нет	0,01

В катоде осадок содержит 99,7% свинца.

Проведенные исследования показали целесообразность выщелачивания соляной или серной кислотой анодного шлама производства электролитического марганца после восстановительного обжига в печи кипящего слоя. Установлены следующие оптимальные условия: концентрация соляной кислоты 180 г/л, концентрация серной кислоты



250 გ/ლ, температура выщелачивания в обоих случаях 70—80°C, отношение Т:Ж=1:4, время выщелачивания 6—7 минут.

Раствор, полученный выщелачиванием серной кислотой, можно применять для получения электролитического марганца высокой чистоты или двуокиси марганца  $\gamma$ -модификации.

Раствор, полученный выщелачиванием соляной кислотой, содержащий 100-÷-120 г/л  $Mn^{2+}$  и 16-÷-20 г/л  $Pb^{2+}$ , можно подвергать электролизу и получать высококачественный свинец и активную двуокись марганца  $\gamma$ -модификации при плотности тока на катоде 0,25-÷-0,5 а/дм<sup>2</sup>, на аноде 0,5-÷-0,9 а/дм<sup>2</sup> и при температуре электролиза 92—98°C. Выход по току  $MnO_2$  98-÷-100%, а свинца 90-÷-96,5%.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.9.1974)

ელემენტარული

რ. აგლადე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), კ. გველესიანი  
ტყვიისა და მანგანუმის ორჟანგის ერთობლივი  
ელემენტარული ამოღება მანგანუმის წარმოების  
ანოდური შლამისაგან  
რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია ანოდური შლამის აღდგენითი გამოწვის შემდეგ მისი გამოტუტვის პროცესი სულფატური და ქლორიდული ხსნარებით. დადგენილია ელექტროლიზური მანგანუმისა და მანგანუმის ორჟანგის, აგრეთვე მანგანუმის ორჟანგისა და ტყვიის ერთობლივი მიღების შესაძლებლობა ასეთი ხსნარებიდან.

ELECTROCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, K. P. GVELESIANI

## JOINT EXTRACTION OF ELECTROLYTIC LEAD AND MANGANESE DIOXIDE FROM THE ANODIC SLIMES OF ELECTROLYTIC MANGANESE PRODUCTION

### Summary

The leaching process of anodic slimes by sulphate and chloride solutions after its reduction roasting has been studied. The feasibility of obtaining electrolytic manganese and manganese dioxide, as well as of joint extraction of manganese dioxide and lead from these solutions is shown.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Агладзе. Послесловие. Сб. «Электрохимия марганца», т. IV. Тбилиси, 1969, 379—382.
2. Р. И. Агладзе. Авт. свид. № 59273, 59306, 1939.
3. О. А. Хан. Сб. «Гидроэлектрометаллургия хлоридов». Киев, 1964, 163—168.
4. А. В. Помосов, А. И. Левин, Е. Е. Крымакова. Сб. «Гидроэлектрометаллургия хлоридов». Киев, 1964, 169—176.





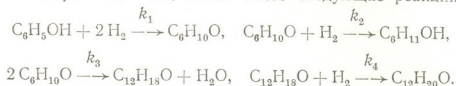
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. П. ЧЕРНЫШОВА, З. Я. КЕРВАЛИШВИЛИ, Н. Н. ХОПЕРИЯ,  
 С. С. ГЛУЗМАН, Г. Т. ГОГОЛАДЗЕ, К. Г. ОПАРИНА, Ф. З.  
 ШУМСКОЙ, Т. В. МЕХРАДЗЕ, Н. К. ГВАЛИЯ, В. И. БСРИСОВА,  
 Л. Н. БОРИСОВА

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ГИДРИРОВАНИЯ  
 ФЕНОЛА

(Представлено академиком Н. А. Ландия 22.4.1974)

Согласно экспериментальным данным, при гидрировании фенола на катализаторе типа ФПК имеют место следующие реакции:



В математической модели кинетики, полученной для целей проектирования реактора, учитывались только реакции в прямом направлении, так как в обратном направлении скорости незначительны [1].

Циклогекселиденциклогексанон неустойчив и сразу подвергается гидрированию. В связи с этим далее учитывалась суммарная скорость образования циклогексилциклогексанаона.

Скорость гетерогенной реакции, протекающей в присутствии твердого катализатора,

$$W_i = \frac{d(Vc_i)}{dV_k}, \quad (1)$$

где  $V$ —поток веществ, моль/час;  $c_i$ —концентрация  $i$ -го компонента, мольные доли;  $V_k$ —объем катализатора, см<sup>3</sup>.

Реакция гидрирования происходит с изменением объема смеси, и поэтому выражения скорости реакции в концентрациях становятся неточными. В этом случае вводится степень превращения, вычисляемая по изменению концентрации одного из исходных компонентов, находящегося в недостатке (в нашем случае по фенолу):

$$W_1 = V_0 c_1^1 \frac{dx_1}{dV_k}, \quad (2)$$

где  $W_1$  — скорость расходования фенола;  $x_1$  — общая степень превращения фенола;  $c_1^1$  — концентрация фенола в потоке парогазовой смеси на входе в реактор, мольные доли.

Экспериментальные исследования проводились на интегральном реакторе при варьировании скорости потока на входе  $V_0$ , поэтому целесообразно скорость гетерогенной реакции представить в виде

$$W_1 = \frac{c_1^1 dx_1}{dV_k/V_0}. \quad (3)$$

Для необратимых реакций

$$W_i = k_i \sigma_1^{v_1} \sigma_2^{v_2} \dots \sigma_n^{v_n}, \quad (4)$$



где  $\sigma_i$  — поверхность, занятая реагирующим веществом на единицу площади катализатора;  $\nu_i$  — стехиометрические коэффициенты;  $k_i$  — константы скоростей реакций.

Поверхность, занятая компонентом реакционной системы, например фенолом, с учетом торможения процесса продуктами реакции за счет их адсорбции на поверхности катализатора определяется из уравнения

$$\sigma_1 = \frac{b_1 P_1}{1 + b_1 P_1 + b_2 P_2 + b_3 P_3 + b_4 P_4 + b_5 P_5}, \quad (5)$$

где  $P_i$  — парциальные давления соответствующих продуктов; 1 — фенол; 2 — циклогексанон; 3 — циклогексанол; 4 — циклогексилциклогексанон; 5 — водород.

Так как  $\left(1 + \sum_{i=3}^5 b_i P_i\right) \ll \sum_{j=1}^2 b_j P_j$ , долю поверхности, занятую фенолом, можно определить по выражению

$$\sigma_1 = \frac{b_1 P_1}{b_1 P_1 + b_2 P_2}. \quad (6)$$

Выразим парциальные давления через степени превращения и общее давление в системе  $P$ :

$$P_1 = (1 - x_1) / (1 + \lambda_0 - 2x_1 - x_2 - 2x_3) \cdot P, \\ P_2 = x_4 / (1 + \lambda_0 - 2x_1 - x_2 - 2x_3) \cdot P, \quad x_4 = x_1 - x_2 - 2x_3, \quad (7)$$

где  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  — степени превращения фенола в циклогексанол, циклогексилциклогексанон и циклогексанон соответственно;  $\lambda_0$  — начальное молярное отношение водорода к фенолу.

Подставив соотношения (7) в выражение (6), получим

$$\sigma_1 = \frac{b_1(1 - x_1)}{b_1(1 - x_1) + b_2 x_4}. \quad (8)$$

Реакция гидрирования фенола проводится при большом избытке водорода. Тогда, сравнивая (5) и (6), с учетом выражения (8) получаем

$$\frac{dx_1}{dV_h/V_0} = \frac{1}{c_1^2} \frac{k_1 b_1 (1 - x_1)}{b_1(1 - x_1) + b_2 x_4}. \quad (9)$$

Скорости образования циклогексанола и циклогексилциклогексанона получены аналогично:

$$\frac{dx_2}{dV_h/V_0} = \frac{1}{c_1^2} \frac{k_2 b_2 x_4}{b_1(1 - x_1) + b_2 x_4}, \quad \frac{dx_3}{dV_h/V_0} = \frac{1}{c_1^2} \frac{k_3 b_2 x_4}{b_2(1 - x_1) + b_2 x_4}. \quad (10)$$

Таким образом, кинетика гидрирования фенола на палладиевом катализаторе может быть описана системой уравнений (9) и (10) и стехиометрическим соотношением

$$x_4 = x_1 - x_2 - 2x_3. \quad (11)$$

Адсорбционные коэффициенты для фенола и анона вычислены по приближенной формуле Нерста [2]. Значения теплот адсорбции взяты из работы [1].

Значения кинетических констант, найденные на ЭВМ, приведены в таблице.



$k_i$ $\frac{\text{моль}}{\text{час см}^3}$	120°C	130°C	140°C	160°C	$E_i$ $\frac{\text{кал}}{\text{моль}}$	$k_{0i}$ $\frac{\text{моль}}{\text{см}^3 \text{ час}}$
$k_1$	0,0054	0,007	0,0086	0,0111	5940	11,5
$k_2$	0,0004	0,0006	0,0007	0,00086	5950	0,9
$k_3$	0,00007	0,00014	0,00023	0,00036	13060	1636

Тепловой баланс для реактора одностадийного гидрирования может быть записан в виде

$$\frac{d(VC_v T)}{dV_h} = \sum_{j=1} Q_j W_j + \frac{4K}{D} (T_x - T), \quad (12)$$

где  $C_v$ —теплоемкость потока, кал/моль °С;  $T_x$ —температура хладагента, °С;  $D$ —внутренний диаметр трубки, см;  $T$ —температура в реакторе, °С;  $Q_j$ —тепловой эффект  $j$ -й реакции, кал/моль;  $K$ —коэффициент теплопередачи, кал/см<sup>2</sup>·час °С.

Преобразовав уравнение (12), получим

$$\frac{dT}{dV_h} = \frac{1}{VC_v} \left[ -TC_v \frac{dV}{dV_h} + \sum_{j=1}^3 Q_j W_j + \frac{4K}{D} (T_x - T) \right]. \quad (13)$$

Изменение объема газового потока может быть рассчитано из стехиометрических соотношений основных реакций:

$$\frac{dV}{dV_h} = -2W_1 - W_2 - 2W_3. \quad (14)$$

Таким образом, математическая модель стационарного состояния реактора одностадийного гидрирования фенола будет иметь вид

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dl} &= \frac{a \cdot F}{V_0 c_1^1} \frac{k_1(T) b_1(T) (1 - x_1)}{b_1(T) (1 - x_1) + b_2(T) x_4}, \\ \frac{dx_2}{dl} &= \frac{a \cdot F}{V_0 c_1^1} \frac{k_2(T) b_2(T) x_4}{b_1(T) (1 - x_1) + b_2(T) x_4}, \\ \frac{dx_3}{dl} &= \frac{a \cdot F}{V_0 c_1^1} \frac{k_3(T) b_3(T) x_4}{b_1(T) (1 - x_1) + b_2(T) x_4}, \quad x_4 = x_1 - x_2 - 2x_3, \end{aligned} \quad (15)$$

$$\frac{dT}{dl} = -\frac{a \cdot T}{V} \frac{dV}{dl} + \frac{F \cdot a}{c_v V} \sum_{j=1}^3 Q_j W_j + \frac{4KF}{Dc_v V} (T_x - T),$$

$$\frac{dV}{dl} = F(-2W_1 - W_2 - 2W_3).$$

В системе уравнений (15)  $l$ —длина слоя ( $l = \frac{V_0}{F} \tau$ );  $a$ —доля катализатора в слое;  $F$ —площадь поперечного сечения реакционной трубки, см<sup>2</sup>.

Необходимые для моделирования реактора численные значения физико-химических величин парогазовой смеси и теплофизических свойств слоя катализатора получены расчетным путем.

Общий коэффициент теплопередачи  $K$  рассчитывался по уравнению

$$K = \frac{K_T}{1 + \frac{1}{4} Bi} \quad (16)$$

Здесь  $K_T$  — коэффициент теплопередачи от реакционного пространства к хладогенту, кал/(см<sup>2</sup>.час.град);  $Bi$  — критерий Био, равный  $\frac{K_T D}{2\lambda_r}$ , где  $D$  — диаметр реакционной трубки, см;  $\lambda_r$  — эффективная радиальная теплопроводность слоя катализатора, кал/(см.час.град).

Проверка математической модели реактора осуществлялась сравнением результатов интегрирования на ЭВМ системы уравнений (15) методом Кутте—Мерсона с экспериментально полученными распределениями температуры и концентрации.

Совпадение расчетных кривых и экспериментальных точек достаточно хорошее, что свидетельствует о достоверности полученной математической модели и возможности ее использования для расчета промышленных агрегатов гидрирования.

Всесоюзный научно-исследовательский  
и проектный институт мономеров

Руставский химкомбинат

(Поступило 13.6.1974)

ქიმიური ტექნოლოგია

მ. ჩერნიშოვა, ზ. კერვალიშვილი, ნ. ხოპერია, ს. გლუზმანი, გ. გოგოლაძე,  
ა. თაბარიძე, შ. შუმსკანი, ბ. მიხრაძე, ნ. გვალია, ვ. ბორისოვა, ლ. ბორისოვა

ფენოლის ჰიდრირების რეაქტორის მათემატიკური მოდელი  
რეზიუმე

მოცემულია ფენოლის ერთსტადიური ჰიდრირების რეაქტორის მათემატიკური მოდელი, რაც მიღებულია ჰიდრირების პროცესის მიმდინარეობის ფიზიკურ-ქიმიური კანონზომიერების შესწავლის შედეგად.

CHEMICAL TECHNOLOGY

M. P. CHERNISHOVA, Z. I. KERVALISHVILI, N. N. KHOPERIA, S. S. GLUZMAN,  
G. T. GOGOLADZE, K. G. OPARINA, F. Z. SHUMSKI, T. V. MEKHRADZE,  
N. K. GVALIA, V. I. BORISOVA, L. N. BORISOVA

MATHEMATICAL MODEL OF A PHENOL HYDRATION REACTOR

Summary

The article deals with the model of a mono-stage hydration reactor of phenol resulting from a study of the physical and chemical regulation of the hydration process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Стрелец, Ю. А. Скаговский, В. В. Борисов, Г. Д. Любарский. Хим. пром., № 8, 1968.
2. М. И. Темкин. Физ. химия, 4, 1933, 573.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. ШВАНГИРАДЗЕ, Б. А. ДЖАНАШВИЛИ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ  
КАПРОЛАКТАМА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 28.11.1974)

Ионогенные примеси, присутствующие в водных растворах капролактама (КЛ), по своим свойствам резко отличаются друг от друга. В зависимости от ведения технологического процесса на многочисленных стадиях синтеза КЛ, происходит превращение примесей и, следовательно, их количественное изменение. Как основные примеси, так и продукты их превращения отрицательно влияют на качество готовой продукции.

Отличительной особенностью процесса очистки водных растворов КЛ электродиализом является присутствие в них ионогенных примесей в малом количестве (порядка  $10^{-3}$ — $10^{-5}\%$ ), что осложняет процесс глубокой очистки водных растворов КЛ. Помимо этого, большая вязкость водных растворов КЛ препятствует миграции ионных примесей через ионообменные мембраны из очистительных трактов в камерах концентрирования.

Вышеизложенные факторы осложняют определение оптимальных параметров осуществления процесса электродиализа с одновременным учетом производительности установки, стоимости очистки единицы продукции, и, самое главное, степени очистки растворов, тем более что практически исключается возможность одновременного достижения оптимальных значений по каждому из них. Последнее обстоятельство вызывает необходимость составить математическую модель технологического процесса глубокой очистки растворов КЛ и для ее оптимизации применить математико-статистические методы, используемые при решении экстремальных задач активных экспериментов [1, 2]. Критерием оптимальности выбрана степень очистки водного раствора КЛ У, определяемая по формуле

$$Y = \frac{x_{\text{исх}} - x_{\text{кон}}}{x_{\text{исх}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $x_{\text{исх}}$  и  $x_{\text{кон}}$ —удельная электропроизводительность исходного и очищенного растворов КЛ.

На выходной параметр, характеризующий эффективность процесса очистки, оказывают влияние следующие основные факторы:  $X_1$ —скорость подачи раствора КЛ, л/час;  $X_2$ —напряжение на электродах, в;  $X_3$ —концентрация концентрирующего раствора (катодит), %;  $X_4$ —концентрация раствора КЛ (анодит), %;  $X_5$ —число камер в электродиализаторе.

Для постановки экспериментов выбрана и реализована 1/4 реплики от полного факторного эксперимента  $2^5$  с генерирующим соотноше-





нием  $J = X_1 X_3 X_5 = X_1 X_2 X_3 X_4 = X_2 X_4 X_5$ . В табл. 1 приведены пределы изменения основных факторов.

Таблица 1

Уровни варьирования	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Базовый уровень	15	300	0,6	50	6
Шаг варьирования	5	100	0,4	10	2
Верхний уровень	20	400	1,0	60	8
Нижний уровень	10	200	0,2	40	4

Эксперименты проводились на лабораторной установке, представляющей собой фильтрпрессию сборку чередующихся очистительных и концентрирующих камер, разделенных чередующимися катионитовыми и анионитовыми гетерогенными ионообменными мембранами отечественного производства марок МК-40 и МА-40. Площадь каждой мембраны составляла 80 см<sup>2</sup>. Вся сборка находилась между парой электродов, изготовленных из листового титана, покрытой с рабочей стороны слоем платины толщиной 1 мк.

После проведения статистического анализа результатов опытов [2, 3] было получено уравнение регрессии, адекватно списывающее процесс, в виде неполной квадратичной формы:

$$Y = 66,0 - 3,71 X_1 + 7,61 X_2 - 6,26 X_4 + 2,92 X_5 + 7,43 X_2 X_3. \quad (3)$$

Анализируя уравнение (3), можно сделать следующие выводы: коэффициенты регрессии при переменных  $X_1$  и  $X_5$  имеют знак плюс. Из этого следует, что с повышением напряжения и числа мембран эффективность очистки раствора увеличивается. Коэффициенты регрессии при  $X_1$  и  $X_4$  имеют знак минус, т. е. увеличение скорости подачи раствора капролактама и его концентрации отрицательно влияет на процесс очистки. Влияние концентрации рассола оказалось незначительным, что доказывается проверкой на критерий Стьюдента. Вместе с этим следует отметить, что коэффициент взаимодействия  $X_2 X_3$ , включающий концентрацию католита, оказался значимым, причем он имел почти такое же значение, как эффекты первого порядка. Принимая во внимание знак коэффициента  $v_{23}$ , можно утверждать, что процессу очистки раствора КЛ благоприятствует одновременное увеличение напряжения и концентрации католита.

В нашем планировании линейные эффекты оцениваются независимо от парных взаимодействий, поэтому можно наметить программу движения по градиенту линейного приближения (табл. 2).

Таблица 2

№ опытов	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y_{cp}$
Реализованный опыт 11	13	400	1,0	42	8	87,1
" 12	12	400	1,2	38	8	92,7
" 13	11	500	1,4	34	8	97,3
" 14	10	550	1,6	30	8	97,8



Принимая во внимание положительный эффект повышения концентрации католита при одновременном увеличении напряжения ( $V_{22}=7,43$ ), значение  $X_3$  при движении по градиенту также изменялось пропорционально напряжению. Число мембран во всех опытах составляло 8.

Реализованные опыты 12 и 13 дали значительное улучшение выходной функции, повысив степень очистки раствора КЛ (анолита) от 88% в матрице планирования до 97,3. Дальнейшее движение в направлении градиента не приводит к улучшению процесса, так как повышение напряжения вызывает увеличение плотности тока и на границе раздела мембрана — раствор происходит образование глубоко обессоленного диффузного слоя, ограничивающего перенос ионов примесей КЛ к мембране, что в значительной мере контролирует процесс электродиализа и оказывает существенное влияние на его кинетику.

Глубокую очистку раствора КЛ было решено осуществить ступенчато. Очищенный анолит пропускали вторично через очистительные камеры диализатора при технологических режимах, соответствующих опыту 13. При этом степень очистки по очищенному раствору КЛ составила 73,0%, а по исходному 99,3%.

Если обозначить через

$$\mu_i = \frac{x_i}{x_{i-1}} = \frac{C_i}{C_{i-1}}$$

( $C_i$  — концентрация в мг-экв/л) долю ионогенных примесей, остающихся в католите после  $i$ -той ступени, тогда степень очистки водного раствора КЛ на  $i$ -той ступени можно рассчитать по формуле

$$Y_i = 1 - \prod_{i=1}^n \mu_i = 1 - \frac{x_n}{x_0} \quad (4)$$

По данным проведенных экспериментов, доля оставшихся в растворе ионогенных примесей на первой ступени очистки  $\mu_1=0,027$ , на второй  $\mu_2=0,27$ , а в следующих остается почти постоянной и равной 0,6. Исходя из этого формула (4) примет вид

$$\begin{aligned} Y &= 1 - 0,027 \cdot 0,27 \cdot 0,6^{n-2}, \\ Y &= 1 - 0,0073 \cdot 0,6^{n-2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Следовательно, по соотношению (5) можно рассчитывать необходимое число ступеней для достижения желаемой чистоты раствора КЛ в условиях, соответствующих опыту 13.

ბ. შვანგირადე, ბ. ჯანაშვილი

ელექტროდიალიზის მეთოდით კაპროლაქტამის წყალხსნარის  
ბასუფთავების პროცესის ოპტიმიზაცია

რეზიუმე

კაპროლაქტამის წყალხსნარის ელექტროდიალიზური მეთოდით გაწმენ-  
დის მათემატიკური მოდელის შესაქმნელად და ტექნოლოგიური პროცესის  
ოპტიმიზაციისათვის გამოყენებულია მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდი,  
მიღებულია არასრული კვადრატული რეგრესიის განტოლება, რომელიც ადე-  
კვატურად აღწერს ტექნოლოგიურ პროცესს. ჩატარებული ექსპერიმენტების  
საფუძველზე გამოყვანილია ელექტროდიალიზის საფეხურების რიცხვის გასა-  
ანგარიშებელი ემპირიული ფორმულა.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. SHVANGIRADZE, B. A. JANASHVILI

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF PURIFYING THE  
AQUEOUS SOLUTIONS OF CARBOLACTAM BY THE  
METHOD OF ELECTRODIALYSIS

Summary

Mathematico-statistical methods used in solving extremal problems of  
active experiments have been employed in building a mathematical model  
of the technological process of purification of aqueous solutions of caprolactam  
by the method of electro dialysis with the help of an ion exchange  
membrane. The model is also aimed at optimizing the process in question.

A regression equation of incomplete quadratic form describing the  
process adequately has been received.

An empiric calculation formula of the number of the stages of the  
electrodialysis purification has been derived with a view to achieving the  
maximum removal of the dissociation admixtures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.
2. И. Г. Зедгенидзе. Математическое планирование эксперимента для исследования и оптимизации свойств смесей. Тбилиси, 1971.
3. Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1971.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Г. Н. ГИГИНЕИШВИЛИ, Д. Д. ТАБИДЗЕ

ЕДИНЫЙ УРОВЕНЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ  
ПЛАТФОРМЕННОГО КАРСТА ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Дзирульский карстовый район)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 14.11.1974)

В начале систематического изучения карста сложились противоположные взгляды на характер циркуляции подземных карстовых вод. Одни исследователи утверждали, что в карстовых областях должен существовать единый уровень подземных вод [1], другие же преимущественно отдавали теории изолированных систем [2—4]. Эта теория впоследствии получила большее признание среди карстологов, чем теория единого уровня.

По известняково-карстовой полосе Западной Грузии, которая является частью орогенной области Большого Кавказа, нами установлены изолированные подземные бассейны [5, 6]. Вместе с тем, в крайней восточной части указанной карстовой полосы, которая известна под названием Дзирульского карстового района [7], представлен единственный на Кавказе регион платформенного карста.

Границами Дзирульского карстового района служит линия поверхностного контакта меловых известняков, которые представляют геологический субстрат карста, с более древними формациями (порфиритовая свита байоса с севера и востока, среднепалеозойские гранитоиды с юга и запада). Подошву меловых известняков образуют палеозойские формации, которые в верхнеюрском и частично нижнемеловом периодах были денудированы, в результате возник так называемый Лихский пенеплен [8]. Позднее поверхность пенеплена, погребенного в пределах Дзирульского карстового района, приобрела пологий северо-западный уклон.

Наличие прочной герцинской платформы с пенепленизированной поверхностью обуславливает характер залегания его мезокайнозойского чехла, построенного валанжин-готеривскими, барремскими и турондатскими известняками, третичными глинами и песчаниками. Седиментация перечисленных отложений происходила в платформенных условиях и поэтому их общая мощность не превышает 500—550 м.

Морфологически Дзирульский карстовый район представляет структурное плато, расчлененное до глубины 150—250 м. Долина р. Квирилы разделяет карстовый район на две части — северную (правый берег р. Квирилы, площадь 116 км<sup>2</sup>) и южную (левый берег р. Квирилы, площадь 208 км<sup>2</sup>). Последняя представлена в виде единого плато, поверхность которого слагается мощными толщами третичных глин, бронирующими карст. Морфология северной части района несколько сложнее. Ее некогда платообразная поверхность расчленена узкими ущельями правых притоков Квирилы: Джручулы, Некрисы,



Богирисцкали, Табагребисцкали, Рганисгеле и Кацхуры, между которыми возвышаются морфологически обособленные плато: Баджити, Дарквети, Мгвимеви, Табагреби, Ргани и Кацхи (абс. высота их поверхности 550—600 м). Турон-датские известняки, которыми построена поверхность этих плато, на небольшой площади покрыты третичными рудоносными глинами и песчаниками малой мощности. Борта названных плато отвесные, относительная высота их с запада на восток, выше по долине Квирилы, постепенно уменьшается от 230 до 100 м.

На поверхности всех плато северной части Дзирульского карстового района имеется густая сеть водопоглощающих форм рельефа, указывающая на активность развития карста.

Р. Квирилы и ее притоки выше г. Чиатура не пропиливают известняковый чехол до его основания — Лихского пенеппена. Поэтому все морфологически обособленные плато на правом берегу Квирилы, а также обе (северная и южная) части Дзирульского карстового района имеют общий известняковый цоколь, который вместе со структурным планом обуславливает возникновение единого уровня подземных вод.

Существование единого уровня подземных карстовых вод на территории северной части Дзирульского карстового района было установлено в 1973 г. С этой целью мы предприняли опыт с окрашиванием подземных вод. На закарстованной поверхности Даркветского плато в водопоглощающий понор был запущен флуоресцеин. Спустя определенное время следы красителя были зафиксированы в высокодебитных карстовых источниках Грудосцкали, Монастридисквилисцкали, Лезубнисцкали и некоторых других мелких родниках, вытекающих у подножья западного, южного и восточного крайних бортов плато в сторону рр. Рганисгеле, Квирилы и Джручулы.

Следует отметить, что обилие высокодебитных карстовых источников создает впечатление значительного подземного положительного водообмена с соседними территориями, однако соответствующие гидрологические расчеты показали, что теоретический и фактический сток на участке от Рганисгеле до Джручулы совпадают и составляют около 0,9 м<sup>3</sup>/сек. Подобное гидрологическое «равновесие», столь необычное для карстовых областей, может и нарушаться, так как, судя по геологическому строению соседних территорий, можно допустить приток «чужих» вод в единый подземный бассейн Дзирульского карстового района со стороны северного склона Рачинского известнякового хребта, а также уход «своих» вод за пределы района в сторону Колхидского артезианского бассейна.

Таким образом, наряду с изолированными подземными бассейнами и обособленными гидродинамическими системами, которые характерны для орогенной карстовой области Западной Грузии, на ее восточной периферии в северной части Дзирульского карстового района, в условиях платформенного карста, доказано существование единого уровня подземных вод. Можно заключить, что структурные особенности карстовых регионов определяют характер циркуляции подземных вод. Однако в отмеченной закономерности возраст карста может внести существенный корректив. В начальной стадии закарстования в различных структурных условиях формируются изолированные подземные водные коммуникации, которые со временем стремятся к единому уровню. В платформенном карсте единый уровень подземных вод устанавливается неизбежно и гораздо быстрее, чем в орогене, где указанная гидродинамическая обстановка при стечении благоприятных



ятных обстоятельств может образоваться только в заключительной стадии эволюции подземных бассейнов. Орогенный карст Западной Грузии еще не достиг этой стадии.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 21.11.1974)

ფიზიკური გეოგრაფია

ბ. გიგინეიშვილი, დ. ტაბიძე

მიწისქვეშა წყლების ერთიანი დონე დასავლეთ საქართველოს  
ბაქანური კარსტის პირობებში (ძირულის კარსტული რაიონი)

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს კარსტულ ზოლში დადგენილია ოროგენისათვის დამახასიათებელი იზოლირებული მიწისქვეშა აუზები. ამ ზოლის უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში კი, სადაც გავრცელებულია ბაქანური კარსტი, 1973 წელს ექსპერიმენტულად დადასტურდა მიწისქვეშა წყლების ერთიანი დონის არსებობა. დარკვეთის პლატოზე მდებარე კარსტულ წყალშთანთქავ ხვრელში ჩაშვებული ფლუორესცენის კვალი აღმოჩნდა პლატოს განაპირა ფლატების ძირას ვამომავალ ყველა უხვდებიტიან და მცირე კარსტულ წყაროში.

აღნიშნული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ მთიან კარსტულ მხარეებში მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის ხასიათს განსაზღვრავს ტერიტორიის სტრუქტურული თავისებურება. კავკასიის ოროგენულ კარსტულ ზოლში არსებობს განკერძოებული მიწისქვეშა აუზები, ხოლო ბაქანური კარსტის პირობებში — მიწისქვეშა წყლების ერთიანი დონე.

PHYSICAL GEOGRAPHY

G. N. GIGINEISHVILI, D. D. TABIDZE

A SINGLE LEVEL OF UNDERGROUND WATERS IN WESTERN  
GEORGIA'S PLATFORM KARST (THE DZIRULA KARST AREA)

Summary

In the karstic belt of Western Georgia isolated underground basins typical of orogene have been established. In the extreme eastern part of this belt, where platform karst is spread, the occurrence of a single level of underground waters was experimentally confirmed in 1973. Traces of fluorescein launched in a water-absorbing sinkhole of the Darkveti plateau were detected in all the karstic springs flowing out of the foot of the plateau's marginal scarps.

On the basis of the mentioned investigations it can be concluded that in mountain karstic regions the nature of underground water circulation is determined by the structural peculiarities of the territory. In the orogenic karst belt of the Caucasus there exist isolated underground drainage basins, while under platform karst conditions there is a single level of underground waters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Grund. Studien aus Westbosnien Geogr. Abhandl. № 7, 3, Lpz., 1903.
2. E. A. Martel. Les Abimes. Paris, 1894.
3. W. Knebel. Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene. Braunschweig, 1906.
4. F. Kätzer. Karst und Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel. Sarajevo, 1909.
5. Г. Н. Гигинейшвили, Д. Д. Табидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
6. Т. З. Кикнадзе, Д. Д. Табидзе. Сб. «Пещеры Грузии», № 5. Тбилиси, 1973.
7. Л. И. Маруашвили, З. К. Тинтилозов. В кн.: «Геоморфология Грузии». Тбилиси, 1971, 466—478.
8. Л. И. Маруашвили. Уч. зап. Азерб. гос. ун-та, № 5, 1966.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

К. В. КАВРИШВИЛИ

КАРСТОВЫЕ ФЕНОМЕНЫ ГОРНОЙ ОЗЕРНОЙ КОТЛОВИНЫ  
РИЦЫ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 1.11.1974)

Карст занимает весь южный борт озерной котловины Рицы (884 м н. у. м.), где им охвачены моноклинальное плато Пшегишха, каньон Юшары и высокогорное синклинальное плато Рыхва. Господствует здесь ландшафт влажных горных пихтово-елово-буковых лесов с вечно-зеленым колхидским подлеском и лианами.

Пшегишха представляет собой структурное известняковое плато. Ввиду значительного наклона поверхности это известняковое небольшое по площади плато не изобилует карстовыми формами и слабо развитые карстовые воронки находятся в эмбриональной стадии развития. Вместе с тем, благоприятные структурные условия и мощность барремских известняков, слагающих синклинальные мульды на плато Рыхва, обусловили изобилие карстовых воронок.

Высокогорное синклинальное плато Рыхва представляет мощный очаг водопоглощения, а вершина его Ачибах (2378 м) воздымается над карровыми полями. Изобилует известняковая субальпийская эндемичная флора с *Woronowia speciosa* Alb. Все плато Рыхвы изрыто карстовыми воронками, полями; тем не менее здесь нельзя ожидать больших открытий горизонтальных пещер, так как плато в течение плиоцен-постплицена интенсивно и неуклонно воздымалось [1]. Эти мощные подвижки суши обусловили исключительную контрастность рельефа — большую глубину каньонобразных участков долины Юшары с Гегой и основной артерии Бзыби, протекающей в своем широтном участке по дну сильно стесненного и глубокого ущелья [2].

По контрастности карстового рельефа окрестности оз. Рица могут соперничать не только со Словацким, Болгарским, Крымским, Прованским, но также с Динарским карстом. Однако карстовые поля на Большом Кавказе не достигают масштабы Динарид [3]. В сложной системе полей Динарского нагорья особое место занимает 60-километровое Ливанское поле, описанное, как и другие поля Югославии, Н. А. Гвоздецким [4]. На Большом Кавказе поля занимают скромные пространства и в ландшафтном отношении не столь выразительны.

Карст вызвал перераспределение стока, он же обусловил безводность всего южного окаймления оз. Рица, несмотря на большое количество атмосферных осадков (>1500 мм/год).

Плато Рыхва четко разграничено топографически от окружающей местности и по контрастности рельефа с ним можно сравнить карстовые плато Западной Грузии — Охачкуе, Асхи, Квира, Мингария, Накеральское плато, а также Крымские плато — Чатыр-Даг, Демерджи, Ай-Петри, Караби, а в Югославии — плато Нанос и Трновский гожд.



Средневысотное плато Косс (Causs du Cambalou), геологически геоморфологически анализируемое Жезом [5], имеет общее с плато Пшегишха. У подножья Косс также расстилается грандиозный обвал, подступающий к французскому городку Рокфор, а поверхность плато, сложенная мощными слоями батских и байосских известняков, как и Пшегишха, не изобилует карстовыми воронками.

Ландшафт плато Трновский Гозд Н. А. Гвоздецкий удачно сравнил с ландшафтом Накеральского плато: «В целом этот платообразный горный массив залесен, отсюда и его название «Гозд», значит «лес» ([4], стр. 91). Плато Рыхва мощнее и выше Трновского Гозда и венцом ландшафтной зональности на Рыхве являются субальпийские луга, обогащенные эндемиами известняковой флоры.

Оз. Рица окружено ландшафтом высокоствольных пихтово-елово-буковых лесов. Однако этот тип ландшафта представлен далеко не одинаково на северном и южном побережьях: На южном побережье господствуют карстовые феномены, ими определяются закономерности стока, обусловлен карстовый рельеф — все формы без исключения, а также характер растительности. На северном побережье карста нет.

Барремские мощные известняки, слагающие синклинальные мульды широтного простиранья, погружаются у тальвега Юпшары и тем самым обуславливают выход высокодебитных карстовых источников на дне каньона реки. Синклинальные поля по занимаемой площади превосходят саму Рицу и находятся на абсолютной высоте 1000 м, тогда как их крутые склоны, высотой в 600 м образуют замкнутые безводные котловины.

Исключительный интерес представляет карстовое поле в урочище Ширван-Яшта (1,27 км<sup>2</sup>). Дно этой замкнутой карстовой котловины находится на абсолютной высоте 1720 м и покрыто вторичным лугом (летнее пастбище), тогда как склоны поля украшены пихтово-еловым лесом. На дне поля протекает ручей (с дебитом 50 л/сек), который поглощается карстовой пещерой, вход пещеры завален снежником даже в разгар жаркого лета. Весь поверхностный сток окрестностей поглощается пещерой Ширван-Яшта.

Еще более внушительной выглядит замкнутая котловина Кужба-Яшта. Гигантская воронка занимает площадь 6,2 км<sup>2</sup>, а относительная высота склонов достигает 600 м. Дно воронки лежит на высоте 1093 м н. у. моря. Все ручьи воронки Кужба-Яшты относятся к числу карстовых. На востоке эта воронка сливается с широтно ориентированными полями Джимаку.

Все левобережные подземные притоки Юпшары разгружаются в виде карстовых источников у самого дна каньона этой реки. Этому способствуют широтно ориентированные синклинальные мульды, постепенно погружающиеся на западе. Так, в синклинальной мульде скульптурированная гигантская воронка Кужба-Яшта, а также синклинальные поля Джимаку поглощают поверхностные воды и их подземный сток к западу осуществляется посредством погружающихся в этом же направлении осей синклиналей и плоскостями напластования барремских известняков.

Карстовые замкнутые котловины плато Рыхва Д. Д. Табидзе правильно истолкованы как реликтовые формы эрозионных долин, он их считает верховьями палеопритоков Бзыби и Юпшары ([6], стр. 60). При активизации тектонических подвижек и быстром воздымании Рыхвы в плиоцене и постплиоцене поверхностный сток, по-



видимому, преобразовался в подземный, а ложе левобережных притоков Юпшары приобретает характер замкнутых котловин.

Обращает внимание тот факт, что Рица не имеет постоянного поверхностного стока, за исключением р. Юпшары, вытекающей из южного конца озера.

В 1,5 км к югу от озера имеется выход родниковых вод, образующих поток Юпшары длиной 8 км. Юпшара на протяжении 5 км протекает на дне глубокого каньона, ориентированного меридионально. Известняковые склоны высокими стенами (500—550 м высоты) обрываются у тальвега реки. Обращает на себя внимание не только энергия рельефа, но и наличие карстовых феноменов [2].

Прежде всего интересны подземные «блуждания» Юпшары. Так, вырвавшись из каньона, Юпшара внезапно уходит под землю, а затем, пройдя около 500 м в подземелье, вновь показывается на поверхности в виде мощных карстовых источников, имеющих фронтальное расположение. Дебит этих источников, по измерениям Г. Н. Гигинейшвили, более чем в 3 раза превышает расход р. Юпшары у ее выхода из оз. Рица. Поэтому Г. Н. Гигинейшвили предполагает, что именно здесь происходит разгрузка всех притоков Юпшары, поглощенных в многочисленных воронках и в объемистых карстовых полях.

Близ истоков р. Юпшары, на обвальном участке, можно обнаружить еще немало источников. Часть этих источников, расположенных у подошвы структурного известнякового плато Пшегишха, представляет разгрузочную фронтальную полосу для подземных речек правобережья Юпшары.

Итак, Юпшара, вытекая из оз. Рица, питается помимо озерных вод, также подземными притоками.

Согласно данным Г. Н. Гигинейшвили [7, 8], теоретический и фактический расходы Юпшары выше устья этой реки совпадают. Это говорит в пользу того, что весь сток бассейна Юпшары, включая также бассейны р. Лашипсе и сток самого оз. Рица, после подземного течения полностью выходит на поверхность.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 15.11.1974)

ფიზიკური გეოგრაფია

3. შავრიშვილი

რიცის ტბის მთათაშორისი ძვაბულის კარსტული მოვლენები

რ ე ზ ი მ ე

კარბონატულ კარსტს დაპყრობილი აქვს რიცის ქვაბულის სამხრეთი მხარე, სადაც იგი მოიცავს ფშევიშვის მონოკლინურ პლატოს, მდ. იუფშარის კანიონს და რიხვის მაღალმთიან სინკლინურ პლატოს. დიდი დაქანების გამო ფშევიშვის სტრუქტურულ პლატოზე კარსტული ძაბრები სუსტად განვითარდა (ემპრიონალური სტადია). სამაგიეროდ რიხვის პლატოზე კარსტული ძაბრების და კარსტული ველების განსაკუთრებულ გავრცელებასთან გვაქვს საქმე. სინკლინური სტრუქტურების და კირქვების დიდი სისქის წყალობით რიხვის პლატო წყალმთაშორისის მძლავრ კერას წარმოადგენს. სინკლინური სტრუქ-



ტურების ღერძთა იუფშარისაკენ დაძირვა განსაზღვრავს მიწისქვეშა წყლების განტვირთვის მიმართულებას და მძლავრი ვოკალური წყაროების თემოყრას იუფშარის კანიონის ძირზე.

კარსტული რელიეფის კონტრასტულობის თვალსაზრისით რიწის მიდამოები შეიძლება დაუპირისპიროთ სლოვაკიის, ბულგარეთის, ყირიმის და საფრანგეთის კარსტულ რაიონებს. რიწის რელიეფის კონტრასტულობა ისეთივე შთამბეჭდავია, როგორც შკოციანის რაიონი იუგოსლავიაში და კოსის პლატო საფრანგეთში. მაგრამ აქ არ არის კარსტული პოლების ისეთი ფართომასშტაბიანი განვითარება, როგორც იუგოსლავიაში.

PHYSICAL GEOGRAPHY

K. V. KAVRISHVILI

KARST PHENOMENA OF THE INTERMONTANE RITSA LAKE BASIN

Summary

Carbonate karst takes up the whole of the southern flange of the deep lacustrine Ritsa basin. It embraces the sculpture plateau of Pshegishkha, the Yupshara canyon and the Rykhva high-mountain synclinal plateau. Here dominates the landscape of humid mountain fir-spruce-beach forests with evergreen colchic undergrowth.

Barremian thick limestones composing synclinal troughs of latitudinal trend plunge at the Yupshara thalweg thereby, giving rise to high-flow karst springs located frontally. The high mountain plateau of Rykhva is a major centre of water absorption.

The remarkable overdeepening of valleys (the Yupshara and Bzyb canyons) is caused by ascensive movements, and by this feature of landscape the Crimean, Bulgarian and Slovakian karsts cannot compete with that in the environs of Ritsa. Georgia, however yields to the Dinarides in the scale of karst polje.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Я. Кипиани. Труды Географ. о-ва ГССР, т. V, 1959.
2. К. В. Кавришвили. Изв. ВГО, т. 92, вып. 6, 1960.
3. K. V. Kavrishvili. Karst Phenomena of the Intermontane Lake Basin (Ritsa, The Greater Caucasus). International Speleology Abstract of papers. Published for the VI-th International Congress of Speleology, Czechoslovakia, 1973.
4. Н. А. Гвоздецкий. По зарубежной Европе. М., 1970.
5. B. Gèze. Les conditions géologiques du site de Roquefort. Editions Nove Millau, 1966.
6. დ. ტაბიძე. საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული გამოკვლევები. თბილისი, 1973, გვ. 60.
7. Г. Н. Гигинейшвилл. Карстовые воды Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1970.
8. Г. Н. Гигинейшвили, Д. Д. Табидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.



Н. Т. БЕЛОВА, Ш. В. ДЖАОШВИЛИ, А. Г. КИКНАДЗЕ, Г. А. ОРЛОВА

## О ВЕЛИЧИНЕ ДОННЫХ НАНОСОВ р. БЗЫБИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 14.11.1974)

В условиях Черноморского побережья Грузии преобладающую роль в образовании пляжей играют реки, доставляющие к морю большое количество песчано-галечно-валунного материала, который разносится волнами вдоль берега в направлении господствующих течений.

В приходной части баланса наносов Пицунды решающую роль играет твердый сток р. Бзыби, который, как и на других горных реках, изучен слабо, что в основном объясняется несовершенством методики измерения, особенно при больших значениях концентрации твердого материала в жидкости.

В 1973 г. объединенная экспедиция ИГ АН СССР, ИГ АН ГССР и ТГУ под научным руководством проф. В. П. Зенковича провела исследование, одним из разделов которого является измерение твердого стока р. Бзыби. В данной статье приводятся результаты измерения твердого стока р. Бзыби при помощи батометра-сетки, с использованием принятой в гидрологии методики проведения аналогичных исследований.

Во время эксперимента измерялись только донные наносы в придонном слое толщиной 20 см. Донные наносы играют более существенную роль при формировании берега полуострова Пицунда. Кроме того, вопрос о количестве влекомых наносов р. Бзыби является более спорным по сравнению с вопросом о количестве взвешенных наносов. Так, различные организации, занимающиеся исследованием твердого стока р. Бзыби, приводят данные для взвешенных наносов, отличающиеся друг от друга только в 1,5 раза, тогда как для влекомых наносов данные различаются в 4 раза.

Для определения расхода влекомых наносов использовались ловушки конструкции кафедры гидрологии ТГУ с размерами ячеек сетки примерно 1 мм<sup>2</sup>. Входное отверстие ловушки имеет вид сегмента, ширина ловушки в нижней части равна 30 см, высота в средней части — 20 см. Измерения проводились у Пицундского моста в 1,5 км от устья реки. Измерения были начаты 24 мая и окончены 7 июля 1973 г. Таким образом, период проведения наблюдений соответствует времени прохождения паводка р. Бзыби.

Полученные опытные данные показывают, что во время максимума паводка донные наносы в створе у Пицундского моста в основном проходят двумя мощными струями. В струе, примыкающей к урезу левого берега, преобладают крупные фракции, а струя, примыкающая к урезу правого берега, характеризуется более мелкой фракцией. Такое распределение донных наносов по сечению реки, очевидно, определяется поворотом реки и наличием отмели перед створом (на расстоянии примерно 400 м), причем поворот реки определяет распределение наносов на две струи. Так, например, в июле, когда влияние отмели не проявляется, донные наносы проходят створ у Пицундского моста од-


 3171355001  
 333-00000000

ной струей, а распределение наносов по фракциям сохраняется прежним. Анализ полученных опытных данных показал, что во время паводка соотношение между мелкими и крупными фракциями донных наносов остается сравнительно стабильным. Так, крупнозернистые фракции (крупнее 20 мм) составляют 55% общего веса донных наносов за рассматриваемый период, тогда как сравнительно мелкие фракции (мельче 5 мм) составляют 28% за тот же период времени. Перед паводком и после него, как показали опытные данные, процентное содержание крупных фракций в донных наносах значительно уменьшается и соответственно увеличивается содержание сравнительно мелких фракций. Однако, учитывая, что основная часть донных наносов реки (примерно 80%) приходится на время половодья, указанные цифры о распределении по фракциям можно принять как показатель среднегодового значения.

При определении годового количества твердого стока используется метод, применяющийся в практике гидрологических расчетов. По опытным данным устанавливается зависимость между твердым и водным стоком. По ней определяется среднее годовое значение твердого стока с использованием данных по водному стоку, полученных за этот период времени.

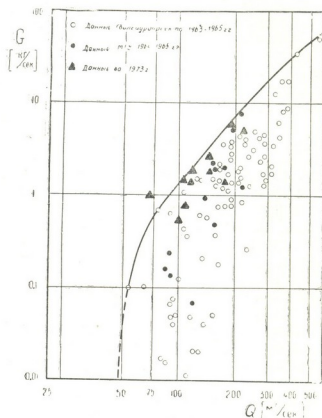


Рис. 1. Зависимость между донными наносами и водным стоком р. Бзыби

На рис. 1 представлен график зависимости между твердым и водным стоком для р. Бзыби, построенный по опытным данным, полученным различными организациями в разные годы, начиная с 1963 г. [1, 2]. Кривая на графике проведена по максимальным значениям измеренного расхода донных наносов. Такой подход к решению задачи объясняется следующими причинами:





а) определяется предельно возможное значение донных наносов реки, отклонение от которого может быть только в сторону уменьшения

Распределение донных наносов р. Бзыби по месяцам

Месяцы	1973 г.			Среднее многолетнее		
	м <sup>3</sup> /сек	кг/сек	т/мес	м <sup>3</sup> /сек	кг/сек	т/мес
Январь	33,6	0,001	2,68	38,9	0,001	2,68
Февраль	45,6	0,001	2,42	42,0	0,001	2,42
Март	51,2	0,03	187	58,0	0,22	590
Апрель	95,0	1,25	3240	142	3,09	8000
Май	179	5,90	15800	230	11,5	30800
Июнь	150	3,62	93,0	199	7,6	19700
Июль	70,7	0,64	1715	117	1,74	4650
Август	58,0	0,22	580	67,1	0,26	695
Сентябрь	34,0	0,001	2,89	54,3	0,20	518
Октябрь	64,0	0,26	695	63,4	0,25	670
Ноябрь	78,0	0,69	1790	67,4	0,26	675
Декабрь	65,0	0,26	695	53,6	0,20	536
Сумма за год	2,43 · 10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup> /год		34100 т/год	2,99 · 10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup> /год		66900 т/год

при условии, что водный сток реки не будет больше измеренных значений за период с 1963 по 1973 г.;

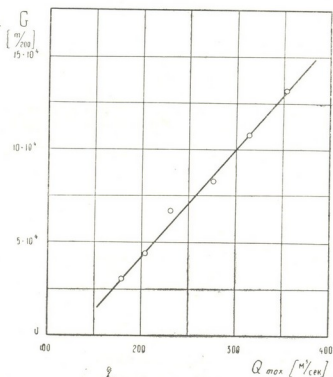


Рис. 2. Зависимость донных наносов от среднего значения водного стока в месяц пика паводка

б) при измерении донных наносов принято на каждой вертикали в створе брать не менее трех проб и в расчет принимать максимальное из полученных значений.

Разброс опытных точек на графике рис. 1 частично объясняется тем, что зависимость между твердым и водным стоком для каждого года может быть различной.

Полученные таким образом данные по определению донных наносов р. Бзыби приводятся в таблице.

Как показали результаты исследования, среднее значение донных наносов р. Бзыби по многолетним наблюдениям составляет 66900 т в год. В отдельные годы это значение может изменяться в довольно широких пределах — от 30000 до 100000—120000 т/год в зависимости от водности года, причем прослеживается примерно прямо пропорциональная зависимость донных наносов от среднего месячного значения речного стока  $Q_{\max}$  в месяц пика паводка (рис. 2).

Таким образом, зная значение  $Q_{\max}$  для р. Бзыби для какого-то определенного года можно примерно определить твердый сток донных наносов за этот год.

Академия наук СССР  
 Институт географии

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

(Поступило 21.11.1974)

ჰიდროლოგია

ბ. ბელოვა, შ. ჯაოშვილი, ა. კიკნაძე, გ. ორლოვა

მდ. ბზიფის ფსკერული ნატანის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია მდ. ბზიფის მყარი ჩამონადენის შესწავლის შედეგები. განგარიშებულია, რომ ფსკერული ნატანის რაოდენობა 1973 წელს შეადგენდა 34100 ტონას.

ფსკერული ნატანის მრავალწლიური რაოდენობა მდ. ბზიფისათვის შეადგენს 66900 ტონას წელიწადში.

HYDROLOGY

N. T. BELOVA, Sh. V. JAOSHVILI, A. G. KIKNADZE, G. A. ORLOVA

ON THE AMOUNT OF BED LOADS OF THE BZYB RIVER

Summary

The results of studies of the solid drainage of the Bzyb river are presented. The weight of bed loads was estimated at 34100 tons in 1973. The perennial mean amount of bed loads of the Bzyb equals 66900 tons.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Мандыч. Вестник МГУ, сер. геогр., № 2, 1967.
2. О. И. Халатян. Метеорология и гидрология, № 8, 1970.

ГЕОЛОГИЯ

Т. Ю. НАЗАРИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ  
БЕЛЕМНИТИДАХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 29.10.1974)

Детальное изучение верхнемеловых белемнитид Грузии показало, что их видовой и родовой состав в значительной степени разнообразнее, чем это предполагалось ранее. Новые данные о верхнемеловых белемнитидях (уточнение объема видов и подвидов, а также выделение характерных ассоциаций) повышают их ценность для целей детальной стратиграфии и корреляции разрезов верхнего мела Грузии. В Грузии ростры белемнитид встречаются в породах, различных по своему литологическому составу, главным образом в карбонатно-терригенных, песчаных органогенно-обломочных известняках и в известковистых и глауконитовых песчаниках. В верхнемеловых отложениях Грузии встречаются представители четырех родов белемнитид: *Neohibolites* Stolley, *Parahibolites* Stolley, *Belemnitella* Orbigny, *Belemnella* Nowak.

Отложения нижнего сеномана содержат трех представителей рода *Neohibolites* Sollзу и одного — рода *Parahibolites* Stolley. *Neohibolites ultimus* Orbigny впервые описан из нижнего сеномана Франции и имеет широкое географическое распространение. В Грузии этот вид встречается во многих разрезах и часто сопровождается руководящим для нижнего сеномана *Mantelliceras mantelli* Sow. *Neohibolites ultissimus* St.-Vergilova впервые описан из нижнесеноманских мергелей Болгарии [1]. Позднее этот вид обнаружен в синхронных отложениях Азербайджана [2]. Нами представители этого вида найдены в некоторых разрезах Абхазии и Мегрелии совместно с руководящими для нижнего сеномана *Mantelliceras mantelli* Sow. и *Aucellina krasnopol'skii* Pavlow. *Neohibolites stylus* Blanford встречен нами в разрезах Шкмери и Сурами в нерасчлененном сеномане. В разрезе Пшица, Чанис-цкали и Хобис-цкали впервые найдены ростры *Parahibolites tourtiaei* Weign. В разрезе Хобис-цкали на том же уровне глауконитовых песчаников обнаружен руководящий для нижнего сеномана *Mantelliceras mantelli* [3]. Аналогичная картина наблюдается и в разрезе Пшица [4]. До настоящего времени *Parahibolites tourtiaei* Weign. находили лишь в нижнем сеномане Западной Украины, Крыма, Азербайджана, Румынии и Вестфалии.

Таким образом, нижнесеноманские отложения Грузии характеризуются *Neohibolites ultimus* Orbigny, *Neohibolites ultissimus* St.-Verg., *Parahibolites tourtiaei* Weign.

Отложения верхнего сеномана, турона, коньяка и нижнего сантона белемнитидовую фауну не содержат и характеризуются богатой фауной ино-



церамов. Начиная с верхнего сантона в Раче и на северной периферии Дзирульского массива появляются первые ростры, принадлежащие к *Belemnitella pr. praecursor* Stoll. Этот вид характерен для верхнего сантона Западной Европы [5]. В СССР представители этого вида встречаются, как правило, в отложениях верхнего сантона. В разрезах Схвава, Гоголати и Квачихе совместно с ними обнаружены характерные для сантона *Micraster rostratus* Stoll. [4]. Следует считать, что и в Грузии возраст слоев с *Belemnitella pr. praecursor* Stoll. верхнесантонский.

Наиболее многочисленны и разнообразны белемнитиды в отложениях кампанского яруса. Лучше всего охарактеризован кампанский ярус белемнитидами в разрезе Гоголати: в самых нижних слоях кампана, которые согласно продолжают слои с *Belemnitella pr. praecursor* Stoll., содержатся *Belemnitella mucronata alpha* Naid., *Belemnitella mucr. profunda* Naid., *Belemnitella mucr. senior* Ncw.

Последние в Азербайджане и на Украине приурочены к нижнему кампану. Как в разрезе Гоголати, так и в других разрезах Западной Грузии совместно с рострами перечисленных видов обнаружены характерные для нижнего кампана *Inoceramus balticus* Böhm.

В последующих слоях повсеместно появляются *Belemnitella mucronata* Link., *Belemnitella mucr. postrema* Naid., *Belemnitella mucr. parva* Naid., *Belemnitella mucr. minor* Jel. В разрезе Гоголати все они встречаются в пачке, мощность которой не превышает 1,5 м. Перечисленные виды в Азербайджане, Крыму и на Украине характерны для верхнего кампана.

В следующей пачке количество ростров заметно уменьшается, обнаруженные единичные ростры определяются как *Belemnitella Langei langei* Jal.—руководящий вид самой верхней зоны верхнего кампана.

На основании приведенного материала в некоторых разрезах Грузии удастся выделить в кампанском ярусе три белемнитовые зоны: I—в нижнем кампане под названием *Belemnitella mucronata alpha*, II—в нижней части верхнего кампана—*Belemnitella mucronata minor*, III—в верхней части верхнего кампана—*Belemnitella langei langei* (см. схему).

В маастрихтских отложениях Грузии фауна белемнитид представлена в значительно меньшем количестве, чем в кампане. В районе Твиши и Гоголати над кампанскими известняками появляются светло-серые слегка песчаные известняки, в подошве которых, где песчаность выражена слабее, нами обнаружены ростры *Belemnella lanceolata* Schlot. Этот вид имеет очень широкое географическое распространение и везде встречается в нижнем маастрихте.

Отложения верхнего маастрихта, по сравнению с нижним, охарактеризованы лучше. Во многих разрезах северной периферии Дзирульского массива и в Раче-Лечхуми нами были собраны типичные верхнемаастрихтские *Belemnella arkhangeliskii* Naid., *Belemnella nowaki* Naid.

Присутствие последнего в верхнем маастрихте Рачи-Лечхуми отмечается также А. Л. Цагарели [3]. Кроме того, типичные верхне-

Ярус	Подъярусы	Унифицированная схема Европейской провинции	Сводная биостратиграфическая схема Грузии (А. Л. Цагарели)	Подъярусы и зоны по белемнитидам	Сопровождающая фауна
d	B. H.	<i>Cyclaster gindrei</i> <i>Cyclaster danicus</i>	<i>Echynocoris sulcatus</i>		
m	B. H.	<i>Pachydiscus neubergicus</i> <i>Acanthoscaphites tridens</i>	<i>Pachydiscus neubergicus</i> <i>Belemnella lanceolata</i>	<i>Belemnella arkhangelskii</i> <i>Belemnella lanceolata</i>	<i>Belemnella nowaki</i> , <i>B. pontica</i> , <i>Pach. neubergicus</i> <i>Acanth. tridens</i> , <i>Echynocoris, elatus</i>
cp	B. H.	<i>Belemitella langei</i> <i>Hoplitoplacenticeras coesfeldiense</i> <i>Eopachydiscus levyi</i> <i>Actinocamax laevigatus</i>	<i>Belemitella langei</i> <i>Eopachydiscus levyi</i>	<i>Belemitella langei langei</i> <i>Bel. mucronata minor</i> <i>Bel. mucronata alpha</i>	<i>Belemitella ex gr. minor</i> <i>B. m. postrema</i> , <i>B. m. agdagica</i> , <i>B. m. parva</i> , <i>B. m. mucronata</i> <i>B. m. profunda</i> , <i>B. m. senior</i> , <i>Inoceramus balticus</i> , <i>In. barabini</i> , <i>In. wegneri</i>
st	B. H.	<i>Marsupites testudinarius</i> <i>Inoceramus cardisoides</i>	<i>Sonneratia savini</i> <i>In. undulatopectatus</i>	<i>Bel. praecursor praecursor</i>	<i>Micraster rostratus</i> , <i>Micr. heberti</i>
cn	B. H.	<i>Inoceramus involutus</i> <i>Inoceramus wandereri</i>	<i>In. involutus</i>		
t	B. H.	<i>Hyphantoceras reussianum</i> <i>Inoceramus falcatus</i> <i>Inoceramus labiatus</i>	<i>In. lamarcki</i> <i>In. labiatus</i>		
cm	B. H.	<i>Acanthoceras rhotomagense</i> <i>Euomphaloceras eumphalum</i> <i>Mantelliceras mantelli</i>	<i>Acanth. rhotomagense</i> <i>Mant. mantelli</i>	<i>Parahibolites tourtiaei</i>	<i>Neohibolites stylus</i> <i>Neohibolites ultimus</i> , <i>N. stylus</i> , <i>N. ul-tissimus</i> , <i>Mant. mantelli</i>

Некоторые новые данные о верхнемеловых белемнитидях Грузии 643



маастрихтские формы *Belemnella pontica* Rouss. (два ростра) нами обнаружены в разрезе Гореша.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что в Грузии фауна белемнитид позволяет провести границу между нижним и верхним маастрихтом. А завершением кампана следует считать слои, в которых встречаются *Belemnitella langei langei* Jel. Маастрихт же начинается слоями, в которых появляются *Belemnella lanceolata* Schloth. Кроме того, следует отметить, что представители рода *Belemnitella* Orbig., которые расцветают в кампанае, в маастрихте вымирают и уступают место представителям рода *Belemnella* Nowak.

В датском ярусе ростры белемнитид не встречаются.

Как видно из анализа и схемы, нижнесеноманские, верхнесантонские, кампанские и маастрихтские отложения Грузии характеризуются руководящими видами или руководящими комплексами фауны белемнитид, что позволяет произвести детальное подразделение верхнемеловых отложений Грузии, выделяя в них белемнитовые зоны и подъярусы, хорошо параллелизирующие с таковыми соседних областей.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 31.10.1974)

გეოლოგია

თ. ნაზარიშვილი

ზოგიერთი ახალი მონაცემი საქართველოს ზედაკრეტულ ბელემნიტიბზე

რეზიუმე

საქართველოს ზედაკრეტული ბელემნიტიების დეტალური შესწავლა საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ სენომანური, სანტონური, კამპანური და მასტრიხტული სართულების დანაწილება ქვესართულებად და ბელემნიტურ ზონებად.

GEOLOGY

T. Yu. NAZARISHVILI

## SOME NEW DATA ON THE UPPER CRETACEOUS BELEMNITES OF GEORGIA

Summary

A detailed study of the Upper Cretaceous Belemnites of Georgia has enabled the author to divide the Cenomanian, Santonian, Campanian and Maastrichtian stages into substages and Belemnite zones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. П. Стоянова-Вергилова. Труды върху геол. на България, сер. Палеонтология, кн. 4. София, 1962.
2. Ак. А. Али-Заде. Позднемеловые белемниты Азербайджана. Баку, 1969.
3. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Тбилиси, 1954.
4. Р. А. Гамбашидзе. Стратиграфия верхнемеловых отложений северной периферии Дзирульского массива. Тбилиси, 1972.
5. E. Stolley. Ueber die Gliederung des norddeutschen und baltischen Senon, sowie die dasselbe charakterisieren den Belemniten. Kiel-Leipzig, 1897.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ю. К. МЕЛАШВИЛИ, О. Ш. ТУСИШВИЛИ

О ВЫНУЖДЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЛЕНТОЧНОЙ СЕТКИ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ В ПЛАНЕ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 14.10.1974)

1. Рассмотрим упругую сетчатую поверхность двойкой кривизны из стальных лент типа гиперболического параболоида, опирающуюся на жесткий контур со сторонами  $l_x$  и  $l_y$ . Будем предполагать, что стрелы провисания несущих и стабилизирующих лент равны соответственно  $f_{01}$  и  $f_{02}$  (рис. 1).

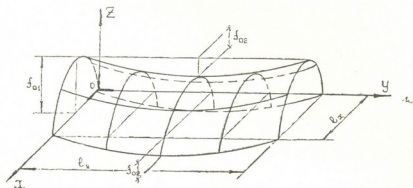


Рис. 1

Форма поверхности ленточной сетки описана уравнением

$$Z_0(x, y) = \frac{4f_{01}}{l_x^2} (xl_x - x^2) - \frac{4f_{02}}{l_y^2} (yl_y - y^2). \quad (1)$$

Интегро-дифференциальное уравнение в перемещениях такой системы имеет вид [1]

$$\begin{aligned} & \left[ H_{0x} + \frac{E_x F_x}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial W}{\partial x} \left( \frac{\partial Z_0}{\partial x} + \frac{1}{2} \frac{\partial W}{\partial x} \right) dx \right] \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \\ & + \left[ H_{0y} + \frac{E_y F_y}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} \frac{\partial W}{\partial y} \left( \frac{\partial Z_0}{\partial y} + \frac{1}{2} \frac{\partial W}{\partial y} \right) dy \right] \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \\ & + \left[ \frac{E_x F_x}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial W}{x_2 - x_1} \left( \frac{\partial Z_0}{\partial x} + \frac{1}{2} \frac{\partial W}{\partial x} \right) dx \right] \frac{\partial^2 Z_0}{\partial x^2} + \\ & + \left[ \frac{E_y F_y}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} \frac{\partial W}{y_2 - y_1} \left( \frac{\partial Z_0}{\partial y} + \frac{1}{2} \frac{\partial W}{\partial y} \right) dy \right] \frac{\partial^2 Z_0}{\partial y^2} - \\ & - m \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} + k \frac{\partial W}{\partial t} - B(t) = 0, \quad (2) \end{aligned}$$



где  $W(x, y, t)$  — нормальное перемещение;  $E_x F_x$ ,  $E_y F_y$  и  $H_{0x} H_{0y}$  — жесткость и натяжение стабилизирующих и несущих нитей по осям  $x$  и  $y$ ;  $m$  — погонная масса единицы поверхности;  $B(t)$  — возмущающая сила.

Предположим, что сетчатая поверхность из лент оперта шарнирно по контуру и загружена силами от вибратора, являющимися гармонической функцией времени  $B(t) = B \cos \theta t$ . Будем считать, что вынужденная сила приложена на середине поверхности сетки.

Условия закрепления лент по контуру следующие:

$$W = 0 \text{ при } x = y = 0 \text{ и } x = l_x, y = l_y. \quad (3)$$

2. Представим функцию  $W(x, y, t)$  в виде ряда

$$W(x, y, t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T(t) \varphi_{ij}(x, y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T(t) V(x) \bar{W}(y), \quad (4)$$

где  $\varphi_{ij}(x, y)$  — функции, удовлетворяющие условиям (3).

Если в качестве последних взять формы собственных колебаний сетчатой поверхности и ограничиться рассмотрением первого члена ряда, то (4) примет вид

$$W(x, y, t) = T(t) a_{ij} \sin \frac{i \pi x}{l_x} \sin \frac{j \pi y}{l_y}. \quad (5)$$

Подставим (5) в уравнение (2) и потребуем, чтобы оно удовлетворяло приближенно в смысле метода Бубнова—Галеркина, в результате получим

$$\ddot{T}(t) + \bar{k} \dot{T}(t) + \omega_n^2 T(t) + \beta T^2(t) + \gamma T^3(t) = \bar{B} \cos \theta t. \quad (6)$$

Здесь  $\omega_n^2$  — круговая частота собственных колебаний системы, определяемая выражением

$$\omega_n^2 = - \left[ \frac{H_{0x} R_{3x}}{m R_5} + \frac{H_{0y} R_{3y}}{m R_5} + \frac{E_x F_x R_{2x}}{l_x m R_5} + \frac{E_y F_y R_{2y}}{l_y m R_5} \right]. \quad (7)$$

Коэффициенты  $\beta$  и  $\gamma$  характеризуют нелинейности, присущие ленточным сеткам и вычисляются по следующим выражениям:

$$\beta = - \left[ \frac{E_x F_x \bar{R}_{3x}}{l_x m R_5} + \frac{E_y F_y \bar{R}_{3y}}{l_y m R_5} + \frac{1}{2} \frac{E_x F_x \bar{R}_{2x}}{l_x m R_5} + \frac{1}{2} \frac{E_y F_y \bar{R}_{2y}}{l_y m R_5} \right], \quad (8)$$

$$\gamma = - \left[ \frac{1}{2} \frac{E_x F_x \bar{R}_{3x}}{l_x m R_5} + \frac{1}{2} \frac{E_y F_y \bar{R}_{3y}}{l_y m R_5} \right], \quad (9)$$

$$\bar{k} = \frac{k}{m}, \quad \bar{B} = \frac{B R_7}{m R_5}, \quad (10)$$

где квадратуры, входящие в выражения (7), (8), (9) и (10), приведены в работе [2] с добавлением

$$R_7 = \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} V \bar{W} dx dy. \quad (11)$$



3. Если ввести подстановку  $T = v_1 - \frac{\beta}{3\gamma}$ , то уравнение (6) легко приведет к дифференциальному уравнению с симметричными характеристиками [3]:

$$\frac{d^2 v_1}{dt^2} + \bar{k} \frac{dv_1}{dt} + \left( \omega_n^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta^2}{\gamma} \right) v_1 - \gamma v_1^3 = \bar{B} \cos \theta t + B_0, \quad (12)$$

где  $B_0 = \frac{\omega_n^2 \beta}{3\gamma} - \frac{2}{27} \frac{\beta^3}{\gamma^2}$  — постоянное число.

Ищем решение уравнения (12) по методу гармонического баланса в виде

$$v_1 = f_0 + x \sin \theta t + y \cos \theta t, \quad (13)$$

где в нестационарном случае  $x$ ,  $y$  — медленно меняющиеся функции времени,  $f_0$  — начальное смещение.

Подставляя (13) в (12), после выделения постоянных членов и первых гармоник получаем

$$\left( \omega_n^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta^2}{\gamma} + \frac{3}{2} \gamma r^2 \right) f_0 + \gamma f_0^3 = B_0, \quad (14)$$

$$Ax - k\theta y = 0, \quad Ay + k\theta x = \bar{B}$$

или, исключая из последних  $x$  и  $y$ ,

$$(A^2 + k^2 \theta^2) r^2 = \bar{B}^2, \quad (15)$$

где  $A = \frac{3}{4} \gamma r^2 + 3\gamma f_0^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta^2}{\gamma} + \omega_n^2 - 1$ ,  $r^2 = x^2 + y^2$ .

Уравнения (14) и (15) дают возможность построить амплитудно-частотные характеристики системы. Решение было получено на ЭЦВМ «М-222» при следующих значениях постоянных:

$$\omega_{33}^2 = 9,82 \cdot 10^6, \quad \beta_{33} = -12,25 \cdot 10^6, \quad \gamma_{33} = -29,52 \cdot 10^6.$$

Коэффициенты  $\omega_n^2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  были подсчитаны по формулам (7), (8) и (9) для случая, когда  $i = j = 3$ . Предполагалось, что система имеет трехузловую форму колебания. Подставляя полученные значения  $f_0$  из (15) в уравнение (14), строим амплитудно-частотную характеристику при различных величинах затухания системы (рис. 2).

4. Для проведения эксперимента была изготовлена модель сетки из стальных лент размерами в плане  $66 \times 58$  см. Площадь сечения ленты  $0,0156 \times 1,0$  см<sup>2</sup>. Ленты были натянуты на жестком контуре, изготовленном из дюралюминиевых трубок диаметром 10 мм. Стрелы провисания несущих и стабилизирующих лент соответственно были равны  $f_{01} = 5,44$  см и  $f_{02} = 11,27$  см, масса единицы площади поверхности —  $m = 125 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кгс} \cdot \text{сек}^2}{\text{см}^3}$ .

Эксперимент был проведен для системы из  $3 \times 3$  лент с собственной частотой 160 гц.

Результаты эксперимента нанесены на рис. 2 (пунктирные линии)

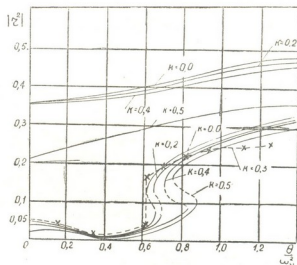


Рис. 2

В заключение отметим, что приведенное в настоящей статье сопоставление теоретических и экспериментальных амплитудно-частотных характеристик указывает на приемлемость теории и приближенного метода решения уравнения ленточных сеток двоякой кривизны с большими амплитудами.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 18.10.1974)

საგზაწმელო მკვანისა

ი. მელაშვილი, ო. ტუსიშვილი

ორმაგი სიმრუდის, სწორკუთხა ფორმით გეგმაში,  
 ლენტური ბადის არაწრფივი იშულებითი რხევის  
 საკითხისათვის

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ორმაგი სიმრუდის, სწორკუთხა ფორმით გეგმაში, ლენტური ბადის არაწრფივ რხევებთან დაკავშირებული საკითხები.

STRUCTURAL MECHANICS

Yu. K. MELASHVILI, O. Sh. TUSHVILI

## ON THE CONSTRAINED NON-LINEAR OSCILLATIONS OF A TAPED GRID WITH BICURVATURE FOR RECTANGULAR SHAPE IN PLAN

Summary

The constrained non-linear oscillations of taped grid with bicurvature for rectangular shape in plan are investigated. The Bubnov-Galerkin and harmonic balance methods are used. The amplitude-frequency description of the system under consideration is presented. An experiment is cited.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Э. Райнус. Сб. «Всякие покрытия». М., 1962.
2. Ю. К. Мелашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 6 (95), 1968.
3. Т. Хаяси. Нелинейные колебания в физических системах. М., 1968.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ, О. В. ШЕНГЕЛИЯ, А. А. ГИГИНЕИШВИЛИ  
 ОБ АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ХЛОРИСТОГО  
 САМАРИЯ В ВАКУУМЕ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 25.7.1974)

Сдвиги, происшедшие в сфере применения редкоземельных металлов, обуславливают необходимость тщательного анализа путей дальнейшего развития их металлургии. В пределах указанной проблемы важное место занимает разработка технологии получения различных лигатур РЗМ.

В данной статье на примере вакуумтермического восстановления хлористого самария проанализированы термодинамические и кинетические аспекты металлотермического восстановления галогенидов, так называемых двухвалентных РЗМ, которые, по литературным данным, восстанавливаются до металлического состояния.

1. Термодинамика процесса. Восстановление хлористого самария алюминием выражается реакцией  $\text{SmCl}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{Sm}$ .

Для изучения равновесия указанной реакции был выбран метод измерения давления пара хлористого алюминия методом потока.

Описание установки и основная последовательность проведения опытов указаны в литературе [1].

В табл. 1 приведены экспериментальные значения давления паров алюмотермического восстановления хлорида самария.

Таблица 1  
 Равновесное давление пара  $\text{AlCl}_3$  над смесью  $\text{Al} + \text{SmCl}_3$

Температура		Давление пара	
°C	°K	$P_{\text{мм рт. ст.}}$	$P_{\text{атм}}$
850	1123	0,69	$0,9 \cdot 10^{-3}$
900	1173	1,44	$1,9 \cdot 10^{-3}$
950	1223	2,71	$3,6 \cdot 10^{-3}$

С помощью этих данных была составлена зависимость давления пара алюмотермического восстановления хлорида самария от температуры, которая имеет вид

$$\lg P_{\text{мм}} = 7,08 - 8125/T \quad (1123 - 1223^\circ\text{K}). \quad (1)$$

На рис. 1 представлено графическое изображение этого уравнения. Соответствующее уравнение зависимости изобарно-изотермического потенциала реакции имеет вид

$$\Delta Z_1 = 37164 - 19,21 T \quad (1123 - 1223^\circ\text{K}). \quad (2)$$

Результаты экспериментального исследования термодинамических параметров восстановления хлорида самария показывают, что процесс восстановления эндотермичен, требует дополнительного тепла извне и его необходимо проводить в вакууме.

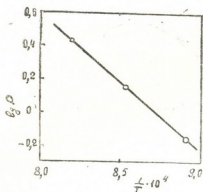


Рис. 1. Зависимость равновесного давления пара реакции  $\text{SmCl}_3 + \text{Al} = \text{Sm} + \text{AlCl}_3$  от температуры

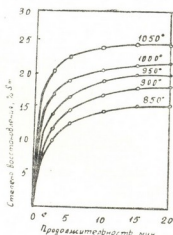


Рис. 2. Кинетические кривые алюмотермического восстановления хлорида самария при соотношении  $\text{Al}:\text{SmCl}_3=1$

2. Кинетика процесса. Схема установки и методика эксперимента по исследованию кинетики алюмотермического восстановления хлорида самария дана в [2].

Опыты проводились при молярных соотношениях  $\text{Al}:\text{SmCl}_3=1,5, 10$  и 20.

Кинетические кривые алюмотермического восстановления хлорида самария при различных молярных соотношениях шихты и различных температурах представлены на рис. 2—5.

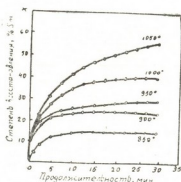


Рис. 3. Кинетические кривые алюмотермического восстановления хлорида самария при соотношении  $\text{Al}:\text{SmCl}_3=5$

Как показывают результаты экспериментов, процесс алюмотермического восстановления наблюдается с температуры  $850^\circ\text{C}$  и с ее повышением он ускоряется. Аналогично увеличиваются и конечные выходы самария с ростом молярного соотношения и температуры. Однако рост показателей процесса наблюдается при увеличении молярного соотношения  $\text{Al}:\text{SmCl}_3$  до 10. Дальнейший рост содержания алюминия в шихте практически не улучшает показателей процесса. Химическим анализом было показано, что весь самарий, восстановленный из хлорида, образует с алюминием сплав. Следовательно, вакуумтермиче-



ское восстановление хлористого самария алюминием позволяет извлечь его из хлорида в сплав.

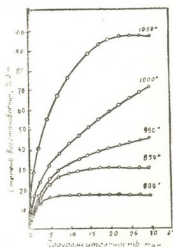


Рис. 4. Кинетические кривые алюмотермического восстановления хлорида самария при соотношении  $Al:SmCl_3=10$

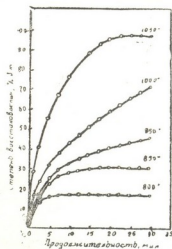


Рис. 5. Кинетические кривые алюмотермического восстановления хлорида самария при соотношении  $Al:SmCl_3=20$

По экспериментальным данным составлено экспоненциальное уравнение зависимости степени восстановления от продолжительности при различных температурах типа  $y=100(1-a e^{-bt})$ , где  $y$  — степень восстановления, %,  $t$  — продолжительность, мин, а  $a$  и  $b$  — постоянные уравнения.

Производное этого уравнения  $\left(\frac{dy}{dt}\right)$  является скоростью реакции в определенной точке.

В табл. 2 приведены значения скорости реакции алюмотермического восстановления хлорида самария в интервале температур 1073 — 1273°K при соотношении шихты  $Al:SmCl_3=10$ .

Таблица 2

Константы скорости реакции  $SmCl_3+Al \rightarrow AlCl_3+Sm$  при различных температурах

Т°K	1073	1123	1173	1223	1273
Логарифмы скорости реакции	0,0597	0,27778	0,38209	0,52546	0,96875

На рис. 6 графически изображена прямолинейная зависимость логарифма константы скорости реакции алюмотермического восстановления хлорида самария от температуры. Энергия активации реакции, найденная из этого графика, равна 32,9 ккал/моль.

Итак, экспериментально исследованы условия термодинамического равновесия процесса алюмотермического восстановления хлорида самария. Выведены уравнения зависимости равновесного давления пара



и изобарно-изотермического потенциала реакции от температуры. Изучена кинетика процесса алюмотермического восстановления хлорида

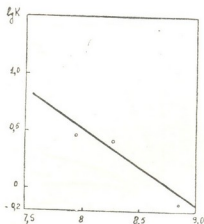


Рис. 6. Зависимость логарифма константы скорости реакции  $\text{SmCl}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{Sm}$  от обратной температуры

самария в вакууме. Установлено, что при молярном соотношении  $\text{Al}:\text{SmCl}_3=10$  и температуре процесса  $1050^\circ\text{C}$  самарий практически полностью восстанавливается и переходит в сплав с алюминием.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 26.7.1974)

მეტალურგია

ბ. ზვიადაძე, ო. შენგელია, ა. გიგინეიშვილი

სამარიუმის ქლორიდის ალუმოთერმული აღდგენის შესახებ

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია სამარიუმის ქლორიდის ალუმოთერმული აღდგენის თერმოდინამიკა და კინეტიკა.

METALLURGY

G. N. ZVIADADZE, O. V. SHENGELIA, A. A. GIGINEISHVILI

## ON THE ALUMOTHERMAL REDUCTION OF SAMARIUM CHLORIDE

### Summary

The thermodynamics of alumothermal reduction of samarium chloride was investigated experimentally. The temperature dependence of equilibrium pressure values and influence of different factors on the kinetics and optimal conditions for the reaction process have been established.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, XLII:1, 1966.
2. Г. Н. Звиададзе, Н. В. Чхиквадзе, Р. С. Размадзе. Тез. докл. 2-й Всесоюзной конференции по вакуумным процессам и конструкциям печей для производства цветных и редких металлов. Тбилиси, 1972, 28.

М. В. ХВИНГИЯ, Н. Д. КОПАЛИАНИ, Т. Г. ТАТИШВИЛИ

## О ЗВУКОВЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ РЕЗОНАНСАХ ЭЛЕКТРОВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

(Представлено академиком Р. Р. Двали 16.5.1974)

Установление степени подобия между спектрами звуковых и механических колебаний является одной из главных задач в акустической диагностике вибрационных машин.

Прогнозирование уровня ожидаемого шума в резонансной электро-вибрационной системе представляет важный этап в прогнозировании свойств новой машины и одновременно дает возможность изыскать весьма эффективные пути уменьшения активных причин этого шума изменением «звучания» тех или иных узлов машины в благоприятном направлении.

Нелинейности упругой системы, например рессорного пакета с жестко заземленными концами, и силы возбуждения, развиваемые электромагнитом, обуславливают появление достаточно плотного спектра резонансных колебаний в суб- и супергармонических режимах, а также в области основных резонансов.

Колебания активной массы одноконтурного электромагнитного вибратора с несимметричной жесткостью можно описать следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\ddot{x}_1 + 2n_1 \dot{x}_1 + \omega_1^2 (1 + \varepsilon x_1^2) x_1 = K_1 \Phi^2,$$

$$\ddot{x}_2 + 2n_2 \dot{x}_2 + \omega_2^2 (1 + \varepsilon x_2^2) x_2 = 0,$$

$$\dot{\Phi} = K_2 \sin \omega t - (\delta - x_1) K_3 \Phi,$$

где  $n_1, n_2$ —коэффициенты условного упруго-вязкого сопротивления;  $\omega_1, \omega_2$ —собственные круговые частоты полуциклов;  $\omega$ —частота возмущения;  $\delta$ —зазор;  $\Phi$ —магнитный поток;  $K_1, K_2, K_3$ —постоянные электромагнита для заданного режима колебаний [1].

Теоретическое исследование этой нелинейной системы на АВМ, а также экспериментальная проверка резонансов показывают [2], что максимальные амплитуды колебаний повторяются в среднем с шагом  $\omega_0/2$ , где  $\omega_0$ —приведенная собственная частота линейной системы.

С такой же последовательностью повторяются и акустические резонансы.

Опытные исследования, выполненные на серийной машине 174-ПТ с упругой системой в виде рессорного пакета со слабой несимметричной нелинейностью, позволяют заключить, что наибольшими резонансными амплитудами механических и акустических колебаний характеризуются частоты возмущения  $\omega \approx \omega_0$  и  $\omega \approx 3\omega_0$ ; составляющая с



частотой колебаний  $\omega \approx 2\omega_0$ , слабо выражена как в механическом, так и в акустическом спектре. Это явление есть следствие преобладания в упругой силе симметричной составляющей над несимметричной.

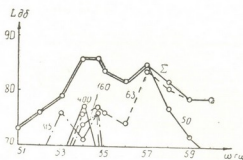


Рис. 1

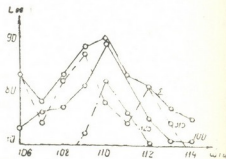


Рис. 2

Методика эксперимента описана в [3]. Измерительная точка 2 расположена на длинной стороне машины, на расстоянии 1 м от вибратора; измерительная точка 6 находится над центром лотка, на высоте 1 м. Замеры были выполнены для шести точек.

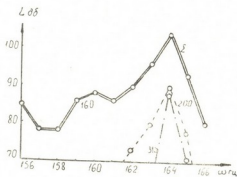


Рис. 3

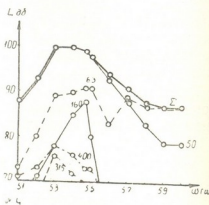


Рис. 4

На рис. 1, 2, 3 показаны кривые относительных звуковых давлений в точке 2, в области частот возмущения 51—60, 106—114 и 156—166 Гц, кривые  $\Sigma$  обозначают уровни суммарных давлений; остальные кривые, имеющие числовые отметки, соответствуют основным, наиболее сильным составляющим спектра; составляющие, уровни которых ниже 70 дБ, на графиках не приводятся. Шаг фильтра равен  $1/3$  октавы.

Аналогичные графики даны на рис. 4, 5, 6 для точки 6.

Во всех случаях резонансный уровень суммарного шума практически совпадает с уровнем составляющей спектра, наиболее близко лежащей от резонансной возмущающей частоты. Остальные составляющие также имеют резонансные максимумы амплитуд, но более низкого уровня. Точка 6 характеризуется более высоким уровнем шума, чем точка 2, из-за влияния лотка.

На рис. 7, 8, 9 построены кривые механических резонансов рабочего органа (лотка) в областях 46—60, 107—116 и 160—170 Гц. В

первой и третьей областях наблюдаются более четко выраженные резонансные пики, чем во второй области. Следует обратить внимание на уровни максимальных амплитуд колебаний в третьей и второй обла-

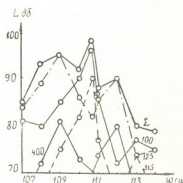


Рис. 5

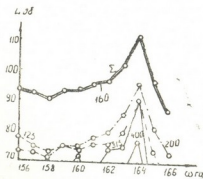


Рис. 6

стях; они равны 0,003 и 0,004 мм, и им соответствуют уровни относительных звуковых давлений 104 и 90 дБ (точка 2). При амплитудах 0,0018 и 0,002 мм давления равны 78 и 75 дБ (минимальные уровни).

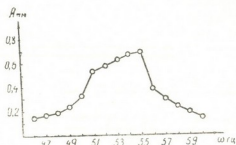


Рис. 7

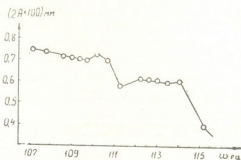


Рис. 8

Таким образом, изменение скорости колебаний в  $(A\omega)_I / (A\omega)_{II} \approx \frac{0,003 \cdot 160}{0,004 \cdot 107} = 1,13$  раза вызывает повышение звукового давления в

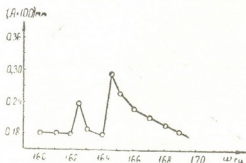


Рис. 9

$$\frac{10^4 - 90}{10^{20}}$$

$\approx 10^{0,17} \approx 5$  раз. Во втором случае, хотя  $(A\omega)_I / (A\omega)_{II} \approx 1,35$ , звуковое давление повышается лишь в  $10^{0,15} \approx 1,75$  раза. Исследование шума зубчатых передач показывает, что в образовании спектра звуковых колебаний решающую роль играют погрешности изготовления зубьев и частота пересопрежения, т. е. в основном кинематические причины [4].

В вибрационных машинах с электромагнитным возбуждением на уровень шума существенное влияние оказывает резонансный режим колебаний машины.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт механики машин

(Поступило 17.5.1974)

მანქანათმშენობლა

მ. ხვინგია, ნ. კოპალიანი, თ. ტატიშვილი

ელექტროვიბრაციული მანქანის ხმაურისა და  
 მიქანიკური რეზონანსების შესახებ

რეზიუმე

რეალური ელექტროვიბრაციული მანქანის ხმაურის დონისა და მანქანის მუშა ორგანოს მექანიკური რხევის ამპლიტუდის ერთდროული გაზომვით დამყარებულია თანაფარდობა აკუსტიკური და მექანიკური რხევების სპექტრების ძირითად მდგენელებს შორის, რომელთა სიხშირე ტოლია ან ორჯერ და სამჯერ მეტია საკუთარ რხევათა სიხშირისა.

MACHINE BUILDING SCIENCE

M. V. KHVINGIA, N. D. KOPALIANI, T. G. TATISHVILI

## ON THE SOUND AND MECHANICAL RESONANCES OF ELECTROVIBRATING MACHINES

Summary

The relationship between basic components of harmonic spectra of acoustic and mechanical vibrations with frequency that is equal to or two or three times higher than natural frequency is established due to simultaneous measurement of the noise and the amplitude of mechanical vibrations of the trough of vibratory conveyers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Хвингия, Г. Г. Сулая, В. В. Гогилашвили, Т. Г. Татишвили. Конструкционное демпфирование в узлах вибрационных машин. Тбилиси, 1973.
2. М. В. Хвингия, Т. Г. Татишвили. Труды РКИИГА, вып. 222. Рига, 1972.
3. М. В. Хвингия, А. Г. Зильберг. Сб. «Механика машин». Тбилиси, 1973.
4. М. Д. Генкин, В. К. Гринкевич. Динамические нагрузки в передачах с косозубыми колесами. М., 1951.



Т. Н. ЛОЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Г. Н. ТКЕМАЛАДЗЕ,  
Ф. Г. ТОТЧИЕВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ

Из практики обработки металлов резанием известно, что величина предельных (ломающих) толщин среза в сильной степени зависит от схемы резания. В частности, при точении предельные толщины среза выше, чем при строгании, а при фрезеровании ниже, чем при точении и строгании.

Естественно было предположить, что наблюдаемое явление изменения предельных толщин среза вызывается изменением напряженного состояния при переходных процессах — врезании инструмента в обрабатываемую деталь и выходе из нее, поскольку при этом, очевидно, меняются характер контакта и схема нагружающих напряжений. В результате изменения напряженного состояния абсолютные значения главных нормальных напряжений в «опасных точках» при врезании и выходе инструмента могут возрасти по сравнению с процессом установившегося резания и явиться одной из причин разности предельных толщин среза при различных схемах резания.

Можно полагать, что наиболее благоприятной схемой нагружения инструмента является точение, при котором инструмент постепенно врезается в обрабатываемое изделие и толщина среза, начиная от нуля в переходных процессах, постепенно, за один оборот изделия, увеличивается и достигает максимума при установившемся резании.

В момент врезания в процессе точения обрабатываемый материал равномерно охватывает переднюю и заднюю поверхности инструмента, режущая кромка подвергается всестороннему сжатию и создается благоприятная схема нагружения.

При строгании, если торец обрабатываемого изделия перпендикулярен передней поверхности, врезание происходит сразу же, начиная с заданной толщины среза. Режущая кромка инструмента как в момент врезания, так и в момент выхода из обрабатываемого материала подвергается со стороны передней и задней поверхностей неравномерному сжатию, и в этот момент абсолютные значения главных растягивающих напряжений в «опасных точках» могут возрасти.

Аналогичное должно происходить и в процессе фрезерования, так как этот процесс неустановившийся, толщина среза переменна и достигает максимума либо при выходе (встречное фрезерование), либо при врезании (попутное фрезерование).

Отмеченные предпосылки явились основанием для исследования изменения напряженного состояния в режущей части инструмента при переходных процессах для точения, строгания, фрезерования.

Исследования проводились методом фотоупругости [1—3]. Для моделирования процесса свободного резания применялись настольный

горизонтально-фрезерный станок мод. НГФ-110 и специальные приспособления, позволяющие осуществлять процессы точения, строгания, фрезерования. Для всех схем резания геометрические параметры реза, сечение среза и скорость резания оставались постоянными ( $\gamma = 10^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $a = 1,0$  мм,  $b = 6,0$  мм,  $v = 0,03$  м/мин). Фиксация напряженного состояния инструмента при переходных процессах и установившемся резании производилась скоростной киносъемкой камерой СКС-1М. Из полученной кинограммы брались отдельные фазы, для которых производился расчет напряжений. Величины главных напряжений  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  и  $\sigma_3$  рассчитывались методом разности касательных напряжений [1]. Ширина контакта стружки по передней поверхности инструмента  $S$  определялась как расстояние от вершины реза до точки, где нормальные контактные напряжения  $\sigma_N$  равны 0. Величины  $\sigma_N$  определялись по методике [4].

Анализ результатов исследования приводит к следующим выводам. Установившееся резание характеризуется постоянством положения полосы нулевого порядка, разделяющей зоны сжатия и растяжения, и картины полос (изохром).



Рис. 1. Картины полос (изохромы) в режущей части инструмента при строгании: а — врезание, б — установившееся резание, в — выход

При переходных процессах под влиянием целого ряда факторов (переменной толщины среза, неполной ширины контакта стружки по передней поверхности инструмента и т. д.) положение полосы нулевого порядка и картина полос (изохром) изменяются. Полоса нулевого порядка при переходных процессах меняет свое месторасположение таким образом, что область растягивающих напряжений увеличивается (рис. 1, а, б, в). Тем самым существенно изменяется напряженное состояние режущей части инструмента.

В контактной зоне режущей части инструмента как при переходных процессах, так и при установившемся резании напряжения в основном сжимающие ( $0 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ ); напряжения  $\sigma_2$  примерно в середине ширины контакта имеют минимум по алгебраической величине, возрастают к концу ширины контакта и переходят в растягивающие напряжения  $\sigma_1$  ( $\sigma_1 \geq 0 \geq \sigma_3$ ).

Максимальные растягивающие напряжения при установившемся резании и переходных процессах действуют на передней поверхности инструмента вне контакта его с обрабатываемым материалом, на определенном расстоянии от режущей кромки  $r = k_0 c$  (где  $k_0$  — коэффициент, равный  $1,2 \div 1,6$ ).



Месторасположение  $\sigma_{1\max}$  при переходных процессах приближается к режущей кромке, но всегда наблюдается за пределами ширины контакта по передней поверхности.

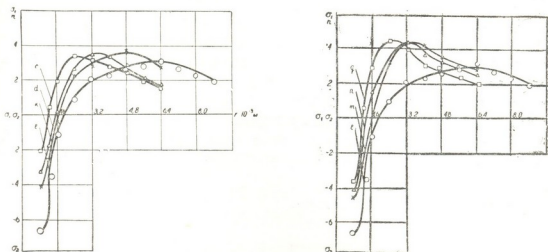


Рис. 2. Распределение главных напряжений  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  на передней поверхности инструмента для различных фаз врезания (а), выхода (б) и установившегося резания при строгании (а, б): с, d, k—фазы врезания; m, n, q—фазы выхода; e—установившееся резание

Для точения максимальное главное напряжение  $\sigma_{1\max}$  имеет место при установившемся резании ( $a=a_{\max}$ ). Для строгания  $\sigma_{1\max}$  при выходе инструмента выше, чем при входе и установившемся резании (рис. 2 а, б). Для встречного фрезерования  $\sigma_{1\max}$  возрастает по мере увели-

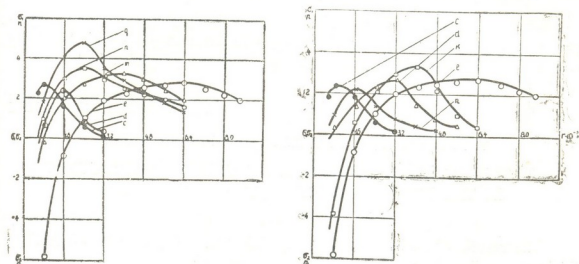


Рис. 3. Распределение главных напряжений  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  на передней поверхности инструмента для различных фаз встречного (а) и попутного (б) фрезерования: с, d, m, n, q— фазы встречного и попутного фрезерования; e— установившееся резание при точении и строгании

чения толщины среза от  $a=0$  до  $a=a_{\max}$  и имеет максимум в области выхода инструмента из контакта. Для попутного фрезерования  $\sigma_{1\max}$

также наблюдается в области максимальных толщин среза, т. е. при врезании инструмента (рис. 3, а, б).

Сравнивая максимальные значения главных растягивающих напряжений для различных схем резания, приходим к выводу, что при строгании и попутном фрезеровании  $\sigma_{1\max}$  в 1,3–1,5, а при встречном фрезеровании в 1,6–1,7 раза выше, чем при точении. Соответственно предельные толщины среза по сравнению с точением должны быть уменьшены на 25–35% для строгания и попутного фрезерования и на 40% для встречного фрезерования.

Это коррелирует с данными практики.

Проведенное исследование впервые дает объяснение наблюдаемой на практике зависимости предельных толщин среза от схемы резания.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 10.10.1974)

მანქანათმშენობის მეცნიერება

თ. ლოლადი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ბ. ტყემალაძე, ფ. ტოტიჩივი

ბადანგვლითი პროცესების დროს იარაღის მჭრელ ნაწილში  
 ძაბვების განაწილების კვლევა ფოტოელასტიკობის მეთოდის  
 გამოყენებით

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია კვლევის შედეგები, რომლებიც პირველად იძლე-  
 ვიან ლითონთა კრით დამუშავების პრაქტიკაში მოსახსნელი ფენის ზღვრულ  
 სისქესა და კრის სქემის შორის არსებულ დამოკიდებულებას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. N. LOLADZE, G. N. TKEMALADZE, F. G. TOTCHIEV

## PHOTOELASTIC INVESTIGATION OF STRESS DISTRIBUTION IN THE WORKING PART OF THE CUTTING TOOL

Summary

The results of an investigation explaining the dependence of limiting thickness on the diagram of machining are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Фрохт. Фотоупругость, т. 1. М.—Л., 1948.
2. Т. Н. Лоладзе, А. И. Бетанели, Х. Чандрашекаран. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1 (113), 1967.
3. Г. С. Андреев. Вестник машиностроения, № 8, 1969.
4. М. Ф. Полетика, М. Х. Утешев. Сб. «Резание металлов и инструмент», М., 1964.

Д. С. ТАВХЕЛИДZE (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О КИНЕМАТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ  
 СФЕРИЧЕСКОГО КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим задачу кинематического исследования сферического кулисного механизма  $ABC$  (рис. 1).

Размеры звеньев механизма  $l_1$  и  $l_2$  заданы сферическим расстоянием, заданы также углы поворота  $\varphi_2$  кривошипа 2 и радиус сферы  $\rho$ .

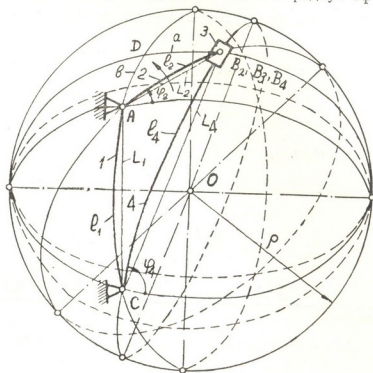


Рис. 1

Требуется определить положение звеньев 3 и 4, угловые скорости и ускорения этих же звеньев, а также линейные скорости и ускорения отдельных точек механизма.

Рассмотрев сферические треугольники  $AB_2D$  и  $B_2CD$ , напишем систему уравнений

$$\begin{aligned} \sin l_2 \cos \varphi_2 &= \sin l_4 \cos \varphi_4, \\ \sin l_1 \cos l_2 + \sin l_2 \cos l_1 \sin \varphi_2 &= \sin l_4 \sin \varphi_4. \end{aligned} \quad (1)$$

Решением системы уравнений (1) определятся угол  $\varphi_4$  и сферическое расстояние  $l_4$ :

$$\operatorname{tg} \varphi_4 = \frac{\sin l_1 \cos l_2 + \sin l_2 \cos l_1 \sin \varphi_2}{\sin l_2 \cos \varphi_2}, \quad (2)$$



$$\sin l_4 = \sqrt{\sin^2 l_2 \cos^2 \varphi_2 + (\sin l_1 \cos l_2 + \sin l_2 \cos l_1 \sin \varphi_2)^2}. \quad (3)$$

Угловая скорость звена 4

$$\omega_4 = \omega_2 i_{42} = \omega_2 \frac{\sin l_2 \cos l_1 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)}{\sin l_4}, \quad (4)$$

где  $\omega_2$ —заданная угловая скорость ведущего звена 2,  $i_{42}$ —аналог угловой скорости.

Относительная скорость точки  $B_3$  звена 3

$$V_{B_3 B_4} = -\omega_2 \rho \frac{\sin l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos l_4}. \quad (5)$$

Угловое ускорение звена 4

$$\varepsilon_4 = \omega_2^2 i'_{42} + \varepsilon_2 i_{42}, \quad (6)$$

где  $\varepsilon_2$ —заданное угловое ускорение ведущего звена 2,  $i'_{42}$ —аналог углового ускорения и

$$i'_{42} = \frac{\sin l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4) [2 i_{42} - \cos l_1 + \sin l_2 \operatorname{tg} l_4 \sec l_4 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)]}{\sin l_4}.$$

Истинное угловое ускорение точки  $B_3$  звена 3

$$\varepsilon_{(B_3 B_4) \varphi_2} = \omega_2^2 i'_{(34) \varphi_2} + \varepsilon_2 i_{(34) \varphi_2}, \quad (7)$$

где  $i_{(34) \varphi_2}$  — аналог угловой скорости, а  $i'_{(34) \varphi_2}$  аналог углового ускорения и

$$i_{(34) \varphi_2} = -\frac{\sin l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos l_4},$$

$$i'_{(34) \varphi_2} = \frac{(i_{42}^2 + i_{(34) \varphi_2}^2) \sin l_4 - \sin l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos l_4}.$$

Нормальное и тангенциальное относительное ускорение точки  $B_3$  звена 3

$$a^n_{B_3 B_4} = \rho \frac{\sin^2 l_2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos^2 l_4}, \quad (8)$$

$$a^r_{B_3 B_4} = \rho \frac{\sin l_4 [i_{42}^2 \cos^2 l_4 + \sin^2 l_2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)] - \sin l_2 \cos^2 l_4 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos^3 l_4}. \quad (9)$$

Истинное ускорение точки  $B_3$  звена 3

$$a_{B_3 B_4} = \omega_2^2 \sqrt{(a^n_{B_3 B_4})^2 + (a^r_{B_3 B_4})^2} - \varepsilon_2 \rho \frac{\sin l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)}{\cos l_4}. \quad (10)$$

Если сферические расстояния  $l_i$  выразить радиусом сферы  $\rho$  и соответствующими хордами  $L_i$ , тогда при  $\rho \rightarrow \infty$  как частный случай получим известные выражения [1] для кинематического исследования плоского кулисного механизма (рис. 2).



В этом частном случае вышеполученные выражения примут вид

$$L_2 \cos \varphi_2 = L_4 \cos \varphi_4,$$

$$L_1 + L_2 \sin \varphi_2 = L_4 \sin \varphi_4, \quad (1')$$

$$\operatorname{tg} \varphi_4 = \frac{L_1 + L_2 \sin \varphi_2}{L_2 \cos \varphi_2}, \quad (2')$$

$$L_4 = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 + 2 L_1 L_2 \sin \varphi_2}, \quad (3')$$

$$\omega_4 = \omega_2 i_{42} = \omega_2 \frac{L_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)}{L_4}, \quad (4')$$

$$V_{B_3 B_4} = -\omega_2 L_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4), \quad (5')$$

$$\varepsilon_4 = \frac{L_2}{L_4} [(2 i_{42} - 1) \omega_2^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4) + \varepsilon_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)], \quad (6')$$

$$\varepsilon_{(B_3 B_4) \varphi_2} = 0, \quad (7')$$

$$a^n_{B_3 B_4} = 0, \quad (8')$$

$$a^r_{B_3 B_4} = i_{42}^2 L_4 - L_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4), \quad (9')$$

$$a_{B_3 B_4} = \omega_2^2 [i_{42}^2 L_4 - L_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4)] - \varepsilon_2 L_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4). \quad (10')$$

Таким образом, решена задача кинематического исследования сферического кулисного механизма.

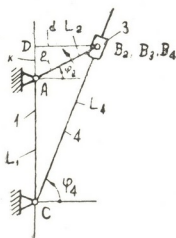


Рис. 2

Полученные выражения носят общий характер и могут быть использованы для решения задач кинематического исследования как для сферического, так и для плоского кулисных механизмов.

დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ნ. დავითაშვილი

სფერული კულისური მექანიზმის კინემატიკური  
 კვლევის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომაში განხილულია სფერული კულისური მექანიზმის კინემატიკური კვლევის ამოცანის გადაწყვეტა, რომლისათვისაც მიღებული გამოსახულებები ზოგადი ხასიათისაა და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სფერული, ისე ბრტყელი კულისური მექანიზმების კინემატიკური კვლევისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

CONCERNING A KINEMATIC STUDY OF SLIDER-CRANK  
 SPHERICAL MECHANISMS

Summary

The problem of kinematic investigation of spherical slider-crank mechanisms is considered. The findings are of general character and can be used in kinematic investigations of both spherical and slider-crank plane mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский. Теория механизмов. М., 1965.



вой скоростью  $\bar{\omega}^{(2)}$  и вокруг оси  $o_k z_k$  с угловой скоростью  $\bar{\omega}^{(3)}$ . Производящая поверхность в системе координат  $S_a$  определяется уравнением [3]

$$\bar{r}_a = u (\cos \vartheta \bar{i}_a + \sin \vartheta \bar{k}_a). \quad (1)$$

Используя матричное равенство

$$M_{0a} = \left\| \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 \\ 0 & \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{ccc} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{c} u \cos \vartheta \\ 0 \\ u \sin \vartheta \end{array} \right\|, \quad (2)$$

производящую поверхность в системах координат  $S_1$  и  $S$  запишем в виде

$$\bar{r}_1 = u (\cos \alpha \cos \vartheta \bar{i}_1 - \sin \alpha \cos \vartheta \bar{j}_1 + \sin \vartheta \bar{k}_1), \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \bar{r} = u [ & \cos \alpha \cos \vartheta \bar{i} - (\sin \alpha \cos \vartheta \cos \varphi_1 + \sin \vartheta \sin \varphi_1) \bar{j} - \\ & - (\sin \alpha \cos \vartheta \sin \varphi_1 - \sin \vartheta \cos \varphi_1) \bar{k} ]. \end{aligned} \quad (4)$$

Вектор нормали к поверхности (4) выражается как

$$\bar{n} = \sin \alpha \bar{i} + \cos \alpha \cos \varphi_1 \bar{j} + \cos \alpha \sin \varphi_1 \bar{k}, \quad (5)$$

где  $u, \vartheta$  — независимые параметры производящей поверхности;  $\varphi_1$  — угол поворота производящей поверхности;  $\alpha$  — угол профиля резцов.

Вектор относительной скорости  $\bar{v}^{(12, \varphi_1)}$ , при фиксированном значении угла  $\delta = \text{const}$  определяется уравнением

$$\bar{v}^{(12, \varphi_1)} = \bar{\omega}^{(1)} \times \bar{r} - \bar{\omega}^{(2)} \times (\bar{r} + \bar{R}_0), \quad (6)$$

где  $\bar{r}$  — радиус-вектор точки контакта в системе  $S$ ;  $\bar{R}_0 = \overline{OM}$  — радиус-вектор, проведенный от точки  $M$ , пересечения сферы, линии действия вектора  $\bar{\omega}^{(2)}$  и оси  $ox$ , к точке  $O$ .

При определении вектора относительной скорости примем во внимание, что

$$\begin{aligned} \omega_x^{(1)} &= \omega^{(1)}, & \omega_x^{(2)} &= -\omega^{(2)} \cos \delta, & \omega_x^{(3)} &= 0, \\ \omega_y^{(1)} &= 0, & \omega_y^{(2)} &= 0, & \omega_y^{(3)} &= -\omega^{(3)}, \\ \omega_z^{(1)} &= 0, & \omega_z^{(2)} &= -\omega^{(2)} \sin \delta, & \omega_z^{(3)} &= 0, \\ R_0 &= R(1 + \cos \delta), \end{aligned} \quad (7)$$

где  $R$  — радиус сферы.

Тогда уравнение (6) в координатной форме представим так:

$$\begin{aligned} v_x^{(12, \varphi_1)} &= -y \omega^{(2)} \sin \delta, \\ v_y^{(12, \varphi_1)} &= -(\omega^{(1)} + \omega^{(2)} \cos \delta) z + (x + R_0) \omega^{(2)} \sin \delta, \\ v_z^{(12, \varphi_1)} &= y(\omega^{(1)} + \omega^{(2)} \cos \delta). \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая (5) и (8), после преобразования уравнение зацепления при  $\delta = \text{const}$  запишем в виде

$$\frac{u}{\cos \alpha} (\cos \vartheta \cos \varphi_1 + \sin \alpha \sin \vartheta \sin \varphi_1) + R_0 \cos \varphi_1 - ua \sin \vartheta = 0, \quad (9)$$



где

$$a = \frac{\omega^{(1)} + \omega^{(2)} \cos \delta}{\omega^{(2)} \sin \delta} \cdot$$

В полюсе зацепления  $P$

$$x=0, \quad y=0, \quad z=R \sin \delta, \quad \varphi_1=0, \quad \vartheta = \frac{\pi}{2}, \quad u=z, \quad a = \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2};$$

кроме того,

$$\overline{\omega}^{(1)} = \overline{\omega}^{(2)}, \quad v^{(1)} = \omega^{(1)} z = \omega^{(1)} R \sin \delta, \quad v^{(2)} = \omega^{(2)} \cdot R^* = \omega^{(2)} R \sin \delta, \quad v^{(1)} = v^{(2)},$$

где  $R^*$  — перпендикуляр, опущенный из полюса зацепления на линию действия вектора  $\overline{\omega}^{(2)}$ .

Вектор относительной скорости при фиксированном значении угла поворота производящего колеса определим уравнением

$$v^{(13,\delta)} = v^{(1)} - v^{(3)}. \quad (10)$$

Так как  $\overline{\omega}^{(1)} = 0$ , то  $v^{(1)} = 0$ , поэтому

$$v^{(13,\delta)} = - [\overline{\omega}^{(3)} \times (\overline{r} + \overline{O_2 O})]. \quad (11)$$

Уравнение (11) в проекциях на оси системы координат  $S$  запишем так:

$$\begin{aligned} v_x^{(13,\delta)} &= \omega^{(3)} (z - R \sin \delta), \\ v_y^{(13,\delta)} &= 0, \\ v_z^{(13,\delta)} &= -\omega^{(3)} (x + R). \end{aligned} \quad (12)$$

Используя выражения проекции скорости относительного движения (12) и нормали (5), уравнение зацепления при  $\varphi_1 = \text{const}$  определим зависимостью

$$-(u \cos \vartheta + R \cos \alpha) \sin \varphi_1 + u \sin \vartheta \cos \varphi_1 \sin \alpha + R \sin \delta \sin \alpha = 0. \quad (13)$$

Уравнение (9) и (13) совместно с уравнением (3) определяют контактную линию в системе координат  $S_1$ .

Для определения уравнения боковой поверхности зубцов используем матричное равенство

$$r_2 = M_{21} \cdot R_1, \quad (14)$$

где  $M_{21} = M_{2h} M_{h0} M_{01}$  — матрица перехода от системы  $S_1$  к системе  $S_2$ . Матрицы, входящие в (14), имеют вид

$$M_{01} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 \\ 0 & \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; \quad (15)$$

$$M_{h0} = \begin{vmatrix} \sin \delta & 0 & -\cos \delta & R(\sin \delta - \cos \delta \sin \delta) \\ -\cos \delta & 0 & \sin \delta & R(\sin^2 \delta - \cos \delta) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; \quad (16)$$

$$M_{2h} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_2 & 0 & -\sin \varphi_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_2 & 0 & \cos \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (17)$$

Тогда боковая поверхность зубцов нарезаемого сферического колеса определяется уравнением

$$\begin{aligned} x_2 &= u \cos \varphi_2 \sin \delta \cos \alpha \cos \psi + u \cos \varphi_2 \cos \delta \sin \varphi_1 \sin \alpha \cos \psi + \\ &+ u \sin \varphi_2 \cos \varphi_1 \sin \alpha \cos \psi - u \cos \varphi_2 \cos \delta \cos \varphi_1 \sin \psi + \\ &+ u \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \psi + R \cos \varphi_2 (\sin \delta + \cos \delta \sin \delta), \\ y_2 &= -u \cos \delta \cos \alpha \cos \psi - u \sin \delta \sin \varphi_1 \sin \alpha \cos \psi + \\ &+ u \sin \delta \cos \varphi_1 \sin \psi + R (\sin^2 \delta - \cos \delta), \\ z_2 &= u \sin \varphi_2 \sin \delta \cos \alpha \cos \psi + u \sin \varphi_2 \cos \delta \sin \varphi_1 \sin \alpha \cos \psi - \\ &- u \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin \alpha \cos \psi - u \sin \varphi_2 \cos \delta \cos \varphi_1 \sin \psi - \\ &- u \cos \varphi_2 \sin \varphi_1 \sin \psi + R \sin \varphi_2 (\sin \delta + \cos \delta \sin \delta) \end{aligned} \quad (18)$$

совместно с уравнениями (9) и (13).

Линию зацепления в неподвижной системе координат определим уравнением (4) совместно с уравнениями (9) и (13). Геометрическое место линий зацепления при разных значениях угла  $\delta$  образует поверхность зацепления.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 17.10.1974)

მანქანათმშენობლა

რ. პარსიმაშვილი

სწორკბილეზიანი სფერული კბილანური გადაცემის  
გამოკვლევა  
რეზიუმე

შესწავლილია თავისუფლების ორი ხარისხის მქონე სწორკბილეზიანი სფერული კბილანური გადაცემა. კვლევის კინემატიკური მეთოდის გამოყენებით მიღებულია მოღებვის, კონტაქტის ხაზის, მოღებვის ხაზის, მოღებვის ზედაპირისა და კბილების ზედაპირების განტოლებები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

## INVESTIGATION OF SPHERICAL GEARING WITH SPUR TEETH

### Summary

Gearing with two degrees of freedom has been studied. Using the kinematic method of investigation, the equations of toothing, contact line, tooth face, gearing line and the gearing are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. П. Солдаткин. Вестник машиностроения, № 7, 1962.
2. Н. Н. Крылов, Е. П. Солдаткин. «Теория передач в машинах». М., 1966.
3. Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., 1968.





რ. წიბიძე, ბ. ბათიაშვილი, თ. გვახაძე

ახალი აუსტენიტური კლასის უჰანგავი ფოლადების  
დამუშავება მანქანათმშენებლობაში

(წარმოადგენს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ლოლაძემ 27.12.1974)

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტში შეიქმნა ახალი აუსტენიტური კლასის უჰანგავი ფოლადები  $\Xi\Pi 667$ ,  $000X13H9Г19AM2$  და  $000X13AГ19$ , რომლებიც ამავე კლასის ფოლადებისაგან განსხვავდებიან უფრო მაღალი კოროზიული მედეგობითა და ეკონომიურობით.

აღნიშნული ფოლადების სახალხო მეურნეობაში წარმატებით გამოყენებისათვის საჭირო ვახდა მათი დამუშავებადობის განსაზღვრა ჭრის სხვადასხვა მეთოდით და მათ შორის ხეხით. ცნობილია დამუშავებადობის განსაზღვრის რამდენიმე მეთოდი, რომელთა გამოყენებაც დაკავშირებულია დიდი რაოდენობის ექსპერიმენტულ სამუშაოებთან.

წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ზემოაღნიშნული ფოლადების დამუშავებადობის განსაზღვრა შედარებით ნაკლებად შრომატევადი მეთოდის — ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდის გამოყენებით.

ამა თუ იმ მასალის ჭრით დამუშავებადობის განსაზღვრა გულისხმობს მჭრელი იარაღის ოპტიმალური მასალის, გეომეტრიისა და ეკონომიურად გამართლებული ჭრის რეჟიმების დადგენას. პირველი ორი ფაქტორის განსაზღვრა შეიძლება ამავე კლასის ფოლადების დამუშავებადობაზე არსებული ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე, ხოლო ეკონომიურად გამართლებული ჭრის რეჟიმების დადგენა ხეხისათვის დაიყვანება დამოკიდებულებად

$$T = \frac{C}{v_x \cdot s_f^2} \quad (1)$$

ამ დამოკიდებულების ნაკლია ის, რომ მედეგობას ( $T$ ), დეტალის სიჩქარესა ( $v_x$ ) და მიწოდებას ( $s_f$ ) შორის იგულისხმება მონოტონური კავშირი, რაც წარმოადგენს ამ სიდიდეებს შორის არსებული რთული დამოკიდებულების კერძო შემთხვევას. ამიტომ სწორედ მიიჩნევენ მეცნიერები [1, 2], რომ ტოლობა (1) უნდა შეიცვალოს უფრო მაღალი თანრიგის განტოლებით, კერძოდ მეორე თანრიგის პოლინომით.

ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდი თავის მხრივ საშუალებას იძლევა დამყარდეს უფრო ზუსტი დამოკიდებულება მედეგობასა და ჭრის რეჟიმებს შორის და, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, საგრძნობლად ამცირებს ექსპერიმენტების საჭირო რაოდენობას.

ჩვენი ამოცანის გადასაწყვეტად შესაძლებელი აღმოჩნდა ცენტრალური როტოტაბელური დაგეგმვის მეთოდის გამოყენება. ანალიზით განისაზღვრა ცვალებადი სიდიდეების ( $v_x$ ,  $s_f$ ) ვარირების გამართლებული ზღვრები, რამაც საშუალება მოგვცა ცენტრალური როტოტაბელური დაგეგმვის მეთოდი ხეხის შემთხვევისათვის დაგვეყვანა სრული ფაქტორული ანალიზის მეთოდით



დამდე, რომელიც დაჩქარებულად იძლევა დახუსტებულ განტოლებებს ციონალური დამოკიდებულების მაღალი შესაბამისობით.

ჩატარებულ იქნა მედეგობის ცდები წინასწარ შედგენილი გეგმის მიხედვით. აღნიშნული ფოლადების ნამზადები იხეებოდა ბრტყლადსახე ჩარხზე 346CM2K6 სახეხი ქარგოლის პერიფერიით. გაციება ხდებოდა ემუსიით. სახეხი ქარგოლის მედეგობა განისაზღვრებოდა წუთებში ცვეთის მიღებული კრიტერიუმის მიღწევის შემდეგ. ცდების შედეგების მათემატიკურმა დამუშავებამ მოგვცა

$$\lg T = C + X_1 \lg s_e + X_2 \lg s_f + X_3 \lg s_e \cdot \lg s_f \quad (2)$$

ტიპის განტოლებები, რომელთა კოეფიციენტებიც შესაბამისი ფოლადებისათვის მოცემულია № 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

დასამუშავებელი მასლის მარკა	კოეფიციენტები			
	C	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
000X13AG19	1,0944	-2,9993	-0,5247	-1,1409
000X13H9G19AM2	-1,5942	-0,8277	-1,9124	0,9567
ЭП 667	0,6822	-0,6205	-0,3185	-0,0819

მიღებული განტოლებების ფიშერის კრიტერიუმებით ადეკვატურობაზე შემოწმებამ გამოავლინა მაღალი სიზუსტის შესაბამისობა. ცდებმა და განტოლებების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ყველაზე უკეთ იხეება ფოლადი ЭП 667, ხოლო ყველაზე ცუდად — 000X13H9G19AM2. შეინიშნებოდა, რომ ფოლად 000X13AG19 ხეხისას იარაღის მედეგობაზე უპირატესი გავლენა ჰქონდა ქრის სიჩქარეს, ხოლო ფოლად 000X13H9G19AM2 ხეხისას — მიწოდებას. ეს გამოწვეული იყო იმით, რომ ყველაზე ბლანტი ფოლადის 000X13H9G19AM2 მიწოდების მაღალი სიდიდით დამუშავებისას ბურბუშელა ავსებდა სახეხი ქარგოლის ფორებს, რაც იწვევდა აბრაზიული მარცვლების ამოვარდნას და სახეხი ქარგოლის „თვითალესვას“. მნიშვნელოვანდ ნაკლებად ბლანტი ფოლადის 000X13AG19 დამუშავებისას კი „თვითალესვის“ მოვლენებს ადვილი არ

ცხრილი 2

მიწოდება s <sub>f</sub> მმ/ორ., სე ს <sub>e</sub> მ/წთ	სახეხი ქარგოლის მედეგობა T წუთებში (s <sub>კ</sub> = 35 მ/წმ)											
	000X13H9G19AM2				000X13AG19				ЭП 667			
	ს <sub>e</sub> მ/წთ											
	4	8	12	20	4	8	12	20	4	8	12	20
0,012	29,9 <sup>A</sup>	15,0	10,0	6,0	41,3 <sup>A</sup>	23,6	17,0	11,3	54,0 <sup>A</sup>	35,7	28,1	20,7
0,020	15,2	8,8	6,4 <sup>B</sup>	4,3	22,2	10,7	6,9 <sup>B</sup>	4,0	32,5	20,1	15,2 <sup>B</sup>	10,7
0,028	9,7	6,7	4,7	3,4	14,8	6,22	3,8	2,0	23,2	13,8	10,1	6,9
0,040	6,0 <sup>A</sup>	4,2	3,5	2,7	9,6 <sup>A</sup>	3,6	2,0	1,0	16,3 <sup>A</sup>	9,2	6,6	4,3

ჰქონია და ნამზადის სიჩქარის ზრდით იარაღის მედეგობა შედარებით ინტენსიურად მცირდებოდა. ანალოგიური დასკვნის გაკეთება შეიძლება № 2 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე. ეს უკანასკნელი ელექტრონულ-გამომივლე-



ლი მანქანით არის მიღებული შესაბამისი განტოლებებიდან ჰერის სხვადასხვა პირობებისათვის და ფაქტიურად რაციონალური რეჟიმების შერჩევის საშუალებას იძლევა ხეხისათვის.

ამ ცხრილში A ასოთი აღნიშნული მედეგობის სიდიდეები დაემთხვა ექსპერიმენტების გეგმით გათვალისწინებულ დონეებს, ამიტომ მათი სიზუსტე ცდით არის შემოწმებული. გამოთვლით მიღებული შედეგების სიზუსტის შესამოწმებლად ჩატარდა მედეგობის დამატებითი ცდები № 2 ცხრილის B ასოთი აღნიშნულ დონეებზე, რამაც მოგვცა ასეთი შედეგები:

ფოლადი 000X13AG19

$$v_g = 12 \text{ მ/წთ}, \quad s_f = 0,02 \text{ მმ/ორ. სვ}, \quad T = 5,6 \text{ წთ.}$$

ფოლადი 000X13H9G19AM2

$$v_g = 12 \text{ მ/წთ}, \quad s_f = 0,02 \text{ მმ/ორ. სვ}, \quad T = 5,1 \text{ წთ.}$$

ფოლადი ЭП 667

$$v_g = 12 \text{ მ/წთ}, \quad s_f = 0,02 \text{ მმ/ორ. სვ}, \quad T = 14,4 \text{ წთ.}$$

როგორც ვხედავთ, ცდომილება შესაბამისი ფოლადებისათვის არ აღემატება +13%, რაც სავსებით დასაშვებია პრაქტიკისათვის და გაცილებით მაღალი შესაბამისობისაა, ვიდრე ცნობარებში მოცემული მნიშვნელობებისათვის. ამდენად, ფოლადების ხეხით დამუშავებადობის განსაზღვრა ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდით გაცილებით ეკონომიური და მიზანშეწონილია, ვიდრე კლასიკური მეთოდებით.

საქართველოს ვ. ი. ლენინის სახელობის  
პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.12.1974)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. И. ЦЕРЕТЕЛИ, Б. И. БАТИАШВИЛИ, Т. Г. ГЕГЕЧКОРИ  
ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ ШЛИФОВАНИЕМ НОВЫХ  
НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

Резюме

Приведены результаты исследования шлифуемости нержавеющей сталей аустенитного класса методом планирования эксперимента.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. I. TSERETELI, B. I. BATIASHVILI, T. G. GEGECHKORI  
GRINDING MACHINABILITY OF NEW STAINLESS STEELS OF  
AUSTENITIC CLASS

Summary

The results of an investigation of stainless steel grindability by the method of experiment planning are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Грановский. «Вестник машиностроения», выш. 3, Минск, 1972.
2. П. Н. Ящерицын, А. Н. Кочергин. Вестник АН БССР, серия физико-технических наук, № 1, 1971.

Н. Д. КОДУА

## К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА СТОКОВ РЕКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 23.9.1974)

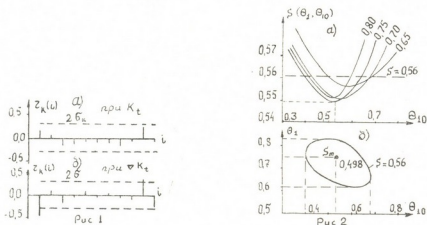
К настоящему времени предложен ряд стохастических моделей речного стока. Основные из них подробно рассмотрены в монографиях и статьях Г. Г. Сванидзе, А. Ш. Резниковского и др. Легко доказать, что эти модели неадекватно описывают анализируемый гидрологический ряд. Внимательный анализ автокорреляционных функций стока реки показывает, что речной сток редко можно представить как чистый простой или сложный марковский процесс. Однако в тех случаях, когда приемлемо такое представление, используемую при этом в настоящее время в гидроэнергетических расчетах методику построения модели нельзя признать верной. Подробный критический анализ ныне существующих моделей гидрологического ряда в данной статье не представляется возможным, однако отметим, что построение правильной модели требует проведения ряда этапов анализа, вплоть до диагностической проверки. Ниже мы покажем правильный параметрический анализ во временной области для сравнительно короткого гидрологического ряда р. Ингури, ссылаясь на работу [1].

Выборочные оценки корреляционной функции этой реки для сдвигов от 3 до 10 лет устойчиво отрицательны (рис. 1, а). Это наводит на мысль о том, что временный ряд выявляет черты нестационарности. Пропуская ряд через низкочастотный фильтр, получаем новый ряд, для которого корреляционная функция показана на рис. 1, б. Первый коэффициент корреляции получается уже значимым  $r_h(1) = 0,45 > 2\sigma_h$  и, к тому же, остальные коэффициенты, кроме  $r_h(10)$  и  $r_h(11)$ , получаются малыми. Это дает нам право сделать предположение о справедливости процесса скользящего среднего (СС) первого порядка. Однако сравнительно большое значение коэффициента корреляции с задержкой в 10 лет требует дальнейших исследований. Использование критерия Бартлетта  $r_h(10) > 2\sigma_h$  показывает, что при описании анализируемого временного ряда имеет смысл учитывать периодичность продолжительностью в 10 лет. Таким образом, модель СС требует изменения. Следует идентифицировать мультипликативную модель вида  $(0,1,1) \times \chi(0,0,1)_{10}$ . Начальные оценки для параметров этой модели определяются из следующих зависимостей:  $r_1 = -\theta_1/1 + \theta_1^2$ ;  $r_{10} = -\theta_{10}/1 + \theta_{10}^2$ . Следовательно, предлагаемая модель стока р. Ингури имеет вид

$$K_t = K_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_{10} a_{t-10} + \theta_1 \theta_{10} a_{t-11} + a_t \quad (1)$$



Следующей задачей является улучшение оценки параметров модели (1). Так как все то, что гидрологические данные могут сказать о параметрах модели, содержится в функции правдоподобия, целесообразно построить график логарифмической функции правдоподобия. В выражении для этой функции главную роль играет сумма квадратов остаточных ошибок. Поэтому для получения удовлетворительных оценок параметров достаточно построить график изменения этих сумм. Такой график показан на рис. 2, а. Из него видно, что оценки пара-



метров наибольшего правдоподобия равны  $\widehat{\theta}_1 = 0,75$ ,  $\widehat{\theta}_{10} = -0,53$ . Им соответствует минимальное значение суммы квадратов  $S_{\min} = 0,498$ .

Приближенные доверительные области для этих параметров определяются из выражения

$$S(\theta_1, \theta_{10}) = S(\widehat{\theta}_1, \widehat{\theta}_{10}) \left[ 1 + \frac{\chi_{0,1}^2(k)}{n} \right] = 0,498 \left[ 1 + \frac{4,61}{40} \right] \approx 0,56. \quad (2)$$

Для этого значения суммы квадратов на рис. 2, б показана изолиния, внутри которой находится 90%-ная доверительная область. Этой области соответствуют изменение параметров в диапазоне  $\widehat{\theta}_1 = 0,62 \div 0,83$ ;  $\widehat{\theta}_{10} = -(0,4 \div 0,68)$ .

Чтобы убедиться в адекватности подогнанной модели, следует проверить, образуют ли остаточные ошибки чисто случайный процесс. Для проверки этого предположения существует несколько способов. Однако те из них, которые основаны на анализе корреляционных функций, в данном случае оказались непригодными. Для исходного ряда более чувствительным оказался частотный критерий, основанный на выборочном спектре. Это не является неожиданным. Ведь этот ряд таит в себе определенную периодичность, а автокорреляционная функция не является чувствительным индикатором для выявления таких периодичностей.

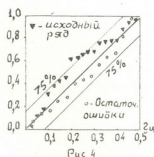
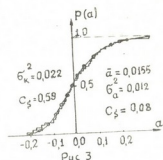
На рис. 3 нанесены точки, соответствующие кумулятивной периодограмме для исходного ряда с 42 членами и для остаточных ошибок с 30 членами наблюдений. Там же указаны пределы, соответствующие 75%-ному доверительному интервалу, рассчитанному по критерию Кол-



могорова. Точки, соответствующие исходному ряду, пересекают линию доверительной области, а точки, соответствующие остаточным ошибкам, располагаются более близко к прямой, соответствующей интегрированному спектру белого шума. Небольшой разброс точек около этой прямой подтверждает адекватность модели

$$k_t = k_{t-1} - 0,75 a_{t-1} + 0,53 a_{t-10} - 0,4 a_{t-11} + a_t. \quad (3)$$

Остаточные ошибки имеют закон распределения, близкий к нормальному:  $C_s = 0,08$ , тогда как для модели исходного ряда  $C_s = 0,595$ . Эмпирические и теоретические функции распределения этих величин показаны на рис. 4.



Модель (3) можно представить в виде (4), где текущие значения  $K_t$  будут выражены с использованием предыдущих значений ряда:

$$K_t = \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j K_{t-j} + a_t. \quad (4)$$

При таком представлении модели веса  $\pi_j$  определяются из соотношений

$$\begin{aligned} \pi_j &= \theta_j^{-1} (1 - \theta_j), \quad j=1, 2, \dots, 9, \\ \pi_{10} &= \theta_1^0 (1 - \theta_1) + (1 - \theta_{10}), \quad \pi_{11} = \theta_1^0 (1 - \theta_1) - (1 - \theta_1)(1 - \theta_{10}), \\ (1 - \theta_1 B - \theta_{10} B^{10} + \theta_1 \theta_{10} B^{11}) \pi_j &= 0, \quad j \geq 12, \end{aligned} \quad (5)$$

где оператор  $B$  действует на  $\pi$ .

Из (5) можно получить прогноз модуля расхода  $K_t$  на несколько лет вперед по зависимости.

$$K_t(l) = \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j K_j(l-j). \quad (6)$$

Зависимость (6) следует использовать для правильного составления диспетчерского правила регулирования водохранилища. Однако для исследования будущих режимов водохранилища, а также для установления обеспеченности отдачи заданного объема воды следует использовать интегральную кривую пригона, зависимость для которой можно получить интегрированием выражения (3):

$$K_t^0 = 2K_{t-1}^0 - K_{t-2}^0 - 0,75 a_{t-1} + 0,53 a_{t-10} - 0,4 a_{t-11} + a_t, \quad (7)$$

где  $K_t^0 = W(t)/W_0$  есть общепринятое обозначение в гидрологии.



Эвентуальная прогнозирующая функция для этой интегральной кривой будет уже линейной функцией упреждения:

$$K_i^0(t) = b_0(t) - b_1(t)l. \quad (8)$$

Здесь  $b_0(t)$  и  $b_1(t)$  — так называемые подстраивающие коэффициенты данного ряда, которые зависят как от параметров модели, так и от момента, в котором делается прогноз:

$$b_0(t) = \sum_{j=1}^{\infty} \{2\pi_j^{(1)} - \pi_j^{(2)}\} K_{t-j+1}^0; \quad B_1(t) = \sum_{j=1}^{\infty} \{\pi_j^{(2)} - \pi_j^{(1)}\} K_{t-j+1}^0. \quad (9)$$

Дисперсию ошибок прогноза можно вычислить по зависимости

$$P(t) = (1 + \psi_1^2 + \dots + \psi_n^2) \sigma_2^2 \quad (10)$$

где  $\psi_i = \lambda_1(1 + i\lambda_{10}) + \delta\lambda_{10}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Здесь  $\lambda_1 = 1 - \theta_1$ ,  $\lambda_{10} = 1 - \theta_{10}$  и  $\delta$  отлична от нуля и равна 1 только лишь при значениях  $i = 10, 20, \dots$

Таким образом, водохозяйственные расчеты следует вести по зависимостям (3) и (7). При этом, как видно из (10), имеется возможность оценить ошибку, допускаемую в этих расчетах.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.9.1974)

ენერგეტიკა

ბ. კოდუა

მდინარეთა ჩამონადენის ჰიდროლოგიური რიგის  
მოდელირების მეთოდის დაფუძნებისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია მდინარეთა ჩამონადენის ჰიდროლოგიური რიგის სტოქასტური მოდელის აგების სწორი მეთოდის დაფუძნების ცდა. განხილულია მდ. ინგურის ჩამონადენისათვის სწორი მოდელის აგების მაგალითი.

POWER ENGINEERING

N. D. KODUA

## TOWARDS THE SUBSTANTIATION OF A METHOD OF MODELLING HYDROLOGICAL SERIES OF RIVER RUNOFFS

Summary

An attempt is made to substantiate a correct method of building a stochastic model of hydrological series of river runoffs.

An example of building a correct model for the runoff of the Inguri is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Бокс, Г. Дженкинс. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М., 1974.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Р. А. ХУРОДЗЕ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ  
АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ ПУТЕМ АДАПТАЦИИ  
КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ ОТДЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ  
(СИГНАЛОВ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 4.12.1974)

Одним из наиболее эффективных методов повышения надежности устройств и систем автоматического управления является резервирование отдельных компонентов, элементов, устройств или участков системы, заключающееся в их дублировании резервными изделиями или структурными схемами, характеристики которых мало чувствительны к изменению параметров отдельных компонентов, введению информационной избыточности и др. К резервированию вынуждены прибегать в том случае, когда выбор наиболее надежных из имеющихся технических средств недостаточен для обеспечения требуемой надежности рассматриваемого устройства.

Различают два способа резервирования: а) замещением и б) постоянное резервирование. В первом случае неисправное изделие (элементы, датчики, модули или устройства) отключаются и на его место автоматически или вручную включается исправное.

При постоянном резервировании вместо одного основного элемента системы постоянно включают два или больше однотипных изделий, чтобы при отказе система продолжала функционировать исправно.

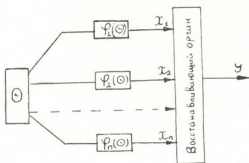


Рис. 1

Применительно к аналоговым устройствам редко удается использовать преимущества отдельного (поканального) постоянного резервирования. Это обусловлено тем, что отказ одного из дублирующих друг друга компонентов обычно приводит к недопустимой погрешности

всей системы исправных элементов. Для такого резервирования оказывается необходимым включать на выходе каждой группы взаимно резервирующих друг друга элементов специальное решающее устройство, называемое обычно восстанавливающим органом (рис. 1). Указанное решающее устройство призвано обеспечивать на выходе истинный сигнал  $y$  как при исправной работе всех элементов (датчиков)  $\varphi_1(\Theta)$ ,  $\varphi_2(\Theta)$ , ...,  $\varphi_n(\Theta)$ , так и при отказе некоторой части элементов, т. е. восстанавливать истинное значение сигнала.

Рассмотрим схему (рис. 2), где сигналы на выходе взаимно резервированных аналоговых приборов (каналов)  $U_1, U_2, \dots, U_n$  и выходной сигнал  $U_B$  подаются на компаратор ( $K$ ). Если контролируемый канал неисправен  $|U_i - U_B| > \beta \varepsilon$  (где  $\beta$  — некоторый коэффициент, учитывающий влияние случайных помех и возможной погрешности  $U_B$  на разность  $U_B - U_i$ , обычно вырывают  $\beta = 1,5 \div 3$ ), то при поступлении сигнала „опрос“ компаратор срабатывает и информация о неисправности записывается в накопительном адаптивном элементе (АЭ) [1], который управляет (увеличивает) сопротивлением  $R_n$ , включенным во входную цепь суммирующего усилителя. Управляемые резисторы  $R_1, R_2, \dots, R_n$  могут быть осуществлены на основе полевых транзисторов по схеме, описанной в [2], или на терморезисторах.

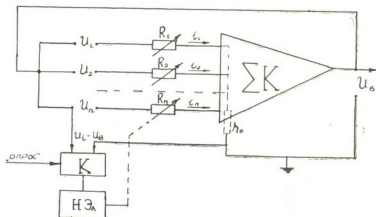


Рис. 2

Используя обозначения рис. 2 для выходного сигнала  $U_B$ , можно написать

$$U_B = \left( \sum_{i=1}^n i_i r_0 \right) K, \quad (1)$$

где  $r_0$  — входное сопротивление усилителя,  $i_i$  — входной ток,  $K$  — коэффициент усиления.

Полагая

$$i_i = \frac{U_i - U_B}{R_i}, \quad (2)$$

из (1) получим

$$U_B = K r_0 \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i} - K r_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} U_B. \quad (3)$$

Преобразуя (3), имеем

$$U_B \left[ 1 + K r_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right] = K r_0 \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i}. \quad (4)$$

Учитывая, что

$$K r_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \gg 1,$$

и сокращая  $K r_0$  в обеих частях уравнения (4), получаем

$$U_B = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}}. \quad (5)$$

При исправной работе всех каналов имеем  $U_1 = U_2 = \dots = U_n = U$  и  $U_B = U$  независимо от значений отдельных сопротивлений  $R_1, R_2, \dots, R_n$ . Однако при отказе какого-либо канала влияние его сигнала на общее выходное напряжение может быть существенно уменьшено путем повышения сопротивления, включенного последовательно с этим каналом. Например, пусть  $n = 3$  и имеет место отказ третьего прибора:  $U_1 = U_2 = 1 \text{ В}$ , а  $U_3 = 10 \text{ В}$ . При  $R_1 = R_2 = R_3 = R_0$  из (5) имеем

$$U_B = \frac{1/R_0(1 + 1 + 10)}{3/R_0} = 4 \text{ В}.$$

Однако при адаптации сопротивления  $R_3$  неисправного канала так, что  $R_1 = R_0$ ,  $R_2 = R_0$ ,  $R_3 = 100 R_0$ , получим  $U_B = 1,05 \text{ В}$ , что лишь на 5% отличается от истинного сигнала.

Академия наук Грузинской ССР

Институт систем управления

(Поступило 8.12.1974)

ავტომატური მართვა და გათვითქმედი ტექნიკა

რ. ხუროშიძე

რეზერვირებული ანალოგიური მოწყობილობის სანიმდროვის  
 გაზრდა ცალკეული არხების (სიბნალების) გადაცემათა  
 კოეფიციენტების ადაპტაციის საშუალებით

რეზიუმე

განხილულია რეზერვირებული ანალოგიური სისტემები, სადაც ცალკე-  
 ული არხების მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში ხდება მათი გადაცემათა  
 კოეფიციენტების ადაპტაცია. მოცემულია მათი განმსაზღვრელი ფორმულები.

R. A. KHURODZE

INCREASING THE RELIABILITY OF ANALOG REDUNDANCY  
INSTRUMENTS THROUGH ADJUSTMENT OF TRANSMISSION  
FACTORS OF INDIVIDUAL CHANNELS (SIGNALS)

## Summary

An analog redundancy system is discussed. In the case of failure of individual channels, adjustment of transmission factors occurs. Formulas determining their values are presented.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Розенблат, Г. В. Федин, Р. А. Хуродзе. Способ изменения магнитного потока. Авт. свид. № 418850. Бюлл. изобр., № 9, 1974.
2. А. Н. Крештал, М. А. Розенблат. Автоматика и телемеханика, № 4, 1971.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Ш. И. ПАНЦХАВА

К ВОПРОСУ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕМКОСТИ И БЫСТРОДЕЙСТВИЯ  
МАГНИТНОГО ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 19.9.1974)

При увеличении емкости и быстродействия магнитного запоминающего устройства на ферритовых сердечниках может возникнуть ситуация, когда токовые формирователи окажутся не в состоянии обеспечить ток, необходимый для переключения сердечников.

Действительно, повышение емкости и быстродействия запоминающего устройства, достигаемое за счет использования миниатюрных сердечников, приводит к увеличению их числа на единицу длины координатной обмотки, к пропорциональному уменьшению диаметров обмоток, прошивающих КУБ ЗУ, а также к пропорциональному уменьшению тока перемагничивания выбранных сердечников. При этих изменениях омическое сопротивление единицы длины адресного провода возрастет пропорционально квадрату диаметра.

Для количественной оценки описанного явления рассмотрим зависимость, связывающую напряжение на адресной обмотке с электромагнитными параметрами сердечников и провода:

$$V_A = L_{np} \frac{dI_A}{dt} + L_c(n-1)m \frac{dI_A}{dt} + U_c + I_A R_{np}, \quad (1)$$

где  $L_{np}$  — индуктивность провода без сердечников [1];  $I_A$  — адресный ток;  $R_{np}$  — сопротивление адресного провода;  $(n-1)m$  — число сердечников, возбуждаемых адресным током;  $U_c$  — напряжение, компенсирующее против-э. д. с. самоиндукции, возникающую в результате переключения выбранных сердечников [2];  $L_c$  — дифференциальная индуктивность сердечника при изменении намагниченности на участке петли гистерезиса  $B_r, B_m$ .

В формуле (1)  $I_A$  представляет собой ток возбуждения полувыбранных сердечников, величина которого вдвое меньше тока выбранного сердечника. Несмотря на это, в выражении (1) учитывается компенсирующее напряжение  $U_c$ . Это объясняется желанием исследовать тот наилучший случай, когда все полувыбранные сердечники возбуждаются, а все выбранные переключаются.

В качестве исходных данных выбираем параметры типового КУБа МОЗУ машины «Минск-22».

При переходе от одного размера к другому учитываем пропорциональное изменение  $I_A$ , хотя считаем  $dI_A/dt = \text{const} = 1,55 \cdot 10^6$  а/сек.



Перепад тока, подаваемого в адресный провод, аппроксимируем экспоненциальной зависимостью

$$I_A(t) = I_m \left( 1 - \exp \left\{ -\frac{2,3 t}{\tau_{\Phi}} \right\} \right),$$

в которой под  $\tau_{\Phi}$  понимаем время нарастания тока до  $0,9 I_m$ .

При расчете мгновенных значений всех напряжений, представленных в выражении (1), индуктивности  $L_{np}$  и  $L_c$ , сопротивление  $R_{np}$  и напряжение  $U_c$  определяем по формулам, предлагаемым в [1,2].

Полученные результаты представляем в виде графиков зависимостей

$$V_{L_c} = f(t/\tau_{\Phi}), \quad V_{L_{np}} = \varphi(t/\tau_{\Phi}), \quad V_c = \psi(t/\tau_{\Phi}), \quad V_R = F(t/\tau_{\Phi}).$$

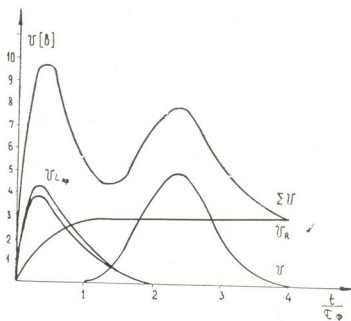


Рис. 1

Как и следовало ожидать кривая изображающая суммарное напряжение имеет два максимума: при  $t = 0,3 \tau_{\Phi}$  и  $t = 2,3 \tau_{\Phi}$ .

Рассмотрим на примере сердечников марки ВТ-1 (КУБ МОЗУ «Минск 22»), как будут меняться мгновенные значения напряжений в точках, соответствующих моментам времени  $t = 0,3 \tau_{\Phi}$  и  $t = 2,3 \tau_{\Phi}$ , в зависимости от уменьшения размеров сердечников, уменьшения диаметра проводов и т. д.

На рис. 2 представлены графики искомым зависимостей. До определенного значения  $d_{np}$  суммарная величина  $V_{\Sigma}$  падает в соответствии с пропорциональным уменьшением остальных геометрических параметров запоминающей матрицы (рис. 2,а). а —  $V_{\max}$  при  $t = 0,3 \tau_{\Phi}$ ; б —  $V_{\max}$  при  $t = 2,3 \tau_{\Phi}$ . Однако начиная с некоторого значения  $d_{np}$   $V_{\Sigma}$  начинает расти.

Максимальные значения напряжения  $V_{L_{np}}$  и  $V_{L_c}$  зависят от фронта импульса тока, а напряжение  $V_R$  — от величины тока в момент времени

$t = 0,3 \tau_{\phi}$ . Следовательно, если возникнет необходимость уменьшить величину  $V_{\Sigma}$ , то на участке (3,6 ÷ 12) (см. рис. 2, а) этого можно добиться

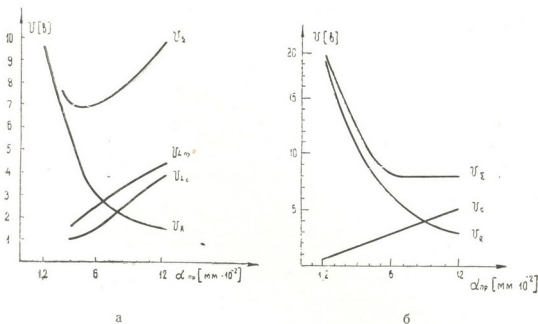


Рис. 2

за счет изменения скорости нарастания тока полувыборки. Что же касается  $V_{\Sigma}$  на участке графика (1,2 ÷ 3,6), то здесь оно определяется в основном напряжением  $V_R$  и, следовательно, оказывается независимым от фронта тока полувыборки.

Кривые рис. 1 показывают, что в момент времени  $t = 2,3 \tau_{\phi}$  мощность, отдаваемая в нагрузку формирователем адресного тока, расходуется на переключение выбранных сердечников ( $P_c$ ) и частично рассеивается на активном сопротивлении провода ( $P_R$ ).

При уменьшении диаметра мощность, рассеиваемая в адресном проводе, остается без изменения, тогда как  $P_c$  уменьшается пропорционально  $d_{np}^2$ .

В связи с этим на рис. 2,б можно выделить три области изменения мощности: 1.  $V_c \gg V_R$ ; 2.  $V_c \simeq V_R$ ; 3.  $V_c \ll V_R$ . Для  $V_c \gg V_R$  при переходе от одного размера к другому результирующая мощность  $P$ , отдаваемая в нагрузку, будет меняться пропорционально  $d_{np}^2$ , для  $V_c \simeq V_R$  — пропорционально  $d_{np}$ , а для  $V_c \ll V_R$   $P = \text{const}$ .

Это означает, что начиная со второй области ( $V_c \ll V_R$ ) и в особенности в третьей ( $V_c \ll U_R$ ) ток в адресном проводе будет зависеть от  $d_{np}$ , и, следовательно, формирователи тока не смогут обеспечить переключение выбранных сердечников ЗУ.

შ. ფანცხავა

მაგნიტური დამამახსოვრებელი მოწყობილობის ტევადობის და  
 სწრაფმოქმედების გაზრდის საკითხის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია დამამახსოვრებელი მოწყობილობის შრომისუნარიანობის შეფასების საშუალება და დიდი ტევადობის მოწყობილობის პროგნოზირების მეთოდი, რაც დაფუძნებულია მამოდელირებელი განტოლების გამოყენებაზე. გამოკვლეულია თანაფარდობანი, რომლებიც აკავშირებენ ერთმანეთთან დენის მაფორმირებელის დატვირთვის შესაძლებლობას სამისამართო გარენაწილის ელექტრომაგნიტურ პარამეტრებთან.

### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Sh. I. PANTSKHAVA

### A METHOD OF INCREASING THE CAPACITY AND SPEED OF MAGNETIC CORE MATRIX

#### Summary

A new method of estimation of magnetic core matrix operating ability is suggested.

Correlations connecting load ability of current drivers with electromagnetic parameters of address line are investigated.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Бардиж. Магнитные элементы цифровых вычислительных машин. М., 1967.
2. П. Нитсон. Анализ и расчет ферритовых цифровых элементов. М., 1967.

УДК 631.445.4(479.22)

ნივლოვანი მცენარეობა

რ. პატრიკაშვილი

## ახალციხის მხარეთა რუხი-ყავისფერი ნიადაგების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 23.10.1974)

ტერმინი „რუხი-ყავისფერი“ ეკუთვნის პროფ. ა. როზანოვს, რომელმაც მტკვარ-არაქსის დაბლობზე განვითარებული რუხი, მურა და წაბლა ნიადაგების ადგილზე გამოყო ერთი ზონალური ტიპის ნიადაგი — რუხი-ყავისფერი [1]. ამ ნიადაგურმა ტიპმა საქართველოს ნიადაგების კლასიფიკაციაშიც ჰპოვა ასახვა [2—4] და მის შესახებ ქართველ მეცნიერთა შორის აზრთა სხვადასხვაობა არსებობს.

პროფ. მ. საბაშვილის დებულების თანახმად, საქართველოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები ტყის ყავისფერი ნიადაგების ქსეროფიტობაციის შედეგად წარმოქმნილი ნიადაგებია, რომლებიც იმყოფებიან ტყის ყავისფერი ნიადაგებიდან ეელის ტიპის ნიადაგებში გარდამავალ საფეხურზე [3].

ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე, ახალციხის ქვაბულის ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში ზ. დ. 1100—1300 მ სიმაღლეზე, მთისწინების ფერდობების ქვედა ნაწილში და დელუვიურ შლეიფებზე გამოიყოფა რუხი-ყავისფერი ნიადაგები, რომლებიც განვითარებულია ძირითადად ლიოსისებრ თიხნარებზე, კარბონატულ-თაბაშირის ფერად თიხებზე, ქვიშაქვებზე და მათი გამოფიტვის პროდუქტებზე.

ბ. კლოპოტოვსკის მიხედვით ეს არის მეჩხერი არიდული ტყეების, შესაძლებელია, ნათელი ტყეების ნიადაგები, რომელთა ედიფიკატორს წარმოადგენს ბერყენა [5]. მასთან ახლავს ბუჩქნარები — კოწახური, მეკენძალა, ასკილი, შავჯაგა და სხვა. ბალახეულთა შორის ბატონობს უროს ფორმაცია. იმასთან დაკავშირებით, რომ არიდული მეჩხერი ტყეების ნიადაგები დიდი ხანია რაც მუშავდება სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში, ბერყენა ერთეული ეგზემპლარების სახითაა შემორჩენილი სოფ. წირას, მინაძის, ორფოლას და ოშორას მიდამოებში, მთისწინების ფერდობებსა და დელუვიურ შლეიფებზე.

ეს ნიადაგები ყველაზე უფრო ახლოს დგანან კარბონატულ ტყის ყავისფერ ნიადაგებთან და მორფოლოგიურად იმით განსხვავდებიან მათგან, რომ შედარებით ნაკლებად აქვთ გამოსახული ჰუმუსიანი ფენა, შეფერილი არიან მთელ პროფილში რუხ-ყავისფერად. მათ აქვთ კაკლოვან-გორიზონი სტრუქტურა. შედარებით სუსტადაა გამოსახული კარბონატულ-ილუვიური პორიზობიტი, სადაც  $\text{CaCO}_3$ -თან ერთად გვხვდება თაბაშირის დანაგროვები ძარღვებისა და ნაოფლარების სახით.

ლიოსისებრ თიხნარებზე განვითარებული რუხი-ყავისფერი ნიადაგების დასახასიათებლად შევარჩიეთ სოფ. წირაში, სამხრეთი ექსპოზიციის 5—8° დახრილი ფერდობის ნიადაგი (ჭრ. 222), რომელიც წარმოადგენს საძოვარს. მასთან შესადარებლად ავიღეთ ძველი სახნავისა (ჭრ. 221) და ახალგაზრდა ხეხილის ბაღის (ჭრ. 223) ნიადაგები.

ხშირი ხენითა და სასუქების შეტანის გარეშე ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოება ძველი სახნავის ნიადაგი ჰუმუსითა და საკვები ელემენტებით შესამჩნევად გააღარიბა, შეამცირა მისი წყალგამტეობა, ნაყოფიერება და, რა თქმა უნდა, მასზე წარმოებული კულტურების მოსავალი. ამ მხრივ უკეთესი მდგომარეობაა იმ ნაკვეთებში, რომლებიც ახალგაზრდა ხე-



ხილის ბალებითაა ათვისებული, რაც იხსნება ნაწილობრივ ამ ნიადაგმცხარეობით მაღალი ბუნებრივი ნაყოფიერებითა და ნაწილობრივ მათი გაკულტურებით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგების ქიმიური და გრანულომეტრიული შედგენილობის ზოგიერთი მონაცემი

ნიადაგი, აღდგომდებარეობა, საცარგული, ქრთის №, კანი	ნიადაგის სიღრმე, სმ	ჰუმუსი, %	სურობა, %	მთლიანი ფოსფორი, %	$\frac{C_{\text{კვ}}}{C_{\text{ფ}}}$	CaCO <sub>3</sub> , %	pH წყლთი გამოსაწერში	შთანქმედი ფუფუნის ჯამი, შემა.	< 0,001, %	შშალი ნაშთი, %
ყამირი, სოფ. წირა, საძოვარი, ქრ. 222, ლოსისებრი თიხნარი	0-12	3,76	0,21	0,20	0,53	3,5	8,1	36,70	34,52	0,105
	20-30	1,59	0,11	0,18	0,50	4,4	8,4	34,98	37,65	0,097
	45-55	0,56	0,04	0,18	—	7,9	8,6	28,35	20,79	0,083
	75-85	0,42	—	—	—	8,4	8,6	31,50	21,88	0,099
	130-140	0,29	—	—	—	5,3	8,6	30,45	17,39	0,111
ძველი სახნავი, გაღარიბებული, ქრ. 221	0-22	1,63	0,09	0,16	—	6,2	8,3	—	—	—
	25-35	1,31	0,10	0,14	—	8,9	8,4	—	—	—
	45-55	0,84	0,04	0,12	—	8,1	8,6	—	—	—
სუსტად გაკულტურებული, ბალი, შეთესილი კარტოფილი, ქრ. 223	0-24	2,80	0,14	0,23	0,91	3,5	8,0	39,22	46,72	—
	25-35	1,83	0,12	0,20	0,76	3,9	8,1	39,59	52,47	—
	50-60	1,45	0,05	0,18	—	4,4	8,1	36,04	48,12	—
	100-110	1,37	—	—	—	5,3	8,3	35,34	41,13	—
	130-140	0,54	—	—	—	6,6	8,5	34,85	22,47	—
ყამირი, საძოვარი, ახალციხე-კლდის უბანი, ქრ. 685, თაბაშირის შემცველი თიხები	0-9	3,43	0,18	0,14	0,48	14,4	8,1	41,21	47,21	0,098
	15-20	2,00	0,08	0,24	0,20	16,0	8,1	40,66	54,66	0,063
	30-40	1,63	0,08	0,14	0,19	17,4	8,3	39,00	51,08	0,099
	50-60	1,28	0,06	0,13	0,17	16,4	8,7	37,80	40,40	0,132
	75-85	1,16	0,07	0,13	0,33	16,4	8,9	23,92	43,80	0,136
	100-110	0,99	0,04	0,13	—	16,4	8,9	33,28	52,29	0,155
	135-145	0,84	—	0,13	—	17,2	8,9	33,28	50,00	0,193
170-180	0,36	—	0,14	—	14,0	8,9	68,64	32,15	1,667	
ძველი სახნავი, გაღარიბებული ზორბალი, ქრ. 640	0-15	1,70	0,09	0,14	0,39	4,9	8,0	—	52,33	0,540
	15-30	1,97	0,09	0,14	0,42	4,9	7,9	—	50,91	0,703
	35-45	1,19	0,07	0,13	0,46	5,1	8,2	—	52,20	1,370
	50-60	0,54	0,04	0,12	—	4,7	8,4	—	60,14	2,266
	110-120	0,38	0,04	0,16	—	5,6	8,2	—	58,59	2,842
ძველი სახნავი, სუსტად გაკულტურებული, ქრ. 645	0-10	2,16	0,11	0,13	0,78	10,0	7,9	48,41	50,96	0,080
	10-20	2,06	0,11	0,11	0,81	8,4	8,5	48,88	55,12	0,068
	25-35	2,13	0,12	0,12	0,74	8,4	8,1	47,25	52,08	0,067
	40-50	1,12	0,06	0,16	0,77	10,4	8,8	46,86	48,58	0,094
	65-75	0,56	0,06	0,12	0,66	10,8	8,6	44,72	35,40	0,082
	120-130	0,42	0,03	0,12	—	11,2	8,1	42,62	40,64	0,086
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
იგივე, ძლიერ ჩამორეციხილი, ს. მინაძე, ქრ. 58	0-21	1,50	0,09	0,15	—	12,7	8,2	33,92	—	—
	25-35	0,92	0,05	0,14	—	14,3	8,5	33,92	—	—

განხილულ ნიადაგებს, მცირე ატმოსფერული ნალექებისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში, მცირე რაოდენობით უბრუნდება ორგანული ნარჩენები და რაც უბრუნდება, ისიც განიცდის სწრაფ მინერალიზაციას. სხვა ტიპის ნიადაგებთან (მდელოს-ყავისფერ, ტყის ყავისფერ და სხვ.) შედარებით, აქ ნაკლებად წარმოიქმნება ჰუმუსოვანი ნივთიერებები და რაც წარმოიქმნება, ისიც ხასიათდება მეტე ხსნადობით.  $C_{\text{კვ}} : C_{\text{ფ}}$  მაჩვენებელი ყამირში არ აღემატება 0,4—0,5-ს. ხეხილის ბაღით ათვისებულ ნიადაგში მეტია ჰუმინის მკავეები და აღნიშნული მაჩვენებელი აქ უფრო ფართოა (იხ. ცხრილი). ჰუმუსის



ზარავი ყამირის ნახევარმეტრიან ფენაში 115—120 ტონის ფარგლებშია, გალარიბებულ ნიადაგში არ აღემატება 88 ტონას, ხოლო ხეხილის ბაღის ნიადაგში ჰექტარზე 125—130 ტონას შეადგენს. ამ უკანასკნელში ჰუმუსისა და წვრილდისპერსული ნაწილაკების მეტი რაოდენობით უნდა იყოს გამოწვეული შთანთქმული ფუძეების მეტი შემცველობა.

თითქმის ანალოგიური სურათია თბაშორის შემცველ თიხებზე განვითარებულ რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში, რომელთა მასივები განლაგებულია ახალციხე-კლდის, მინაძე-ორფოლას, ოშორა-ოთის და სხვა სოფლების მიდამოებში.

წყლით გამონაწურის მონაცემებით ლიოსისებრ თიხნარებზე განვითარებულ ნიადაგებში (ჭრ. 222, 221, 223) მშრალი ნაშთი მცირე რაოდენობითაა და დამლაშება არ აღინიშნება, რაც შეეხება ფერად თიხებზე განვითარებულ ნიადაგებს (ჭრ. 685, 640), ქვედა ფენებში შეიმჩნევა მშრალი ნაშთის გაზრდილი მაჩვენებლები (იხ. ცხრილი), რაც მათ დამლაშებაზე მივითითებს. დამლაშება გამოწვეულია ძირითადად სულფატების ხარჯზე. თბაშორი გვხვდება ყამირი ნიადაგის ქვედა (3,08%) და ძველი სახნავი ნიადაგის შუა ფენებიდან (6—18%). ჭრ. 640, 645-ში შთანთქმული Na მთელ პროფილში მცირე რაოდენობითაა და არ აღემატება 0,63 მ. ეკვ. 100 გ ნიადაგში. რაც შეეხება ყამირ ნიადაგს (ჭრ. 685), აქ შთანთქმული Na 0—40 სმ ფენაში 0,22—0,95 მ. ეკვ., ხოლო სიღრმით მისი რაოდენობა თანდათანობით მატულობს და 135—145 სმ სიღრმეზე შეადგენს 6,32 მ. ეკვ.

გამოკვლეულ ნიადაგებში  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$  მაჩვენებელი ფენებს შორის ერთნაირია (4,3—4,9), რაც მათ ერთნაირ მინერალოგიურ შედგენილობაზე მეტყველებს. მაღალდისპერსიული თიხოვანი მინერალების შედგენილობაში ძირითადად მონტმორილიონიტის ჯგუფის მინერალები და ჰიდროქსიდები [6]. არ არის გამორიცხული, რომ აღნიშნული მინერალები წარმოდგენილი იყოს შერეულ-შრიანი მონტმორილიონიტ-ჰიდროქსიდისიანი წარმონაქმნებით.

ჰუმუსის შედარებით მცირე რაოდენობით შემცველობა (1,5—4,0%) ორგანული ნივთიერების ფულვატურ-ჰუმატური ბუნება,  $\text{CaCO}_3$ -ის მთელ პროფილში თითქმის თანაბარი ვანაწილება, სუსტი ტუტე და ტუტე არეს რეაქცია, ქვედა ფენებში სულფატური დამლაშება, შთანთქმულ ფუძეებში Na არსებობა — აი ის ძირითადი ნიშან-თვისებები, რომლებიც ზემოთ აღნიშნულ მორფოლოგიურ ნიშნებში განსხვავებასთან ერთად, საშუალებას გვაძლევს ახალციხის ქვაბულის ტყე-ველიან ზონაში ტყის ყავისფერი ნიადაგიდან მდელის ყავისფერ ნიადაგებზე გარდამავალ ზოლზე გამოვყოთ დამოუკიდებელი ტიპის რუხი-ყავისფერი ნიადაგები.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 22.11.1974)

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Р. А. ПЕТРИАШВИЛИ

### О СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВАХ АХАЛЦИХСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Резюме

Серо-коричневые почвы в Ахалцихской котловине распространены на высоте 1100—1300 м н. у. м. Гумус в них колеблется в пределах 1,5—4,0%,  $C_{тк} : C_{фк}$  составляет 0,4—0,9, а  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$  4,3—4,9.  $\text{CaCO}_3$  равномерно распределен по всему профилю. В нижних частях отмечается



сульфатное засоление. Реакция слабо щелочная и щелочная. Глинистые минералы представлены монтмориллонитом и гидрослюдами.

Эти почвы образовались в результате ксерофитизации коричневых лесных почв.

SOIL SCIENCE

R. A. PETRIASHVILI

## GREY CINNAMONIC SOILS OF THE AKHALTSIKHE KETTLE

### Summary

Grey cinnamonic soils of the Akhaltsikhe kettle are situated at 1100-1300 m altitude above the sea level. The humus content in the soils varies from 1.5 to 4%.  $C_{hs}/C_{ta}$  is equal to 0.4-0.9 and the  $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$  ratio is 4.3-4.9.  $CaCO_3$  distribution in the soil profile is even. Sulphate salinification is observed with depth. Soil reaction is faintly alkaline and alkaline. The clay minerals are represented by montmorillonite and hydromica. The soil formation is the resultant of cinnamonic soil xerophytization.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Розанов. Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. 44. 1954.
2. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.
3. М. Н. Сабашвили. Сб. «Вопросы генезиса и географии почв». М., 1957.
4. გ. ახვლედიანი, ი. ბარათაშვილი, გ. ტალახაძე, ს. ცინცაძე. საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VI, 1953.
5. Б. А. Клопотовский. Тр. Ин-та географии им. Вахушти, т. V, вып. 1, 1950.
6. რ. პეტრიაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 67, № 1, 1972.

А. Я. ШПРОМБЕРГ, М. З. ГЕРКЕУЛИ

ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *GYMNOSPERMIUM SMIRNOWII*  
(TRAUTV.) TAKHT.

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Колаковским 4.11.1974)

В клубнях *Gymnospermium smirnowii* (Trautv.) Takht. (= *Zeontice smirnowii* Trautv.) [1] (сем. *Berberidaceae*) содержится сумма алкалоидов, являющихся основным действующим началом желудочного препарата «сухой экстракт отавника (Постановление президиума Фармакологического комитета АМН СССР, прот. № 3 от 10.II.61).

*Gymnospermium smirnowii* — эндемик Восточной Грузии, имеет весьма узкий ареал распространения — лиственные леса окрестностей г. Лагодехи и с. Гулгула. По классификации И. Г. Серебрякова, его следует отнести к клубневым многолетникам корневого происхождения [2]. Семенное размножение — единственный путь возобновления этого растения, поэтому изучение биологии прорастания семян представляется необходимым этапом при введении его в культуру [3].

Плод *Gymnospermium smirnowii* — плечатая коробочка, растрескивающаяся сверху, с 2—4 семенами, выставляющимися из нее за 3—4 дня до осыпания в конце апреля. Свежее семя плотное, сочное, ярко-зеленого цвета, с гладкой, блестящей поверхностью, длиной 7,2 мм и

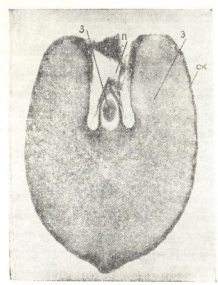


Рис. 1. Продольный срез семени *Gymnospermium smirnowii* (× 20):  
ск — семенная кожура, э — эндосперм, з — зародыш, п — полость углубления

шириной 4—6 мм. Вес 1000 штук свежих семян — 86,5 г. После высушивания поверхность семян буреет, становится шершавой, значительно уменьшаются их размеры и вес (см. табл. 1). Форма семян яйцевидная, дистальная часть имеет очертания овала, проксимальная тупая, 44. „მედიცინა“, ტ. 77, № 3, 1975



с глубоким углублением в середине (рис. 1). Маленький зародыш дифференцированный только на семядоли, расположен в небольшом выступе в центре углубления. Осевая часть его, почти не развитая, обращена к микропиле. Разросшиеся покровы семени образуют вокруг углубления белый воронкообразный раструб, который по мере высухания и хранения семян желтеет и раскрашивается. В литературных сообщениях о *Zeotice* каких-либо данных относительно прорастания семян нам обнаружить не удалось. При посеве семян в грунт всходы появились по прошествии одной или двух зим, так что стало очевидно, что для прорастания семян необходимо воздействие определенной суммы низких температур.

Таблица 1  
Характеристика сухих семян *Gymnospermium smirnowii* в зависимости от места и года сбора

Год сбора	Происхождение	Вес 1000 штук семян, г	Длина, мм		Ширина, мм		Отношение длины зародыша к длине семян, %
			семян-ни	зароды-ша	семян-ни	зароды-ша	
1971	В природе (Лагодехи)	36,0	5,2	0,86	3,6	0,4	16,54
1971	В культуре (окр. Тбилиси)	40,0	5,7	0,9	3,8	0,4	15,78
1972	"	29,8	4,9	0,77	3,2	0,37	15,71
1973	"	36,6	5,1	0,78	3,6	0,4	15,29

Как видно из табл. 1, определенных закономерностей в колебаниях веса и размеров семян из различных мест обитания и различных годов сбора не наблюдается.

Семена 1, 2 и 3-го года хранения (сборы 1971—1973 гг.) перед стратификацией были замочены в воде при температуре +20 и +4°. Взвешивание семян проводилось через 1, 3, 6, 24, 30, 48, 54 часа. Набухание семян различного срока хранения шло одинаково в обоих температурных режимах: в первые сутки интенсивно и равномерно, в начале вторых суток с прибавлением лишь в сотых долях грамма, которое в конце вторых суток прекратилось полностью. Вода поглощалась семенами на 60—62%. Семена сбора 1971 г. культивируемых и дикорастущих растений были помещены для прорастания в июне этого же года во влажный песок и на фильтровальную бумагу в чашки Петри. Оба опыта были заложены в четырех вариантах температурного режима: I +20°, II +20; +4° (суточное чередование), III +30°, IV +4° (по 50 штук семян в четырех повторностях в каждом варианте). Воздействие повышенной температуры (+20 и +30°) в обоих опытах вызвало загнивание семян, причем чем выше была температура и длительнее ее воздействие, тем быстрее шло загнивание. Семена проросли только в холоде, в варианте при температуре +4° в песке и в чашках Петри, этот опыт продлился до середины 1972 г.

В чашках Петри прорастание семян началось через 5—6 месяцев после начала опыта и длилось 5,5—6 месяцев, в песке прорастание началось раньше, через 3,5 месяца, и продолжалось от 3 до 7,5—9,5 месяцев (см. табл. 2).

Процент семян, проросших в песке, оказался высоким — 97—99%, в чашках Петри проросло 26% семян природных и 77% семян культу-



вируемых растений. Опыт продолжался до того момента, пока все семена не проросли или не сгнили. Максимальная энергия прорастания семян в обоих вариантах опыта наблюдалась в конце первого месяца периода прорастания, затем она снизилась в течение второго ме-

Таблица 2

Прорастание семян *Gymnospermium smirnowii* в лабораторных условиях при температуре  $+4^{\circ}$  (1971—1972 гг.)

Происхождение семян	Число дней от начала опыта				Всхожесть, %		Прорастание			
	до начала прорастания		до конца прорастания		в чашках Петри	в песке	Дружность		Энергия	
	в чашках Петри	в песке	в чашках Петри	в песке			в чашках Петри	в песке	в чашках Петри	в песке
					в чашках Петри	в песке				
В культуре	180	107	345	340	77	99	165	233	18	31
В природе	154	96	344	185	26	97	190	89	6	15

сяца, после чего прорастание шло очень вяло и растянулось на длительный срок (рис. 2). Наибольшее число семян проросло в первый и второй месяцы периода прорастания.

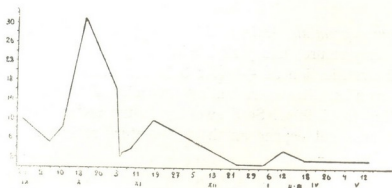


Рис. 2. Кривая прорастания семян *Gymnospermium smirnowii* при  $+4^{\circ}\text{C}$  (1971—1972 гг.)

Таким образом, семена *Gymnospermium smirnowii* прорастают только после длительного воздействия на них низкой температуры, период прорастания очень растянут. Для прорастания семян необходима холодная стратификация при  $+4^{\circ}$  в течение 3—6 месяцев. Период прорастания длится 3—8 месяцев, всхожесть семян во влажном песке составляет 97—99%. Набухание семян в воде заканчивается в течение суток и не зависит от температурного режима и срока хранения семян.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 14.11.1974)

ა. შტრომბერგი, მ. გერკეული

*GYMNOSPERMIUM SMIRNOWII* (TRAUTV.) TAKHT.  
 თესლეების აღმოცენების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ენდემური, ტუბეროვანი მცენარის — *Gymnospermium smirnowii* (Trautv.) Takht. თესლების აღმოცენების პირობები. დადგენილია, რომ თესლების აღმოცენებისათვის საჭიროა სტრატეფიკაცია  $+4^{\circ}\text{C}$ -ზე 3—4 თვის განმავლობაში. სითბოში თესლები ლბება. თესლების აღმოცენების პერიოდი გრძელდება 3—8 თვემდე. სველ ქვიშაში თესლების აღმოცენების პროცენტი აღწევს 97—99%-ს.

BOTANY

A. Ya. SHTROMBERG, M. Z. GERKEULI

THE SPROUTING OF *GYMNOSPERMIUM SMIRNOWII* (TRAUTV.)  
 TAKHT.

Summary

The *Gymnospermium smirnowii* seeds sprout only after a long exposure to low temperature, this period being very protracted. Seed sprouting requires cold stratification at  $+4^{\circ}$  for 3 to 4 months. The sprouting period lasts 3 to 8 months, the germinating capacity of the seed in the humid sand amounting to 97-99%. Seed swelling in the water is completed during 24 hours and does not depend on the temperature regime and the length of seed preservation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Тахтаджян. Бот. ж., т. 55, № 8, 1970.
2. И. Г. Серебряков. Экологическая морфология растений. М., 1962.
3. А. Я. Штрอมберг, А. М. Джорбенадзе. Растительные ресурсы, т. VII, вып. 3, 1971.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. И. МАЛОЛЕТНЕВ, З. А. ТЕЛИЯ

### ВЛИЯНИЕ ПРЕДСТАРТОВОГО СОСТОЯНИЯ НА СТРУКТУРУ НОЧНОГО СНА СПОРТСМЕНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 25.10.1974)

Изучение изменений структуры ночного сна у людей после интенсивных физических нагрузок [1], в соответствии с данными других авторов [2, 3], показало заметное увеличение продолжительности медленноволновой фазы сна (МС). В настоящей статье приведены результаты изучения ночного сна спортсменов перед соревнованием.

Методика регистрации и обработки данных описана нами в работе [1]. Испытуемыми были 10 мастеров следующих видов спорта: фехтование (2 испытуемых), баскетбол (1), футбол (2), гимнастика (2), борьба (2), плавание (1); возраст 18—29 лет. Изучались изменения сна спортсменов перед ответственными соревнованиями. Для этого усредненные данные, полученные при регистрации сна во время трех фоновых ночей, сравнивались с данными, полученными при регистрации сна в ночь, непосредственно предшествовавшую соревнованиям (в течение дня испытуемые строго придерживались определенного режима, не тренировались и не спали).

Процент отдельных стадий сна по отношению к тотальному времени сна во время фоновой регистрации и в ночь перед соревнованием для каждого испытуемого показан в таблице. Основной отличительной особенностью ночного сна в условиях предстартового состояния оказалось укорочение продолжительности стадии 2 МС. Это явление наблюдалось у всех без исключения испытуемых и процент стадии 2 в среднем снижался с  $36,4 \pm 4,4$  (усредненные данные фоновых ночей до  $27,6 \pm 3,6$  (данные ночи перед соревнованиями), что является статически достоверной разницей ( $p < 0,01$ ) (рис. 1,А).

Наряду с укорочением продолжительности стадии 2, почти у всех испытуемых (за исключением испытуемого 9) наблюдалось увеличение процента стадии 0 (эпизодов, когда на ЭЭГ регистрировалась выраженная альфа-активность). Увеличение общей продолжительности (в сумме) таких эпизодов было обусловлено главным образом тем, что практически у всех испытуемых увеличивался промежуток времени с момента укладывания в постель и закрывания глаз до наступления стадии 1 первого цикла сна, т. е. до момента засыпания [4]. У большинства испытуемых (исключение — испытуемые 5 и 8) несколько увеличивался процент стадии 1.

Особый интерес представляют изменения, обнаруженные при сравнении процентных соотношений стадий 3 и 4. Так, почти у всех испытуемых (за исключением случаев 5 и 9) наблюдалось отчетливое снижение процента стадии 3 ( $p < 0,01$ ). Параллельно с этим у всех без исключения испытуемых наблюдалось повышение процента стадии 4 ( $p < 0,01$ ). Считается, что стадии 3 и 4 МС в комплексе являются стадиями наиболее глубокого сна [5]. В связи с этим интерес представ-



Продолжительность стадий сна в покое и во время предстартового состояния

Стадия	0		I		II		III		IV		ПС		Двигательная активность		Тотальное время сна	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	5,2	8,4	5,6	6,2	31,1	26,3	27,4	20,5	8,3	16,1	17,2	15,1	6,1	7,4	533	501
2	4,2	8,5	6,9	9,7	41,3	32,6	13,8	11,3	9,5	16,4	17,9	12,5	6,3	9,1	545	513
3	2,5	8,4	13,8	14,1	37,7	30,1	15,6	9,6	9,5	17,6	17,6	13,1	13,8	7,1	551	511
4	6,7	13,6	3,2	12,6	38,8	25,6	9,6	3,9	11,6	22,5	25,3	15,4	4,7	6,4	448	407
5	5,2	7,1	10,7	7,3	28,4	23,6	11,1	12,9	16,8	21,3	24,5	22,3	3,2	5,4	581	470
6	5,8	11,3	11,5	14,4	41,3	32,3	11,5	5,3	5,9	6,4	19,7	22,2	4,3	8,1	440	447
7	4,6	6,9	6,2	10,4	36,2	29,1	16,6	10,4	11,8	19,6	18,2	12,1	6,4	11,5	498	440
8	2,5	8,6	16,8	9,7	36,3	23,5	16,6	13,4	4,2	10,1	26,5	24,6	7,1	10,1	416	401
9	6,6	5,3	7,2	12,9	34,9	28,2	10,1	11,6	9,5	12,6	26,8	24,9	4,9	4,5	468	462
10	5,2	8,4	9,4	14,6	37,7	24,4	13,4	8,5	9,4	16,6	17,1	14,3	7,8	13,2	521	941
Среднее	4,8± 1,6	6,6± 3,4	9,1± 4,3	11,2± 3,0	36,4± 4,4	27,6± 3,6	14,6± 5,6	10,7± 5,1	9,6±3,6	16,0±5,2	20,1±4,1	17,6±5,8	5,5±1,5	8,3±2,9	500±58	464±43

В графе 1 приводится среднее значение (%) каждой стадии по отношению к тотальному времени сна по усредненным данным трех фоновых ночей, в графе 2—каждой стадии во время тестовой ночи (перед соревнованием).

ляет тот факт, что, несмотря на укорочение продолжительности стадии 3, суммарный процент стадий 3 и 4 в условиях предстартового состояния повышался по сравнению с фоном (24,2% во время фоновых ночей и 26,7% в ночь перед соревнованием, рис. 1, Б и В).

Процент парадоксального, или быстрого, сна (БС) под влиянием предстартового состояния почти у всех испытуемых несколько снижался (исключение — испытуемый 5) (рис. 1).

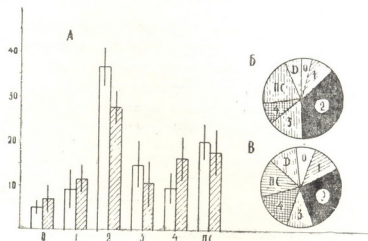


Рис. 1. Изменение соотношений стадий сна во время предстартового состояния. А — % стадий сна до (белые колонки) и в ночь перед соревнованием (заштрихованные колонки). По ординате — % по отношению к тотальной времени сна, по абсциссе — стадии сна. Б и В — соотношение разных стадий сна до (Б) и в ночь (В) перед соревнованием. Стадии сна отмечены цифрами в соответствующих секторах. Пунктирная штриховка — двигательная активность

Двигательная активность (которая оценивалась по количеству времени, занятого движением тела) у всех испытуемых в ночь перед соревнованиями усиливалась (исключением является испытуемый 9, двигательная активность которого практически не изменилась). У всех испытуемых на протяжении ночи перед соревнованиями регистрировалось значительное усиление кожно-гальванической активности.

Наконец, в ночь перед соревнованием у всех испытуемых отмечалось укорочение общей продолжительности ночного сна (за счет более раннего пробуждения). Количество законченных циклов сна у каждого испытуемого в ночь перед соревнованием оставалось таким же, как и во время фоновых ночей.

Полученные данные позволяют заключить, что в условиях нервно-психического напряжения, имеющего место накануне соревнований [6], у изученных нами спортсменов наиболее выраженные изменения структуры ночного сна проявлялись в удлинении стадии 0 первого цикла, в укорочении длительности стадии 2 и в увеличении длительности стадии 4.

ზ. მალოლეთნევი, ზ. თელია

 სტარტისწინა მდგომარეობის გავლენა სპორტსმენების  
 ღამის ძილის სტრუქტურაზე

რეზიუმე

სხვადასხვა სპეციალობის 10 სპორტსმენზე ჩვეულებრივ პირობებში და შეჯიბრების წინა ღამეს ძილის ელექტროენცეფალოგრაფიულმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ნერვულ-ფსიქიკური დაძაბულობისას, რომელსაც ადგილი აქვს შეჯიბრების წინა ღამეს, ძილის ძირითადი და ყველაზე თვალსაჩინო ცვლილებები გამოიხატება პირველი ციკლის სტადია 0-ის გახანგრძლივებაში, სტადია 2-ის ხანგრძლივობის შემცირებაში და სტადია 4-ის ხანგრძლივობის გაზრდაში.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. I. MALOLETNEV, Z. A. TELIA

 THE EFFECT OF PRESTARTING STATE ON THE STRUCTURE  
 OF NIGHT SLEEP IN SPORTSMEN

## Summary

Comparison of the EEG-structure of night sleep recorded in 10 sportsmen under usual conditions and the night previous to the competition has demonstrated that with the nervous-psychological stress that occurs before the competition the most prominent changes in night sleep are evidenced in the lengthening of stage O of the first cycle, shortening of stage 2 and lengthening of stage 4.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Малолетнев, З. А. Телия. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
2. F. Baekeland, R. Lasky. Percept. Motor. Skills 23, 1966, 1203.
3. R. B. Zloty, J. A. Burdick, J. D. Adamson. Activita nervosa 15, 1973, 217.
4. H. W. Agnew, W. B. Webb. Am. J. EEG Technol., 12, 127, 1972.
5. N. Kleitman. Sleep and Wakefulness, Chicago-London, The Univ. Chicago Press, 1963.
6. Физиологические основы физической культуры и спорта. Под ред. Н. В. Зимкина, М., 1955.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. С. САНАДИРАДЗЕ

О ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРОТОНА И ПЕРИЭЛЕКТРОНА НЕРВА  
НА ОДИНОЧНОЕ МЫШЕЧНОЕ СОКРАЩЕНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 9.12.1974)

Явлению электротона, открытому Пфлюгером [1], и явлению периелектротона, открытому Н. Е. Введенским [2], в современной нейрофизиологии придается большое значение. Так, проведение нервного импульса вдоль аксона нельзя представить без электротона [3]; медленные потенциалы, возникающие в центральной нервной системе, оказывают электротоническое действие на спонтанные и вызванные биопотенциалы [4, 5]. Электротон и периелектротон, очевидно, наблюдаются при физиотерапевтических процедурах (гальванизация) и в стоматологической практике при возникновении постоянного тока между металлическими протезами или зубными коронками.

О явлении электротона и периелектротона в нервном стволе (под воздействием постоянного тока, приложенного к нерву) до сего времени судили по двум показателям: по изменению порогов раздражения нерва [6, 7] или по изменению мышечного сокращения, вызванного пробным ударом, нанесенным на нерв. В последнем случае запись мышечных сокращений велась на остановленном или медленно вращающемся барабане обычного кимографа [2, 8—10].

Однако эти методы не позволяют наблюдать за изменением латентного периода и длительности мышечного сокращения под влиянием электротона и периелектротона нерва. С целью выяснения этого вопроса производилась запись одиночного мышечного сокращения (вызванного непрямым раздражением) на быстро вращающемся барабане кимографа Криса, благодаря чему имела возможность наблюдать не только за изменением амплитуды мышечного сокращения, но и скрытого периода и длительности сокращения под воздействием постоянного тока, приложенного к нерву<sup>1</sup>.

**Методика.** У лягушек (*Rana ridibunda*) перерезался спинной мозг по принятой в нашей лаборатории методике, ниже второго позвонка. При этом у лягушки сохраняется дыхание и нормальное кровообращение, что позволяет вести длительные наблюдения. Кроме того, позвоночник вместе со спинным мозгом пересекались тотчас выше выхода VII спинномозгового нерва, поэтому нанесение раздражений на седалищный нерв не вызывало рефлекторных движений.

Полярирующие электроды с межполюсным расстоянием 15—20 мм располагались на седалищном нерве ниже поясничного сплетения.

<sup>1</sup> Подобную методику применял Д. М. Гедеванн [11] с целью изучения влияния, оказываемого индискретной сигнализацией на течение рефлекторного вздрагивания, вызванного одиночным индукционным ударом, нанесенным на афферентный нерв.

Пробные удары (прямоугольные, продолжительностью 0,2 мсек) наносились через электроды с межполюсным расстоянием 2 мм; последние располагались на расстоянии 25—30 мм (для наблюдения периелектротона) или 3 мм от поляризующих электродов (с целью наблюдения электротона). Как поляризующие, так и раздражающие электроды были серебряные, хлорированные. Перед нанесением раздражений нерв приподнимался на воздух и помещался на электродах.

Велась кимографическая запись одиночных сокращений икроножной мышцы при быстром вращении барабана кимографа Криса. Для поляризации нерва постоянным током и раздражения пробными ударами использовался созданный нами (совместно с проф. Д. М. Гедевани и инж. Ш. В. Квавилашвили) стимулятор с программным управлением: стимулятор включает поляризующий ток до нанесения пробного удара на нерв за 180—200 мсек. Этот интервал был подобран с той целью, чтобы сокращение мышцы, вызванное включением поляризующего тока вышепороговой силы, заканчивалось раньше нанесения пробного удара. Включение поляризующего тока и пробного удара производилось автоматически, размыканием контакта кимографа Криса при вращении барабана.

Результаты опытов. Предварительная поляризация нерва в продолжение 180—200 мсек ведет к столь заметному понижению возбудимости в области анода, что пробный удар силой в 2 реобазы, вызывавший до того максимальное одиночное сокращение мышцы, оказывается неэффективным: сокращение полностью отсутствует (рис. 1).

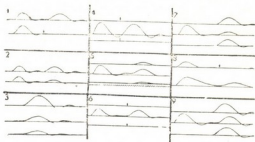


Рис. 1—9

При меньшей силе поляризации пробный удар, нанесенный на нерв в области анода, хотя и вызывает сокращение, однако оно значительно меньше по амплитуде и длительности (рис. 2). Уменьшение длительности мышечного сокращения, однако, нет оснований приписывать влиянию электротона: естественно, что для возвращения миографа в исходное положение в случае высокой амплитуды сокращения требуется больше времени, чем при малой его амплитуде. На рис. 3 приведены три записи одиночных сокращений мышцы, вызванных нанесением на нерв раздражений различной силы: чем сильнее сокращение, тем больше времени требуется для возвращения миографа в исходное положение; следовательно, уменьшение длительности мышечного сокращения при алектротоне нерва объясняется чисто физической причиной.

Что касается латентного периода мышечного сокращения, то в большинстве случаев мы не наблюдали его изменения под влиянием алектротона нерва. Такое явление наблюдается редко (см. рис. 9).

В противоположность алектротону, в области катода наблюдается столь значительное повышение возбудимости нерва, что подпорого-

вый пробный удар вызывает максимальное сокращение мышцы (рис. 4). В случае вышепорогового (но субмаксимального стимула) амплитуда мышечного сокращения под влиянием катэлектротона нерва значительно возрастает (рис. 5). Однако, как и в случае анэлектротона, сопутствующее катэлектротону нерва изменение продолжительности мышечного сокращения (регистрируемого механическим способом) объясняется чисто физически.

Прямо противоположные вышеописанным изменения возбудимости нерва наблюдаются в периелектротонической области. При перианэлектротоне имеем повышение возбудимости (подпороговый пробный удар, нанесенный на нерв, вызывает максимальное сокращение мышцы — рис. 6), при перикатэлектротоне же — значительное ослабление сокращения, вызванное нанесением на нерв пробного удара силой в 2 реобазы (рис. 7).

Усиление мышечного сокращения, вызванного нанесением пробного удара в катодической или перианэлектротонической области нерва, можно было бы толковать как следствием повышения возбудимости самой мышцы в результате сокращения, вызванного включением вышепорогового поляризирующего тока. Но такое объяснение не является правильным, поскольку даже максимальное сокращение мышцы, вызванное пробным ударом, не ведет к такому значительному повышению ее возбудимости, чтобы подпороговый удар, нанесенный на нерв в катэлектротонической или перианэлектротонической области, спустя 180—200 мсек смог бы вызвать сокращение мышцы (рис. 8).

Наконец, на рис. 9 приводим в качестве примера случаи, когда анэлектротон нерва оказывает значительное влияние на скрытый период мышечного сокращения: последний заметно возрастает. Хотя такие случаи редки, однако они представляют значительный интерес: по-видимому, электротон может не только оказывать влияние на возбудимость нерва, но и активно воздействовать на процесс возникновения импульса возбуждения в нем, который, очевидно, в приведенных случаях появляется позже обычного. Осциллографическое исследование этого интересного феномена поможет вскрыть его механизм.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 12.12.1974)

აღაშიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. სანადირაძე

ნერვის ელემტროტონისა და პერიელემტროტონის გავლენა  
 კუნთის ერთხელობრივ შემკუმშვაზე

რეზიუმე

ნერვის პოლარიზაცია აღმავალი ან დაღმავალი დენით ჩვეულებრივ არ ასდენს გავლენას ნერვიდან გამოწვეულ კუნთის ერთხელობრივი შეკუმშვის ლატენცტურ პერიოდზე (ჩანაწერი კრისის კიმოგრაფის სწრაფად მოძრავ ცილინდრზე); კუნთის შეკუმშვის ამპლიტუდა კი მნიშვნელოვნად იზრდება კათდა პერიან-ელექტროტონის გავლენით და მცირდება ან- და პერიკათ-ელექტროტონის გავლენით. შეკუმშვის ამპლიტუდის გაზრდასთან ერთად აღინიშნება მისი ხანგრძლივობის გაზრდა, ამპლიტუდის შემცირებასთან კი — შემცირე-





ბა. მაგრამ კუნთის ერთხელობრივი შეკუმშვის ხანგრძლივობის ეს ცვლილება არ შეიძლება მიეწეროს ნერვის ელექტროტონს ან პერიელექტროტონს: იგი აიხსნება მექანიკური მიზეზით (ნულოვან ხაზთან მიოგრაფის დასაბრუნებლად ძლიერი შეკუმშვის შემთხვევაში საჭიროა მეტი დრო). იშვიათ შემთხვევებში ნერვის ანელექტროტონი და პერიკათ-ელექტროტონი მნიშვნელოვნად ახანგრძლივებენ კუნთის შეკუმშვის ფარულ პერიოდს: ჩანს, ელექტროტონს და პერიელექტროტონს შეუძლიათ გავლენა იქონიონ არა მარტო ნერვის აგზნებადობაზე, არამედ ნერვში აგზნების იმპულსის აღმოცენების თვით პროცესზეც.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. S. SANADIRADZE

### ON INFLUENCE OF ELECTROTONUS AND PERIELECTROTONUS ON A MUSCLE TWITCH

#### Summary

Polarization of a nerve with an ascending or descending current usually does not affect the duration of the latent period of a muscle twitch caused by a test shock rendered to the nerve (recorded on a fast-moving drum of Kries' kymograph); however, the amplitude of muscle contraction considerably increases under the action of cath- and perian-electrotonus and decreases under the influence of an- and pericath-electrotonus; with an increase of contraction amplitude an increase of its duration is observed, while with a decrease of amplitude it diminishes. However, such a change of the duration of muscle contraction cannot be attributed to the electrotonus and perielectrotonus of the nerve: it is explained by a purely mechanical cause (a longer time is required for the myograph to return to the zero line in the case of a strong contraction). In rare cases anelectrotonus and pericath-electrotonus considerably prolong the latent time of muscle contraction. Evidently, electrotonus and perielectrotonus can influence not only the nerve excitability, but the very process of the appearance of an impulse in the nerve.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Pflüger. Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin, Hirschwald, 1859.
2. Н. Е. Введенский. Изв. Российской Академии Наук, сер. VI, т. 14, 1920, 333.
3. R. Lorente de No. A Study of Nerve Physiology. Rockefeller Inst. f. Med. Research, v. 131, 132, New-York, 1947.
4. G. H. Bishop. Am. J. Physiol., v. 103, 1933, 213.
5. S. H. Bartley. J. Exp. Psychol. v. 27, 1940, 624.
6. Н. П. Резвяков. Сб. «Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы», т. 1. Л.—М., 1925, 47.
7. Л. Л. Васильев. Сб. «Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы», т. 1. Л.—М., 1925, 1.
8. Д. М. Гедевანი. Физиол. ж. СССР, т. 15, № 5, 1932, 395.
9. К. И. Цинцадзе. О дистантных изменениях возбудимости нерва при локальных воздействиях на периферический нерв лягушки. Дисс., Тбилиси, 1948.
10. A. Rosenblueth. Am. J. Physiol. v. 132, 1941, 57.
11. Д. М. Гедевანი. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 2, № 4, 1936, 268.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. М. АИВАЗШВИЛИ, Г. С. ИОРДАНИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ТРАНСАМИНА НА ПСИХОНЕРВНУЮ И  
УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ПАМЯТЬ У КРЫС

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 25.10.1974)

За последние годы получены многочисленные факты, которые указывают на важную роль биогенных аминов в организации сложных поведенческих реакций, в том числе в явлениях памяти [1—5]. Однако значение биогенных аминов для разных форм памяти, равно как и для отдельных этапов ее (в восприятии, сохранении и воспроизведении), все еще остается неясным. Определенный вклад в дело выяснения функциональной роли биогенных аминов в механизмах памяти могут внести нейротропные вещества, биохимические аспекты действия которых, с точки зрения их роли в обмене биогенных аминов, достаточно хорошо известны. К числу таких нейротропных веществ относится и трансамин. Биохимическими исследованиями было показано, что трансамин, введенный крысам, вызывает угнетение активности фермента моноаминоксидазы (МАО) и накопление биогенных аминов в мозгу [6]. Задачей данного исследования было изучение влияния трансамина на психонервную и условнорефлекторную память крыс.

Психонервная память у животных выявлялась при однократном электрическом раздражении в виде эмоциональной реакции страха. Для этой цели использовалась методика, предложенная Эсманом и Альперном [7]. Подробное описание методики дано во многих сообщениях [8, 9].

Условнорефлекторная память у крыс изучалась в небольшой камере (60×47 см), разделенной перегородкой высотой 12 см на два отделения. Каждая половина камеры имела решетчатый пол, на который попеременно подавался электрический ток напряжением 60 в. Крыса обучалась на сигнал (звонок, свет лампочки) перепрыгивать через барьер из одного отделения в другое. С этой целью сигнал включался через 1—1,5-минутные интервалы и подкреплялся на 6-й секунде электроожогом раздражением. В каждый опытный день животному предъявлялось по 20 сочетаний. Поведение считалось закрепленным, если у крыс в ответ на условный сигнал количество правильных реакций в течение последних трех дней работы составляло 90—100%.

Эксперименты по психонервной памяти ставились на 40 беспородных белых крысах весом 150—250 г. Условнорефлекторная память изучалась у 15 таких же крыс. Трансамин в дозе 5 мг/кг вводился животным внутривенно.

Эффект действия трансамина проявлялся очень быстро. Уже через 10—15 минут после инъекции трансамина у животного можно было отметить усиленное потовыделение, главным образом в области головы, уменьшение тонуса мышц, преимущественно задних конечностей, беспокойство, гиперреактивность. Все эти изменения у крыс наблюдались исключительно в день инъекции трансамина.



Как показали контрольные опыты, после однократного электрического раздражения (в камере Эсмана и Альперна) эмоциональная реакция страха у большинства крыс (80—90%) сохранялась в течение одного месяца и более. Следовательно, у крыс подобно другим млекопитающим (кошки, собаки, обезьяны) образ повреждающей обстановки после его однократного восприятия сохранялся в течение длительного времени.

Внутрибрюшинное введение трансamina внесло существенное изменение в результаты экспериментов. В одной серии опытов крысам трансamin вводился за 2 часа до образования реакций страха. После введения трансamina количество животных с сохранением реакции страха по сравнению с контролем значительно сокращалось. Причем эффект трансamina проявлялся тем сильнее, чем позже производилась проверка сохранения реакции страха у животных. Так, например, если при проверке через 15—30 минут после электрического раздражения количество животных с сохранением реакции страха составляло всего 62%, а на 2—3-й день 60%, то на 6-й день оно было равно 36%.

Еще более значительные изменения в осуществлении реакции страха вызывало хроническое введение животным трансamina. Когда животным трансamin вводился три дня подряд (суточная доза 5 мг/кг) и после этого наносилось электрическое раздражение, количество животных с сохранением реакции страха уменьшалось сравнительно резко. Уже при проверке через 15—30 минут оно достигало 57%, а позже, на 6—8-й день реакция страха сохранялась только у 12% крыс. Однако, как показали последующие опыты, на 10—15-й день после инъекции трансamina у большинства животных как при однократном, так и при хроническом введении трансamina наступало спонтанное восстановление реакции страха. Таким образом, внутрибрюшинное введение трансamina вызывало весьма существенные изменения реакции страха. Но изменения, вызванные трансaminом, выражались лишь во временном угнетении реакции страха и не были обусловлены стиранием следов эмоциональной памяти.

Введение трансamina в дозе 5 мг/кг приводило также к нарушениям прочного условнорефлекторного поведения. Уже со 2-го часа после инъекции трансamina у крыс можно было отметить удлинение латентного периода и нарушение четкости выполнения условного поведения. Позже, через 6—8 часов условное поведение вызывалось нерегулярно, а на 2-й день после инъекции трансamina животные совершенно не реагировали двигательной реакцией на действие условного сигнала. Безусловное оборонительное поведение — перепрыгивание через барьер в ответ на болевое электрическое раздражение при этом, как правило, не изменялось.

Исчезновение условного поведения после инъекции трансamina не было связано с нарушением процесса сохранения временных связей. Оно обуславливалось лишь временным угнетением воспроизведения из памяти приобретенного навыка. Это было видно из того, что после резкого подавления условнорефлекторной деятельности у крыс в среднем с 3—5-го дня после инъекции трансamina наступало ее полное восстановление. Латентный период условной реакции также восстанавливался, но достигал уровня нормы через одну неделю после инъекции трансamina.

Таким образом, на основе проведенных экспериментов следует заключить, что трансamin в дозе 5 мг/кг вызывает у животных лишь временное угнетение психонервной и условнорефлекторной памяти.

Причем, сдвиги, происходящие в мозгу животного при введении трансмина, вызывают более длительное угнетение проявления психонервной памяти, чем условнорефлекторной.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 31.10.1974)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. აივაზაშვილი, ზ. იორდანიშვილი

ტრანსამინის გავლენა ვირთაბვის ფსიქონერვულ და პირობითრეფლექსურ მემორიზებაზე

რეზიუმე

შევისწავლეთ ფერმენტ მონოამინოქსიდაზას ინჰიბიტორის — ტრანსამინის გავლენა ფსიქონერვულ და პირობითრეფლექსურ მეხსიერებაზე.

გაირკვა, რომ ტრანსამინის ინტრაპერიტონეალური შეყვანა დოზით 5 მგ/კგ წონაზე იწვევს ვირთაბვის ფსიქონერვული და პირობითრეფლექსური მეხსიერების დროებით დათრგუნვას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. M. AIVAZASHVILI, G. S. IORDANISHVILI

## THE EFFECT OF TRANSAMINE ON PSYCHONERVOUS AND CONDITIONED MEMORY IN RATS

Summary

The effect of transamine—an inhibitor of monoaminoxidase—on psychonervous and conditioned memory was studied.

Intraperitoneal administration of 5 mg/kg transamine was found to inhibit temporarily the psychonervous and conditioned memory in rats.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. N. Aprison, C. V. Ferstor. *J. Neurochem.*, 6, 1971, 350.
2. Е. А. Громова. *Успехи физиол. наук*, 1, 3, 1970, 25.
3. Р. И. Кругликов, В. М. Гецова, А. П. Шурыгина. *Тез. докл. 3-й конфер. по проблемам памяти и следовых процессов. Пушкино, 1974, 132.*
4. Н. Г. Алексидзе, Д. Ф. Мешвелишвили, М. В. Балавадзе. *Тез. докл. 3-й конфер. по проблемам памяти и следовых процессов. Пушкино, 1974, 60.*
5. W. V. Esman. *Biology of Memory. Budapest, 1971, 213.*
6. В. Н. Чикваидзе, Г. С. Иорданишвили, Н. М. Собчинская. *Собещания АН ГССР*, 70, № 3, 1973, 627.
7. W. V. Esman, H. Alpern. *Psychol. Rev.*, 14, 1964, 731.
8. Р. И. Кругликов. *Гагрские беседы*, т. VI. Тбилиси, 1972, 195.
9. И. М. Айвазашвили, Г. С. Иорданишвили, В. Н. Чикваидзе. *ДАН СССР*, т. 212, № 6, 1973, 1479.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. Е. КВЛИВИДЗЕ

К ВОПРОСУ О НЕКОТОРЫХ МИКРОМЕТРИЧЕСКИХ И  
КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЯХ Фолликулов  
Яичника в процессе старения

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 2.9.1974)

В настоящее время число литературных источников, касающихся микрометрии фолликулов яичника, крайне ограничено, в еще меньшей степени изучены возрастные изменения размеров фолликулов [1—3]. В имеющихся же работах дается фрагментарная картина изучения количества фолликулов.

В настоящем сообщении излагаются результаты изучения площадей фолликулов и их яйцеклеток, а также количественных изменений фолликулов яичника в процессе старения.

Материалом для исследования служили яичники крыс линии «Вистар» в новорожденном возрасте, 2 недель, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30 и 36 месяцев. Животных умерщвляли в период покоя. Яичники фиксировали в 12% водном растворе формалина, заливали в целлоидин, срезы толщиной 6—7 мк окрашивали гематоксилином и эозином. Измерение площади примордиальных, растущих, граафовых фолликулов и их яйцеклеток производили в 100 фолликулах (в пяти граафовых фолликулах), условно принимая структурные элементы яичника за правильные геометрические тела. Морфологически продольный и поперечный размеры фолликулов и яйцеклеток определяли окуляр-микрометром по общепринятой методике, а объем рассчитывали по

формуле  $L = \frac{\pi D^2}{4}$ , если фолликул и яйцеклетка были круглыми, и по

формуле  $L = \pi a b^2$ , если вышеуказанные элементы были овальными ( $L$  — площадь,  $\pi$  — постоянная величина,  $\pi = 3,14$ ,  $a$  — половина большого диаметра,  $b$  — половина маленького диаметра,  $D$  — диаметр). Фолликулы считывали в серийных срезах обоих яичников. Данные метрических исследований обрабатывали методом вариационной статистики.

Результаты изучения площадей примордиальных фолликулов показали, что площадь примордиальных фолликулов не меняется на протяжении индивидуальной жизни животного. В результатах наших исследований минимальный показатель площади примордиальных фолликулов составляет  $191,65 \pm 4,10$  мк<sup>2</sup>, максимальный  $218,85 \pm 6,51$  мк<sup>2</sup>, следовательно, диапазон между минимальным и максимальным показателем  $17,0$  мк<sup>2</sup>, тем не менее можно сказать, что в возрасте 4—5 месяцев примордиальные фолликулы имеют немного большие размеры, чем в предыдущих возрастах. Мы полагаем, что эти примордиальные фолликулы включаются в цикл роста и поэтому имеют более высокие показатели площадей.

Изучением площадей яйцеклеток примордиальных фолликулов выявлено некоторое увеличение их показателей в возрасте до 3 месяцев





и в возрастах 24 и 30 месяцев. Увеличение площадей яйцеклеток 24 и 30 месяцев можно считать реальным, поскольку женская половая клетка еще в примордиальном периоде жизни может «набрать» необходимые для ее жизнедеятельности вещества. Однако увеличение размеров яйцеклетки в возрастах 24 и 30 месяцев можно объяснить лишь набуханием яйцеклетки.

Результаты измерения растущих фолликулов показали, что весь период (3—12 месяцев) плодовитости яичника крыс характеризуется большими объемами растущих фолликулов.

При сравнении результатов измерения площадей яйцеклеток растущих фолликулов выясняется, что с возраста новорожденного до 3 месяцев площадь яйцеклетки растущего фолликула увеличивается прогрессивно, с 3 до 12 месяцев — незначительно и в этих возрастах показатели площадей яйцеклеток растущих фолликулов высокие; с 18 до 30 месяцев включительно площадь яйцеклеток уменьшается. Указанный факт свидетельствует о снижении потенции созревании яйцеклетки.

Измерения площадей графовых фолликулов показали, что в процессе индивидуальной жизни животного они претерпевают значительные изменения. В возрасте 4—5—6 месяцев показатели площадей графовых фолликулов довольно высоки, а в возрасте 12 месяцев сравнительно низки. Показатели площадей яйцеклеток графовых фолликулов аналогичны: в возрасте 2 и 3 месяцев они низки, затем в возрасте 4—5—6 месяцев довольно высоки, а в возрасте 12 месяцев опять снижаются.

Таким образом, измерения примордиальных фолликулов показали снижение степени роста, измерения растущих фолликулов — тенденцию к созреванию, а измерения графовых фолликулов — снижение степени созревания фолликулов. Однако результаты исследования свидетельствуют и о том, что в процессе индивидуальной жизни организма происходит потеря интенсивности созревания фолликула (к 12 месяцам у крыс линии «Вистар»), затем снижение тенденции к созреванию (к возрасту 18 месяцев) и, наконец, снижение потенции роста примордиальных фолликулов (к 24—30 месяцам жизни).

По результатам подсчета фолликулов самое большое количество их имеется у новорожденных крыс и у крыс в возрасте 2 недель, затем общее количество фолликулов уменьшается, однако значительными цифровыми показателями оно характеризуется в возрасте 1—2 месяцев. Довольно велико общее количество фолликулов и в возрасте 3—12 месяцев, при этом на протяжении 3—12 месяцев жизни крыс оно постепенно снижается. На 18—24—30-м месяцах жизни общее число фолликулов резко уменьшается, а в возрасте 36 месяцев фолликулы отсутствуют.

Наиболее велико число примордиальных фолликулов в возрасте новорожденного, 2 недель и 1 месяца, значительно в возрасте 2—12 месяцев и мало в возрасте 18—30 месяцев. Число созревающих фолликулов самое высокое в возрасте от 1 до 4 месяцев включительно, в возрасте 5—12 месяцев оно меньше, чем в предыдущих возрастах, но в возрасте 12 месяцев все же меньше, чем в возрасте 5—6 месяцев. Количество атретических фолликулов наибольшее в возрасте 4—12 месяцев. Графовые фолликулы появляются в возрасте 2 месяцев, количество их нарастает до 5 месяцев включительно, в возрасте 5—6 месяцев находится на одном и том же уровне, а затем в возрасте 12 месяцев уменьшается.

Таким образом, принимая во внимание то обстоятельство, что плодовитость крыс длится до возраста 12 месяцев включительно, можно





პრედპოლიჲთი, ჲო პოდსიტიანიჲსი ნაჲსი კილა ფოლიკულოჲსი ვიკრუოჲსი 3—12 მესიკვიჲსი იჩილაჲსი თიკიჲსი ო იკლიჲსი დოსტოტიანიჲსი დიჲსი ფიქციი რეპროდუქციი ნაიკრუიჲსი კივოთიჲსი. იჩიოჲსი ოი თოჲო ჲო პოსლე ვიკრუოჲსი 12 მესიკვიჲსი პლოდოვიტოსი ო კრისი ლიიი «ვისტარ» ოსუტსუიჲსი, მონიჲსი ვიკრუოჲსი ო თო, ჲო ობნარუიჲსი ობიკვი კოლიკვიჲსი ფოლიკულოჲსი ო სოოთნიკვიჲსი პრიმორდიულიჲსი, სოიკრუიჲსი ო კრუიჲსი ფოლიკულოჲსი ვიკრუოჲსი 18 ო ბოლესი მესიკვიჲსი ნიკოჲსი ობესპეჩიჲსი რეპროდუქციონიჲსი ფიქციი ო ნაბლოდემოჲსი ლიიი კრისი.

თბილისი კოსუდარსტენიჲსი მემიკრინიჲსი ინსტიტუტი

(პოსუტილო 27.9.1974)

აღამიანიჲსი ო ცხოველიჲსი ფიკრუოლოგია

3. კვლივიკი

საკვიმრცხისი ფოლიკულოჲსი კოკრუიკრთი მიკრომეტრული ო რაკოღენოკრუივი ცვლილემოჲსი ჲესახოზო ორბანიჲსი ოღბემოჲსი კროცესი

რ ე ზ ი მ ე

„ვისტარის“ კრუიჲსი ვიკრუოჲსი ოღბემოჲსი პროცესიჲსი საკვიმრცხისი ფოლიკულოჲსი ო მათი კვიმრცხუკრუიკვიჲსი ფართისი ცვლილემოჲსი ოგამოავლინა ფოლიკულისი მონიჲსიჲსი ჲარისხისი ოღკვიიჲსი 12 თვისი ასაკიჲსი, ფოლიკულისი მონიჲსიჲსი ტენდენციისი ოღკვიიჲსი 18 თვისი ასაკიჲსი, ფოლიკულისი ჲრდისი პოტენციისი ოღკვიიჲსი 24—30 თვისი ასაკიჲსი. ფოლიკულოჲსი რაკოღენოზრემოჲსი ცვლილემოჲსი ოგამოავლინეს, რომ 18 თვისი ასაკიჲსი ო ჲევიოთი ფოლიკულოჲსი სეროთო რიკვი, პრიმორდიული, მიჲარდი ო მწიფე ფოლიკულოჲსი თანაფარდოზო ვეღარ უზრუნველყოფს ცხოველისი რეპროდუქციულ ფუნქციას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. E. KVLIVDZE

CONCERNING SOME MICROMETRIC AND QUANTITATIVE ALTERATIONS OF THE OVARIAN FOLLICLES IN THE AGING PROCESS

Summary

The results of a study of the follicle areas and of their ovicells and of the quantitative changes in the ovarian follicles in the aging process are reported. Ovaries of rats of the “Vistar” line of different ages were investigated.

The findings indicate that in the process of the individual life of an organism (by the age of 12 months in the case of rats) there occurs a lowering in the degree of follicle maturation, a decrease in the tendency of follicle maturation (by 18 months) and ultimately (by 24—30 months) the growth potency of primordial follicles reduces.

It has been found that the total quantity of follicles and the ratio of primordial and mature follicles at the age of 18 months and above fails to ensure the reproductive function in the rats under study.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Mandl, S. Zuckerman. J. Endocr., 1949, 6, 4.
2. C. Lane, F. Davis. Anat. Res., 1939, 73, 4.
3. Ц. В. Гачечиладзе. Анализ действия гонадотропных гормонов по данным морфологического и гистохимического исследования яичников и матки крыс и эндометрия человека. Автореферат, Тбилиси, 1970.



БИОФИЗИКА

Е. В. БУТ, К. Р. ГОЧИТАШВИЛИ, К. М. КОЛХИДАШВИЛИ,  
М. М. ЗААЛИШВИЛИ

ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРНОЙ ФРАКЦИИ ТРОПОНИНОВОГО  
КОМПЛЕКСА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС  
ПОЛИМЕРИЗАЦИИ АКТИНА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 9.10.1974)

Первоначально полагали, что тропонин, который совместно с тропмиозином осуществляет регуляцию мышечного сокращения, придавая ему чувствительность к ионам  $Ca^{++}$ , является гомогенным белком [1]. В настоящее время всеми исследователями признано, что тропонин состоит из нескольких белковых фракций [2—6], в силу чего он переименован в тропониновый комплекс. Названия, данные фракциям тропонинового комплекса, отражают приписываемую им определенную биологическую активность. Так называемая ингибиторная фракция тропонина (ТН-И) ингибирует актомиозиновую АТФ-азную активность как в присутствии, так и в отсутствии ионов  $Ca^{++}$ . Фракция тропонина, связывающаяся с тропмиозином, — ТН-Т. Третьей фракцией является  $Ca^{++}$ -связывающая фракция ТН-С. Для полного восстановления релаксирующей активности тропонин-тропмиозинового комплекса необходимо присутствие всех трех фракций. Мнение [3] о том, что  $Ca^{++}$ -связывающий белок не является сам по себе  $Ca^{++}$ -чувствительным фактором и что объединение его с четвертой фракцией наделяет систему чувствительностью к  $Ca^{++}$ , требует дальнейшего экспериментального подтверждения.

Основная трудность при работе с тропонином состоит в получении небольших количеств очищенного от тропмиозина белка, что является результатом его «минорности» в мышце. Для получения тропонинового комплекса мы применяли несколько методов. В двух из них [2, 7] тропонин получали из комплекса с тропмиозином путем доведения рН до 4,5 в 1 М КСl при 0°C. В третьем методе, описанном Эбаши [2], экстракция тропонина велась в 0,1 М КСl при рН 4,5. Метод Гризе и Гергели [6] прельстил нас сравнительным обилием получаемого белка при низкой относительной вязкости тропонинового препарата. Хотя при электрофорезе на 7,5% полиакриламидном геле в трис-глициновом буфере (рН 8,3) препараты тропонинового комплекса, полученные этим методом, обнаружили большее число полос, чем при получении быстрым методом Эбаши.

Препараты тропонина исследовались нами методом хроматографии на ДЕАЕ-сефадексе А-course и ДЕАЕ-SS-целлюлозе. Появление белковых фракций непрерывно регистрировалось самописцем, связанным со спектрофотометром, имеющим проточную кювету. В отсутствии

мочевинны препараты тропонина давали два пика. Введение 4-молярной мочевины разделяло вторые пики, элюируемые непрерывным градиентом KCl на два (рис. 1). Исходя из этих данных тропониновый комплекс состоит из трех основных компонент.

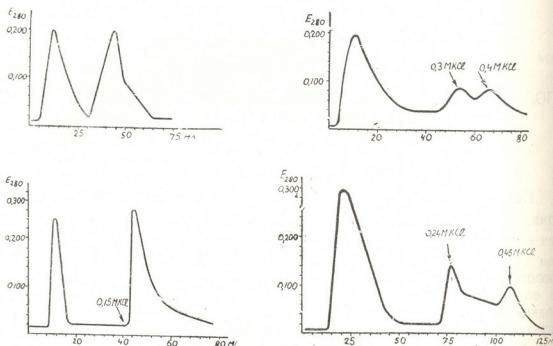
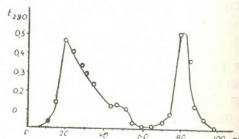


Рис. 1. А. а) — хроматография тропонина на ДЕАЕ-сефадексе А—50 course в 50 мМ трис-НСl, рН 7,5; для элюирования второго пика использовали непрерывный градиент KCl (0—0,5 М KCl); в — то же в присутствии четырехмолярной мочевины. В.а) — хроматография на ДЕАЕ-SS-целлюлозе в 50 мМ трис-НСl, рН 7,5; второй пик элюируется непрерывным градиентом KCl, начиная с 0,15 М KCl; в) — то же в присутствии четырехмолярной мочевины

При хроматографии на SE-сефадексе тропонин дает два пика (рис. 2), что согласуется с литературными данными [8]. Пик, элюируемый при низкой ионной силе без KCl, соответствует ингибиторной

Рис. 2. Хроматография тропонинового комплекса на колонке SE-сефадекса С-50, уравновешенной 33 мМ цитратом калия, рН 6, 6М-мочевинной. Размеры колонки 2×25 см. На колонку наносили 50 мг белка. Время истечения буфера 1 мл за 3 мин. Элюирование в градиенте KCl показано пунктиром



фракции тропонина. Поэтому мы решили наносить на колонку не тропониновый комплекс, а тропонин В, полученный диализом тропонина против 1,2 М KCl, 0,1 М HCl, 2мМ цистеина. Осадок удаляли центрифугированием при 20 000 g в течение 15 мин. Супернатант диализовали сначала против 0,01 М HCl, затем против цитратного буфера. Тропонин В, полученный таким образом, наносили на колонку SE-сефадек-

са С-50 и элюировали в условиях, указанных на рис. 2. При этом получался один пик. Дальнейшее элюирование в градиенте КСl не давало заметных пиков. Материал полученного пика при электрофорезе в

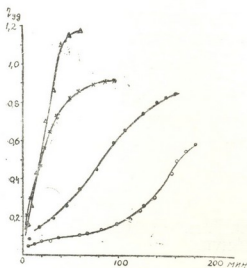
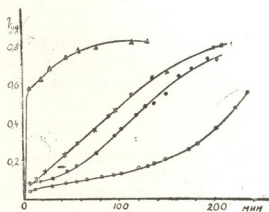


Рис. 3. Влияние тропонина на Г—Ф-переход актина. Измерения проводили на вискозиметре типа Оствальда. Время истечения буфера 72 сек. Концентрация актина 0,5 мг/мл. о — Г—Ф-переход актина; ● — Г—Ф-переход актина в присутствии 10% (от веса актина) тропонинового комплекса (ТК); x — Г—Ф-переход в присутствии 20% ТК; Δ — Г—Ф-переход в присутствии 30% ТК

7,5% полиакриламидном геле при стандартных условиях давал одну полосу и ингибировал АТФ-азную активность синтетического актомиозина как в присутствии, так и в отсутствии ионов  $Ca^{++}$ .

Рис. 4. Ускорение полимеризации актина ингибиторной фракцией тропонина: о — полимеризация Г-актина; ● — полимеризация Г-актина в присутствии 5% ТН-И; x — 15% ТН-И; Δ — 25% ТН-И



Считается, что удаление тропомиозина из тонких филамент упраздняет связывание с ним тропонина [9]. Вероятно, этим обусловлено отсутствие работ, кроме нескольких [10, 11], по взаимодействию тропонина и его фракций с актином.

В результате изучения влияния тропонинового комплекса и его ингибиторной фракции на Г—Ф-переход актина выяснилось, что оба ускоряют полимеризацию Г-актина, инициированную 0,1 М КСl (рис. 3, 4). В работе Прэгей и Гергели [12] отмечено, что сывороточный и яичный альбумины, тяжелый и легкий меромиозины, миозин, гепарин и гликоген не влияют на скорость полимеризации АДФ—Г-актина. Вероятно, это указывает на специфичность взаимодействия мышечных белков, особой формой которого является влияние ингибиторной фракции тропонина на процесс полимеризации актина.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 10.10.1974)

ბ. ბუტი, კ. გოჩიტაშვილი, კ. კოლხიდაშვილი, მ. ჯაალიშვილი

ტროპონინის კომპლექსის მაინვიბირებელი ფრაქციის  
მიღება და მისი გავლენა აქტინის პოლიმერიზაციის  
პროცესზე

რეზიუმე

შრომაში ნაჩვენებია, რომ ტროპონინის კომპლექსის მაინვიბირებელი ფრაქცია აჩქარებს აქტინის გ—ფ გადასვლას.

BIOPHYSICS

E. V. BUT, K. R. GOCHITASHVILI, K. M. KOLKHIDASHVILI,  
M. M. ZAALISHVILI

PREPARATION OF THE INHIBITORY FRACTION OF TROPONIN  
COMPLEX AND ITS INFLUENCE ON THE PROCESS OF ACTIN  
POLYMERIZATION

Summary

The influence of the inhibitory fraction of troponin complex on the G-F transition of actin has been studied. The inhibitory fraction was found to accelerate the polymerization of G-actin initiated by 0.1 M KCL.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Yasui, F. Fuchs, N. Briggs. *J. Biol. Chem.*, 243, 4, 1968.
2. S. Ebashi. *J. Biochem.*, 72, 3, 1972.
3. I. Staprans, H. Takahashi, M. P. Russel, S. Watanabe. *Biochem. J.* 72, 3, 1972.
4. W. Drabikowski, R. Dabrowska, B. Barylko. *Acta Biochem. Polonica*, 20, 2, 1973.
5. J. M. Wilkinson, S. V. Perry, H. A. Gole, I. P. Trayer. *Biochem. J.* 127, 1, 1972.
6. M. L. Greaser, J. Gergely. *J. Biol. Chem.* 246, 13, 1971.
7. E. В. Бут, М. Ш. Симонидзе, Н. Н. Бокочадзе, М. М. Заалишвили. *Сообщения АН ГССР*, 69, № 1, 1973.
8. M. C. Schaub, S. V. Perry. *Biochem. J.* 115, 5, 1969.
9. S. Ebashi, A. Kodama, F. Ebashi. *J. Biochem.*, 64, 4, 1968.
10. W. Drabikowski, J. Nonomura. *Biochim. Biophys. Acta*, 160, 1, 1968.
11. T. Fujei, M. Kawamura, K. Yamamoto, K. Maruyama. *J. Biochem.*, 73, 2, 1973.
12. D. A. Pragay, J. Gergely. *Arch. Biochem. Biophys.*, 125, 3, 1968.



М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. СКОБЕЛЕВА

## О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОМ КАЧЕСТВЕ ЦЕЙЛОНСКОГО ЧАЯ

Цейлонский чай славится своими высокими вкусовыми и ароматическими качествами. Советский потребитель хорошо знаком с цейлонским чаем, так как СССР покупает и потребляет этот чай в значительном количестве.

Цейлонский чай выпускается нашими чаеразвесочными фабриками и продается в магазинах. Наша лаборатория систематически занимается изучением качества и химического состава отечественных и зарубежных чаев, в том числе и цейлонского [1—3]. Ниже (табл. 1) мы приводим данные химического анализа цейлонского чая, полученного нами с Московской чаеразвесочной фабрики и купленного в магазине за последние пять лет (1970—1974 гг.).

Таблица 1

Содержание танина, экстрактивных веществ и катехинов в цейлонском чае

№ п/п	Название	Танин, %	Экстрактивные вещества, %	Катехины, мг/г чая
1	Цейлонский х/ср. март 1970 г.	22,08	43,88	93,2
2	Цейлонский в/с, куплен в магазине, 1970 г.	21,40	40,60	92,7
3	Цейлонский х/ср. июнь 1970 г.	24,01	44,50	100,5
4	Цейлонский х/ср. август 1971 г.	23,50	41,31	96,1
5	Цейлонский х/ср. апрель 1972 г.	23,00	42,70	95,9
6	Цейлонский х/ср. июнь 1973 г.	17,90	35,20	88,4
7	Цейлонский х/ср. июнь 1974 г.	18,67	39,15	89,6

Данные таблицы показывают, что химический состав в зависимости от года меняется, однако во всех случаях изучаемые нами образцы характеризуются высоким содержанием танина, катехинов и экстрактивных веществ. Таким образом, советский потребитель покупает в наших магазинах цейлонский чай высокого качества.

Вопрос о том, вся ли чайная продукция на Цейлоне имеет высокое качество, интересует каждого специалиста и потребителя чая, в том числе и нас. Авторам данной статьи довелось посетить Цейлон в октябре—ноябре 1973 г. и ознакомиться с чайным производством. Чайная фабрика, которую мы посетили, расположена на высоте 2200 м. На фабрике применяют следующий технологический режим: естественное завяливание продолжительностью 10—15 часов. Цейлонские специалисты считают, что естественное завяливание является необходимым условием получения высококачественной продукции. Скручивание

дифференцированное — 3 раза по 30 минут в специальных зированных роллерах, которые имеют режущие рифы, конус и пресс. Путем использования этих приспособлений можно добиться 100% выхода мелких чаев. Общая продолжительность скручивания и ферментации составляет 2—2,5 часа, и это считается важным фактором, обуславливающим высокое содержание танина и экстрактивных веществ в чае. При беседе со специалистами выяснилось, что большое внимание уделяется температурному режиму процесса скручивания и ферментации. Нам рассказывали, что в горных районах скручивание и ферментацию проводят в ночное время при температуре 17—18°. Они считают, что проведение процесса скручивания и ферментации днем ухудшает качество продукции из-за высокой температуры воздуха. Необходимо отметить, что большое внимание на Цейлоне уделяют сортировке в процессе скручивания, а также сортировке полуфабриката. Этот процесс проводится очень тщательно. Так, после первого скручивания в процессе сортировки выделяются самые нежные части побега — почка и первый лист. Эта фракция составляет 16—18% от общей продукции. Из этой фракции получается самый лучший чай. У нас подобная фракция называется 0, она также дает высококачественный чай. При сортировке полуфабриката путем применения разных сит и режимов сортировки удается получать хорошо очищенные мелкие чаи. Сушка проводится однократно, и судя по тому, что мы видели, используются новые чаесушильные машины, которые производятся фирмами Англии, Швеции, Норвегии. Интересно отметить, что перед чаесушильной машиной имеется углубление (60 см), куда поступает горячий чай. При беседе со специалистами выяснилось, что на Цейлоне существуют три зоны выращивания чая: I зона — плантации, расположенные на высоте 500—600 м, II зона — на высоте 1500—3000 м, III зона — на высоте 3000 м и более.

Таблица 2

Содержание танина, экстрактивных веществ и катехинов в чае

№ п/п	Название	Танин, %	Экстрактивные вещества, %	Катехины, мг/г чая
1	Чай, куплен на чайной фабрике Ramboda, высота 2200 м, цена 100 г—1,25 рупии	14,10	33,05	69,7
2	Чай, куплен в Никадува, фирма Liptons Ceylonta pure Ceylon Tea, цена 100 г—96 центов	11,15	36,00	54,8
3	Чай, куплен в Коломбо, фирма Brooke Bond pure Ceylon Tea, цена 100 г—1,1 рупии	13,00	38,17	66,00
4	Чай, куплен в Коломбо, фирма Liptons Ceylonta pure Ceylon Tea, цена 100 г—1,75 рупии	13,60	38,70	67,30

Самый лучший, наиболее ароматный чай выращивается в III зоне (высокогорный район) благодаря ее почвенно-климатическим условиям [4]. Следует отметить также высокий уровень технологии переработки сырья на чайных фабриках Цейлона. В каждой зоне применяется зональная рациональная технология с учетом качества сырья. Так, в I и II зонах, где сырье не такого высокого качества, как в III зоне,

технологический режим несколько отличается, здесь в процессе скручивания применяются режущие машины Ротервайн. Судя по тому, что мы видели, на фабриках Цейлона перерабатываются не только 2—3-листные флешы, но и более грубое сырье, для которого применяется свой режим. Грубые взрослые листья подвергаются заваливанию с продуванием воздуха. Обращает на себя внимание очень жесткая подрезка чайных кустов.

Для того чтобы иметь представление о качестве цейлонского чая, который потребляется внутри страны и продается в обычных магазинах Цейлона, нами был куплен чай в разных городах Цейлона. Этот чай был проанализирован, полученные данные приведены в табл. 2.

Данные таблицы показывают, что чай, который производится на Цейлоне, самого разного качества и по своим химическим показателям значительно уступает чаю, который мы покупаем на Цейлоне и продаем в СССР. Это и понятно, так как на чайных аукционах Цейлона наши специалисты отбирают чай наилучшего качества высокогорных районов, обладающий высокими химическими и органолептическими показателями.

Таким образом, из вышеизложенного ясно, что Цейлон производит чай весьма разнообразного качества, начиная с высокоароматных чаев с содержанием танина 24,01% и кончая средним и нижесредним чаем с содержанием танина 11,5%.

Академия наук СССР  
 Институт биохимии  
 им. А. Н. Баха

(Поступило 26.7.1974)

ბიოქიმია

მ. ბოქუჩავა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. სკობელევა

### ციელონის ჩაის ხარისხის შესახებ

რეზიუმე

შედარებითა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ცელონზე აწარმოებენ სხვადასხვა ხარისხის ჩაის. ცელონზე ჩვენ ვყიდულობთ და მოვიხმართ საბჭოთა კავშირში ყველაზე მაღალხარისხოვან ჩაის, რომელიც შეიცავს 18—24% ტანინს, 89—100 მგ/გ კატეხინებს და 35—44% ექსტრაქტულ ნივთიერებს. ამავე დროს ცელონზე იხმარება საშუალო და დაბალი ხარისხის ჩაი, რომელიც შეიცავს 11—14% ტანინს, 55—69 მგ/გ კატეხინებს და 34—41% ექსტრაქტულ ნივთიერებს.

BIOCHEMISTRY

M. A. BOKUCHAVA, N. I. SKOBELEVA

### ON THE ACTUAL QUALITY OF CEYLON TEA

Summary

A comparative investigation has shown that in Ceylon teas of diverse quality are produced. The tea purchased from Ceylon and consumed in the USSR refers to the highest quality teas, containing tannin 18%, catechins 88—100 mg/g and extractive substances 35—44%.

Incidentally, the tea consumed in Ceylon contains tannin 11-14%, catechins 55-69 mg/g, extractive substances 34-41% and refers to the teas of average and below-average quality.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Опарин. Биохимия чайного производства, сб. 3. М., 1937, 95.
2. М. А. Бокучава. Биохимия чая и чайного производства. М., 1958.
3. М. А. Бокучава, В. Р. Попов. Бюлл. ВНИИЧП и СК, № 4, 1958.
4. Р. Кулатунга. Биохимия и прогрессивная технология чайного производства. М., 1966, 76.



БИОХИМИЯ

Э. Р. КВАНЧИАНИ, Г. Н. ПРУИДЗЕ, <sup>+</sup>  
 М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР)

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАВЯЛИВАНИЯ И КАЧЕСТВО ЧАЯ

В настоящей работе изучалось значение продолжительности завяливания для физической и биохимической подготовки сырья. Как известно, физическая подготовка предполагает равномерное завяливание всех элементов чайного побега, биохимическая же подготовка — изменение активности ферментов, их субстратов — фенольных соединений, азотистых веществ, эфирных масел и др. Эти физико-биохимические процессы во многом зависят от режима завяливания и играют важную роль в формировании качества продукции [1—7].

Технологические опыты проводились на Анасеульской чайной фабрике с листьями первого сорта. Чайный лист после установления сортности делился на две разные части и завяливался на двух агрегатах до одинаковой остаточной влажности (60—62%), которая в обоих вариантах достигалась применением различной температуры рабочего агента: при 3-часовом 47°-50°, а при 6-часовом 38÷40°. Остальные условия (количество рабочего агента, толщина слоя листа и др.) для каждого варианта завяливания были примерно одинаковыми. Завяленный лист перерабатывался с доведением готовой продукции, готовая продукция подвергалась химическому и органолептическому анализу.

Данные о равномерности завяливания по вариантам опыта приводятся в табл. 1. Они показывают, что при 6-часовом завяливании ко-

Таблица 1

Механический анализ при различной продолжительности завяливания чайного листа (в % на завяленный лист)

Даты проведения опытов	3-часовое завяливание			6-часовое завяливание		
	Нормально завяленный лист	Недовяленный лист	Перевяленный лист	Нормально завяленный лист	Недовяленный лист	Перевяленный лист
10/VIII	75,5	15,8	8,6	87,1	9,5	2,6
12/VIII	71,0	16,5	8,1	83,4	12,2	2,4
21/VIII	76,2	13,8	10,0	86,3	12,7	1,0

личество нормально завяленных листьев составляет 83,4—87,1%, а недоявленных 9,5—12,7% против 71,0—76,2 и 13,8—16,5%, при 3-часовом завяливании. При последнем значительно увеличивается также процент перевяленных листьев, что является результатом применения более высоких температур при завяливании.

Биохимические исследования свежего и завяленного чайного листа проводились в Институте биохимии растений АН ГССР. В работе





[8] было показано, что при 6-часовом завяливании значительно повышается окислительная способность чайного листа и окислительные процессы протекают более равномерно, чем при 3-часовом завяливании.

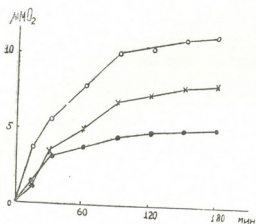


Рис. 1. Активность о-дифенолоксидазы при различной продолжительности завяливания чайного листа: —●—●—●— свежий, —X—X—X— 3-часовой завяленный, —○—○—○— 6-часовой завяленный. Условия опыта: 25 мг ацетонового препарата + 2,7 мл 0,1M фосфатного буфера (pH 5,6) + 0,3 мл 12,5·10<sup>-2</sup>M раствора пирогаллола. Инкубация 30°

Из рис. 1 видно, что в 6-часовом завяленном листе активность о-дифенолоксидазы значительно больше, чем в 3-часовом завяленном и свежем листе. Активность фермента определялась манометрическим методом в аппарате Варбурга [2]. Химический и органолептический анализы готовой продукции показали, что при 3-часовом завяливании

Таблица 2

Химическая и органолептическая характеристика готовой продукции, полученной при различной продолжительности завяливания (в % на сухое вещество)

Сорт чая	3-часовое завяливание					6-часовое завяливание				
	Экстракт- тивные вещества	Танин	Сумма катехи- нов	Аромат	Вкус	Экстракт- тивные вещества	Танин	Сумма катехи- нов	Аромат	Вкус
Л <sub>1</sub> „Букет Грузии“	—	—	—	—	—	39,7	18,4	6,8	5,0	5,0
Л <sub>1</sub> В/1	38,3	16,3	5,6	4,25	4,25	39,3	27,0	6,5	4,5	4,5
Л <sub>1</sub> В/2	37,8	15,3	5,0	4,0	4,0	38,6	15,8	5,1	4,0	4,0
Л <sub>1</sub> 1С	37,0	15,0	2,6	3,25	3,25	38,1	15,0	3,9	3,5	3,5
М <sub>1</sub> „Букет Грузии“	38,6	17,5	5,5	4,75	4,75	40,8	18,6	7,0	5,25	5,25
М <sub>1</sub> В/1	39,0	17,0	6,2	4,25	4,25	40,2	17,6	6,9	4,5	4,5
М <sub>1</sub> В/2	38,8	15,0	—	3,75	3,75	39,4	15,9	—	4,0	4,0

потеря экстрактивных веществ, танина и катехинов больше, чем при 6-часовом завяливании. Содержание в свежем листе экстрактивных веществ составляет 42,2—43,3%, танина—23,4—24,3%, а сумма катехинов—11,9—13,1%, при 3-часовом завяливании соответственно 39,6—40,8; 19,1—20,8 и 10,0—10,1%, а при 6-часовом завяливании 40,9—42,5; 22,0—22,8 и 10,5—11,2%. Более выраженное уменьшение вышеуказанных веществ при 3-часовом завяливании является результатом высокой температуры (47—50°), при которой происходит пересыхание наиболее богатых растворимыми веществами нежных частей флеша, а грубые части остаются недовяленными.

Итак, физическая и биохимическая подготовка сырья лучше осуществляется при 6-, чем при 3-часовом завяливании.





Данные табл. 2 показывают, что высшие и первые сорта черного чая, полученные при 6-часовом завяливании, содержат 38,1—40,8% экстрактивных веществ, 15,0—18,6% танина и 3,9—7,0% суммы катехинов. По вкусу и аромату они имеют оценку 4,0—5,25 баллов. Содержание указанных веществ в чаях при 3-часовом завяливании составляет 37,8—39,0; 15,0—17,5 и 2,6—6,2% соответственно, балловая оценка 3,75—4,75.

Итак, при 6-часовом завяливании чайного листа с применением новой технологии получается более высококачественный и высокоэкстрактивный готовый чай, чем при 3-часовом завяливании.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт чайной промышленности

(Поступило 26.7.1974)

ბიოქიმიკა

0. კვანჩიანი, ზ. ფრუიძე, მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ღნობის ხანგრძლივობა და ჩაის ხარისხი

რეზიუმე

შესწავლილია 3 და 6-საათიანი ღნობის გავლენა ჩაის ხარისხზე. 6-საათიანი ღნობისას კატეხინები, ტანინი და ექსტრაქტული ნივთიერებები ნაკლებად მცირდება, ვიდრე 3-საათიანი ღნობისას. ღნობის ხანგრძლივობის მიხედვით ჩაის ფოთოლში მნიშვნელოვნად იზრდება ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტივობა. 6-საათიანი ღნობა 3-საათიანთან შედარებით იძლევა მეტი რაოდენობის ნორმალურად მომწარ ფოთლებს.

6-საათიანი ღნობისა და ახალი ტექნოლოგიის გამოყენებისას მიიღება მაღალი ხარისხის შავი ჩაი. მზა პროდუქცია შეიცავს 38,0—40,8 ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, 15,8—18,6% ტანინს და 5,1—7,0% კატეხინების ჯამს.

BIOCHEMISTRY

E. R. KVANCHIANI, G. N. PRUIDZE, M. A. BOKUCHAVA

## ON THE DURATION OF TEA WITHERING AND TEA QUALITY

### Summary

O-diphenoloxydase activity is much higher in tea leaves withered during 6 hours than in leaves undergoing withering for 3 hours and in fresh ones.

Tea of a higher quality and more highly extractive was obtained during 6 hour-withering than in the case of 3 hour-withering.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Курсанов. Биохимия чайного производства, сб. 1. М., 1935. 32.
2. М. А. Бокучава. Биохимия чая и чайного производства. М., 1958.
3. С. М. Манская. Биохимия чайного производства, сб. 1. М., 1935.
4. К. М. Джемухадзе. Биохимия чайного производства, сб. 3. М., 1937.
5. И. А. Хочолава. Технология чая. М., 1955.
6. Г. И. Харебава. Труды ВНИИЧП, 1963.
7. E. L. Keegel. The Tea Quarterly. The Research Institute of Ceylon. v. 33, № 6, part 2, 1962.
8. Г. Н. Приудзе, Э. Р. Кванчиаани. Субтропические культуры, 4 (126), 1973.

Г. Ч. ЦИКЛАУРИ, А. Г. ШАЛАШВИЛИ

## КАТЕХИНЫ ЛИСТЬЕВ ЛАВРОВИШНИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*LAUROCERASUS OFFICINALIS* ROEM)

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 23.9.1974)

Лавровишня лекарственная (*Laurocerasus officinalis* Roem) — вечнозеленый кустарник высотой 1—3 м. Образует обширные заросли в лесах Западного Закавказья. Лавровишня лекарственная входит в состав вечнозеленого подлеска, интенсивный рост которого создает непреодолимые трудности для развития основных лесных пород. Агротехника лесоводства предусматривает удаление подлеска шириной 2—3 м или площадями в 50—100 кв. м. Листья лавровишни лекарственной содержат 5,2—10,8% дубильных веществ [1, 2].

Цель работы — выделить и идентифицировать биологически активные соединения из суммарного препарата флавоноидных веществ листьев.

Растительный материал был собран в ущелье р. Дзирула. Листья фиксировались паром (10 мин), высушивались при комнатной температуре и измельчались. С целью удаления хлорофилла, смолистых веществ, жиров и других соединений листья в количестве 800 г промывались в аппарате Сокслета хлороформом. Затем они высушивались в вытяжном шкафу, после чего флавоноидные вещества экстрагировались на кипящей водяной бане 85% этанолом 3 раза. Экстракты объединялись, фильтровались и перегонялись в вакууме при 45° до удаления этанола. Водный остаток еще раз промывался в делительной воронке хлороформом, затем флавоноиды экстрагировались этилацетатом 7 раз. Полученные экстракты объединялись и перегонялись в вакууме при 40°. Был получен суммарный препарат флавоноидных веществ в виде порошка коричневого цвета. Выход 8%.

Флавоноидные вещества были разделены на отдельные фракции методом адсорбционной хроматографии на колонке полиамидного сорбента [3]. Препарат флавоноидов в количестве 15 г растворялся в дистиллированной воде и хроматографировался на колонке полиамида (115×4 см) в соотношении 1:20. Сначала колонка элюировалась дистиллированной водой, а затем водным этанолом различной концентрации. Элюаты отбирались по 30 мл. Контроль процесса элюации осуществлялся для катехинов и лейкоантоцианов ванилиновым реактивом (1% раствор ванилина в соляной кислоте), а для флавонолов — цианидиновой пробой. Элюаты анализировались методом хроматографии на бумаге в системе растворителей *n*-бутанол-уксусная кислота-вода (Н-БУВ) (4:1:2). Катехины и лейкоантоцианы были проявлены ванилиновым реактивом, а флавонолы — 1% раствором хлорида алюминия в этаноле. Элюаты, имеющие одинаковый состав, объединялись, упаривались и высушивались в вакууме при 40°. Были получены фракции катехинов, флавонолов и лейкоантоцианов. При изучении фракции катехинов методом двумерной хроматографии на бумаге



(I растворитель — н-БУВ (4:1:5) и II растворитель — 2% уксусная кислота) было установлено, что она содержит два вещества: вещество № 1 со значением Rf в I и II растворителях 0,70 и 0,65 соответственно и вещество № 2 со значением Rf в I и II растворителях 0,58 и 0,57%.

Из фракции катехинов индивидуальные вещества были выделены методом адсорбционной хроматографии на колонке целлюлозы [4]. Фракция катехинов в количестве 0,4 г растворялась в небольшом количестве дистиллированной воды и хроматографировалась на колонке целлюлозы (100×4 см) в соотношении 1:1000. Элюция проводилась дистиллированной водой. Элюаты отбирались по 30 мл. Контроль процесса элюции осуществлялся методом хроматографии на бумаге (растворитель н-БУВ, проявитель — ванилиновый реактив). Элюаты, имеющие одинаковый состав, объединялись. Из этих водных растворов вещества экстрагировались несколько раз этилацетатом. Этилацетатные экстракты объединялись и перегонялись в вакууме при 35° до сухого остатка. По полученным данным, вначале элюируется вещество № 1 (выход 0,16 г), затем смесь вещества № 1 и 2 (выход 0,1 г) и, наконец, вещество № 2 (выход 0,05 г).

Таблица 1

Вещества	Значение Rf		Окраска на хроматограммах		
	н-Бутанол-85% муравьиная кислота-вода (95:10:20)	20% уксусная кислота	в УФ-свете	1% водный раствор FeCl <sub>3</sub> + 1% водный раствор K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	ванилиновый реактив
Продукты расщепления вещества № 1	0,76	0,48	Ярко-голубая флуоресценция	Синяя	Розовая
	0,88	0,40		Синяя	
Продукты расщепления вещества № 2	0,76	0,48	Ярко-голубая флуоресценция	Синяя	Розовая
	0,88	0,40		Синяя	
Аутентичный флороглюцин	0,76	0,48		Синяя	Розовая
Аутентичная протокатеховая кислота	0,88	0,40	Ярко-голубая флуоресценция	Синяя	

Таблица 2

Вещества	Значение Rf				Окраска на хроматограммах	
	н-БУВ	Вода	15% уксусная кислота	Фенол, насыщенный водой	ванилиновый реактив	1% водный раствор железомонийных квасцов
Вещество № 1	0,70	0,33	0,65	0,47	Красная	Зеленая
Вещество № 2	0,58	0,27	0,57	0,40	Красная	Зеленая
Аутентичный (+)-катехин	0,70	0,33	0,65	0,47	Красная	Зеленая
Аутентичный (-)-эпикатехин	0,58	0,27	0,57	0,40	Красная	Зеленая

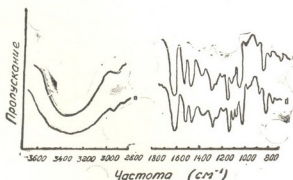
Вещество № 1 было перекристаллизовано из воды. Полученные белые игольчатые кристаллы отфильтровывались, промывались ледяной водой и высушивались в вакуум-эксикаторе при комнатной тем-

пературе над  $P_2O_5$ . Температура плавления  $165-166^\circ$ . УФ-спектр был снят в 96% этаноле на самопишущем спектрофотометре модели EPS-3T фирмы Хитачи,  $\lambda_{\text{макс}} = 280$  нм.

Вещество № 2 имеет  $\lambda_{\text{макс}} = 284$  нм (96%-ный этанол).

Щелочные расщепления веществ № 1 и 2 проводились по методике М. Н. Запрометова [5]. Полученные результаты приведены в табл. 1. Значения Rf вещества № 1 и 2, а также аутентичных катехинов в разных системах растворителей и качественные реакции [6] приведены в табл. 2. Инфракрасные спектры вещества № 1 и аутентичного (+)-катехина идентичны (рис. 1). Спектры снимались на UR-10 с призмой NaCl при щелевой программе 4 и скорости сканирования  $50 \text{ см}^{-1}/\text{мин}$ . Образцы приготавливались в виде спрессованных с KBr пластинок.

Рис. 1. Инфракрасные спектры поглощения вещества № 1 (I) и аутентичного (+)-катехина (II)



На основе полученных результатов можно считать, что вещества, выделенные из листьев лавровишни лекарственной, представляют собой (+)-катехин (№ 1) и (—)-эпикатехин (№ 2).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт биохимии растений

(Поступило 10.10.1974)

ბიომიზა

ბ. წიკლაური, ა. შალაშვილი

წყავის (*LAUROCERASUS OFFICINALIS* ROEM) ფოთლის  
 კატეხინები

რეზიუმე

წყავის ფოთლებიდან პოლიამიდის და ცელულოზის სვეტებზე ადსორბ-ციული ქრომატოგრაფიის მეთოდებით გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია (+)-კატეხინი და (—)-ეპიკატეხინი.

BIOCHEMISTRY

G. Ch. TSIKLARI, A. G. SHALASHVILI

CATECHINS FROM CHERRY-LAUREL (*LAUROCERASUS*  
*OFFICINALIS* ROEM) LEAVES

Summary

(+)-catechin and (—)-epicatechin have been isolated and identified on polyamide and cellulose columns by adsorption chromatography from cherry-laurel leaves.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Деревья и кустарники СССР, III. М., 1954, 774.
2. В. И. Матикашвили. Труды Тбил. бот. ин-та, IX, 1946, I.
3. А. Г. Шалашвили. Сб. «Биохимия растений», 1. Тбилиси, 1973, 214.
4. W. Mayer, F. Merger. Liebigs Ann. Chem., 644, 1961, 65.
5. М. Н. Запрометов. Биохимия катехинов. М., 1964.
6. J. V. Harborne. J. Chromatog., 2, 6, 1959, 581.

Д. И. ДЖОХАДЗЕ, Н. Р. РАКВИАШВИЛИ

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ К ВКЛЮЧЕНИЮ АМИНОКИСЛОТ ПРЕПАРАТАМИ КЛЕТОЧНЫХ ЯДЕР РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.12.1974)

Начиная с работ Дэли и др. [1] многими исследователями было показано включение аминокислот в белки изолированных ядер как животных (например [2—6]), так и растворительных (например [7, 8]) клеток. Как выясняется, в клеточном ядре содержатся все необходимые компоненты для эндогенного синтеза белков: рибосомы, активирующие ферменты, t-РНК, m-РНК [9, 10]. Хотя некоторыми авторами ставится под сомнение существование процесса синтеза белков в ядре [11], многие исследователи до последнего времени считают, что включение аминокислот препаратами ядер отображает синтез белков в ядрах [12].

Сведения о закономерностях синтеза белков в ядрах животных клеток получены в основном на примере ткани тимуса телят и печени крысы, хотя есть данные и о способности включения аминокислот в изолированные ядра головного мозга [5, 6, 12]. Левтруп-Рейн показал неодинаковую эндогенную способность к синтезу белка изолированных ядер различных типов клеток головного мозга.

Исходя из важности сведений об отражении тканевой и органной специфики на корочное ядро, исследовалась сравнительная способность клеточных ядер различных тканей одного и того же организма к включению аминокислот, отображающая, по-видимому, синтез белков.

Объектом исследования служили крысы и кролики. В каждом опыте использовалось по 3—4 крысы самца одного помета, весом 80—130 г, или по одному кролику 3—4-месячного возраста, весом ~ 1,5 кг. Ядра выделялись из тканей головного мозга, печени, почек и селезенки методом Шово и др. [13] в модификации Г. П. Георгиева и др. [14]. Выделение ядер из всех тканей и соответствующие определения проводились одновременно. Чистота ядер тщательно контролировалась микроскопически. Эндогенная способность препаратов изолированных ядер к включению аминокислот определялась их инкубацией с  $C^{14}$ -аминокислотами, и по величине радиоактивной метки, перешедшей в кислотонерастворимый материал, судили об уровне эндогенной способности к включению аминокислот в данном образце.

Инкубация и обработка проб проводились, как описано в работах [5, 12], с некоторыми изменениями. Аликвоты суспензией ядер в изотоническом растворе сахарозы, каждый образец в двух параллельных пробах, соответствующие ~ 100 мкг ДНК, центрифугировались при 800 g в течение 7—8 мин, удалялся супернатант, и осадок суспендировался в 0,5 мл и 0,1 М калийфосфатного буфера, рН 7,5, содержащего 0,25 М сахарозы, добавлялось 0,4 мл 0,1 М глюкозы, содержащей





0,025 М MgCl<sub>2</sub> и 0,765 М NaCl, далее добавляли 1 мл 2 М раствора CaCl<sub>2</sub> и 1,0 мккюри C<sup>14</sup>-гидролизата белка хлореллы (производства ЧССР, удельная активность 1 мккюри/мг) или 1,0 мккюри C<sup>14</sup>-лейцина. Общий объем смеси составлял 2 мл.

Пробы инкубировались при 37°C в течение 1 часа. Реакция останавливалась охлаждением и прибавлением 2 мл 20% ТХУ, содержащей 3% гидролизата казеина. После кратковременного выдерживания смесь центрифугировалась, супернатант сливался, осадок ресуспендировался в 10% растворе ТХУ с казеиновым гидролизатом и ставился в кипящую баню на 15 мин. После охлаждения осадки собирались на мембранные фильтры (образца HUF5, ЧССР, диаметр пор 0,3 мк), промывались на воронке 4 раза 5 мл порциями 5% раствора ТХУ с казеиновым гидролизатом. Фильтры сушились под лампой, и считалась радиоактивность на сцинтилляционном счетчике SL-30 (Франция). Интенсивность включения радиоактивности выражалась в имп/мин на 100 мкг ДНК. В таблицах все значения радиоактивности — средние из двух параллельных проб.

Таблица 1

Включение аминокислот из гидролизата белка препаратами изолированных клеточных ядер различных тканей крысы

Источник ядра	Радиоактивность, имп/мин на 100 мкг ДНК	
	Пробы, проинкубированные при 37°C в течение 1 часа	Пробы без инкубации
Головной мозг	2261	335
Печень	2356	450
Почки	1534	468
Селезенка	1137	230

После установления оптимальных условий (t°C и продолжительность инкубации проб) реакции, была определена эндогенная способность четырех разных типов ядер к включению радиоактивности из C<sup>14</sup>-гидролизата белка хлореллы (табл. 1).

Таблица 2

Включение аминокислот из гидролизата белка препаратами изолированных клеточных ядер различных тканей кролика\*

Источник ядер	Радиоактивность, имп/мин на 100 мкг ДНК
Головной мозг	5620
Печень	5194
	4647
Почки	3964
	1554
Селезенка	1476
	1515
	1704

\* Ядра выделены из тканей одного и того же индивидуума. Здесь и далее значения радиоактивности даны с вычетом радиоактивности проб и без инкубации.

Из приведенных в табл. 1 результатов видно, что препараты изолированных клеточных ядер мозговой и печеночной ткани интенсивнее включают аминокислоты из гидролизата белка хлореллы, чем яд-



ра ткани почек и селезенки. При этом резкое уменьшение включения радиоактивности в пробах без инкубации (с полным составом компонентов) может служить одним из доказательств того, что в условиях наших опытов радиоактивность, перешедшая из  $C^{14}$ -гидролизата в кислотонерастворимый материал, действительно отражает синтез белка. Аналогичную картину проявляли препараты клеточных ядер, выделенные из тех же тканей кролика (табл. 2).

В другой серии опытов определялась сравнительная способность препаратов клеточных ядер различных тканей крысы к включению одной аминокислоты —  $C^{14}$ -лейцина (табл. 3).

Таблица 3

Включение  $C^{14}$ -лейцина препаратами изолированных клеточных ядер различных тканей крысы

Источник ядер	Радиоактивность, имп/мин на 100 мкг ДНК
Головной мозг	5772
Печень	3805
Почки	2521
Селезенка	2189

Приведенные в табл. 3 данные свидетельствуют о том, что препараты изолированных клеточных ядер различных тканей включают и одну аминокислоту, причем наиболее интенсивно — ядра головного мозга.

В отдельной серии опытов была определена эндогенная способность к включению  $C^{14}$ -лейцина препаратов ядер, предварительно обработанных неионным детергентом тритоном-х 100. Как известно [15], эта процедура удаляет внешний слой двухслойной ядерной мембраны и вместе с ним возможные цитоплазматические загрязнения. При этом часть препаратов ядер предварительно инкубировалась с 10 мкг ДНК-азы при  $37^{\circ}C$  в течение 10 мин. Результаты этих определений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Включение  $C^{14}$ -лейцина препаратами различных ядер, предварительно обработанными тритоном-х 100 и ДНК-азой\*

Источник ядер	Радиоактивность, имп/мин на 100 мкг ДНК	
	Полная смесь, контроль	Полная смесь +10 мкг ДНК-азы
Головной мозг	5443	3885
Печень	4524	2436
Почки	3955	2952
Селезенка	4003	2160

\* В опытах использован хроматографически очищенный препарат ДНК-азы, хранящийся в кристаллическом виде в течение нескольких лет.

Как видно из табл. 5, обработанные тритоном-х 100 препараты клеточных ядер сохраняют способность к включению  $C^{14}$ -лейцина, при этом наивысшей активностью обладают препараты ядер головного мозга. Подавление способности к включению  $C^{14}$ -лейцина обработкой ДНК-азой должно быть следствием разрушения части ДНК-матрицы и уменьшения количества матричной РНК, необходимой для синтеза белка.

Полученные нами данные свидетельствуют об отражении тканевой и органной специфики на клеточное ядро в отношении способности к включению аминокислот и соответствуют общей метаболической активности тканей.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 27.12.1974)

БИОქИმიის

დ. ჯოხაძე, ნ. რაკვიაშვილი  
 სხვადასხვა ძსოვილების უჯრედთა ბირთვების მიერ  
 ამინომჟავების ჩართვის შედარებითი უნარი

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ვირთაგვისა და კურდღლის სხვადასხვა ორგანოთა უჯრედებიდან (თავის ტვინი, ღვიძლი, თირკმელი, ელენთა) გამოყოფილი ბირთვების პრეპარატები ინტენსიურად ირთავენ ამინომჟავეებს. ამასთან ყველაზე მაღალი აქტივობით გამოირჩევიან თავის ტვინიდან და ღვიძლიდან გამოყოფილი ბირთვები. მიღებული შედეგები მოწმობენ, რომ ქსოვილის სპეციფიკა აისახება შესაფერის უჯრედთა ბირთვებზე ამინომჟავეების ჩართვის შედარებითი უნარის მხრივაც.

BIOCHEMISTRY

D. I. JOKHADZE, N. R. RAKVIASHVILI  
 COMPARATIVE CAPACITY OF AMINO ACID INCORPORATION  
 BY NUCLEI OF DIFFERENT TISSUES

Summary

It is shown that nuclei preparations isolated from the cells of different organs (brain, liver, kidney, spleen) of rats and rabbits intensively incorporate amino acids. The nuclei isolated from the brain and liver are distinguished for their high activity. The results obtained show that the tissue specificity is also explained by the comparative capacity of amino acid incorporation into the suitable cell nuclei.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Daly, V. Allfrey, A. J. Mirsky. *Gen. Physiol.*, 36, 1952, 179.
2. V. Allfrey, A. Mirsky, S. Osawa. *Gen. Physiol.*, 40, 1952, 451.
3. R. Dendi. *Experim. Cell Res.*, 19, 1960, 489.
4. B. Reid, R. Stelliwagen, R. Cole. *Biochim. Biophys. Acta*, 155, 1968, 598.
5. T. Burdman, L. Jorhey. *J. Neurochem.*, 16, 1969, 493.
6. H. L. Ø vtrup-Rein. *Brain Res.*, 19, 1970, 433.
7. J. Rho, M. Chipchase. *J. Cell. Biol.*, 14, 1962, 183.
8. S. Brinstier, M. Chipchase, R. Hayes. *Biochim. Biophys. Acta*, 55, 1962, 728.
9. J. Frenster, V. Allfrey, A. Mirsky. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 46, 1960, 434.
10. S. Wilson, M. Hoagland. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 54, 1965, 600.
11. D. Fambrough. In "Handbook of Mol. Cytol.", Amsterdam, London, 1969, 437-471.
12. I. Zijan, J. Burdman. *J. Neurochem.*, 21, 1973, 1093.
13. J. Chauveau, J. Mule, c. Roullier. *Exp. Cell Res.*, 11, 1956, 317.
14. D. Sadowski, J. Steiner. *J. Cell Biol.*, 37, 1968, 147.
15. Г. П. Георгиев, Л. П. Ермолаева, И. Б. Збарский. *Биохимия*, 25, 1960, 318.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

А. А. ДЗНЕЛАДЗЕ

ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СПИРТОВОГО ЭКСТРАКТА ЧИСТОЙ  
КУЛЬТУРЫ ГРИБА *PHOMA TRACHEIPHILA*

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 25.11.1974)

В настоящей работе методом абсорбционной, флуоресцентной и ИК-спектрофотометрии исследовались оптические параметры спиртового экстракта фитопатогенного гриба *Phoma tracheiphila*, который, как известно, является возбудителем заболевания «мальсекко» цитрусовых насаждений. Оптические параметры мицелия гриба *Phoma tracheiphila* были исследованы нами ранее [1—5].

Экстракт получали методом спиртовой вытяжки: чистую культуру гриба, выращенного на питательной среде Чапека, выдерживали в течение 2—3 дней в 96% этиловом спирте. Раствор получал бледно-розовую интенсивную окраску. Полученный экстракт фильтровали и анализировали. Спектры абсорбции регистрировали на спектрофотометре фирмы Перкин—Элмар (модель РЕ-402). Флуоресценцию записывали на соответствующем спектрофотометре фирмы Хитачи (модель МРФ-2а). Спектры ИК-абсорбции на UR-10, спектры абсорбции на РЕ-402 и UR-10 снимали с компенсацией. В таких случаях в спектре не должны наблюдаться линии растворителя. Спектры абсорбции (УФ и видимой области) флуоресценции и ИК-поглощения представлены на рис. 1—3.

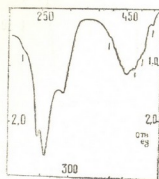


Рис. 1. Спектр абсорбции в УФ- и видимой области

Спиртовой экстракт пигментов мицелия гриба абсорбирует свет в УФ- и видимой части двумя широкополосными максимумами: первый в УФ-области 200—310 нм пиком при 232 нм и второй в фиолетово-зеленой области спектра 350—550 нм пиком при 450 нм. По интенсивности эти максимумы сильно отличаются друг от друга. Коротковолновая (200—310 нм) абсорбция намного, примерно в 4 раза, превосходит интенсивность поглощения света фиолетово-зеленой области. Кроме указанных максимумов, в спектре абсорбции наблюдается также множество пиков. В коротковолновом максимуме пики замечаются при следующих длинах волн: 215; 232; 253; 282 нм, во втором фиолетово-зеленом максимуме — при 450; 466; 478; 496; 509; 542 нм.

В ИК-поглощения наблюдаются интенсивные максимумы поглощения в области  $700\text{--}1000\text{ см}^{-1}$  пиками при  $840$  и  $890\text{ см}^{-1}$ , в области  $1550\text{--}1750\text{ см}^{-1}$  пиком  $1670\text{ см}^{-1}$ , в области  $3550\text{--}3700\text{ см}^{-1}$  пиком  $3600\text{ см}^{-1}$ , широкополосный умеренный по интенсивности максимум  $3050\text{--}3400\text{ см}^{-1}$  пиком  $3130\text{ см}^{-1}$  и широкополосный низкий по интенсивности максимум  $1900\text{--}2400\text{ см}^{-1}$  также широкополосным пиком при  $2120\text{--}2180\text{ см}^{-1}$ .

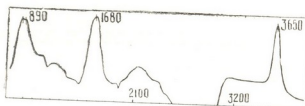


Рис. 2. Спектр ИК-поглощения, снятый в кювете NaCl объемом  $0,05\text{ мл}$  с компенсацией. Режим записи: щель—4, скорость записи — 160, усиление — 1, замедление — 8,3

Спектр флуоресценции пигмента имеет узкополосный ярко выраженный максимум при  $\lambda=538\text{ нм}$  и  $\lambda=558\text{ нм}$ , первый максимум флуоресценции интенсивнее во всех случаях. Спектры действия, снятые по данным максимумов, указывают, что в обоих случаях флуоресценция осуществляется поглощением света УФ- и синей области максимумами при  $260$ ;  $297$ ;  $397$ ;  $423\text{ нм}$ . По интенсивности особо выделяются компоненты УФ-области  $297$  и  $260$ . Спектры действия обоих максимумов флуоресценции по полосам поглощения в УФ-области идентичны, а по интенсивности к  $538\text{ нм}$  энергия мигрирует более высоким показателем.

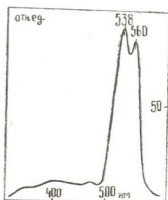


Рис. 3. Спектр флуоресценции, снятый в микрокювете объемом  $0,4\text{ мл}$ . Режим записи: щель возбуждения — 2, флуоресценции — 10, усиление — 2

Анализируя спектры ИК-поглощения соединений (пигменты), экстрагированных спиртом с мицелия гриба, можно заключить, что в них присутствует ароматика. Максимум поглощения при  $1670\text{ см}^{-1}$  указывает на присутствие  $\text{C}=\text{O}$ -связи, широкополосное поглощение в области  $1900\text{--}2350\text{ см}^{-1}$  с максимумом при  $2120\text{ см}^{-1}$  соответствует тройным или кумулированным связям. В соответствии с этими результатами спектр абсорбции в УФ-области «допускает» присутствие ароматики или же соединений типа полиацетиленов (тройная связь). Максимумы поглощения, идентифицированные нами, определенно совпадают с максимумами абсорбции света полиацетиленов, выделенных разными грибами в культуральной среде. Ориентируясь на работы разных авторов [6, 7], наши результаты по абсорбционному анализу в УФ-, видимой и ИК-областях, мы представляем следующим образом: предполагаем, что гриб *Phoma tracheiphila* при выращивании на культуральной





среде вырабатывает соединение типа полиацетилен, весьма возможно полиацетиленовую карбоксилоту, так как максимум при  $1670\text{ см}^{-1}$  соответствует поглощению  $\text{COOH}$ .

Известно, что гриб *Phoma tracheiphila* по мере развития в трахеях растения-хозяина образует гумнообразное вещество, при накоплении которого закупориваются трахеи и нарушаются физиологические нормы метаболических процессов. Химический состав данного вещества, который образуется в трахеях цитрусовых при заражении грибом *Phoma tracheiphila*, пока неизвестен. Гуминовые кислоты составляют основную массу гумусовых веществ. Несмотря на различное происхождение, они имеют общие свойства. Гумусовые вещества в последнее время получили признание как класс высокополимерных соединений [6]. К характерным свойствам соединений этого класса относится присутствие ароматического ядра [8]. В ИК-области гумусовые вещества дают интенсивное поглощение от  $1750$  до  $1600\text{ см}^{-1}$ , которое указывает на наличие  $\text{—C=O}$ ,  $\text{—C=}$  и  $\text{—C=O}$ -связей [7]. Полученный нами максимум поглощения в этой же области для спиртового экстракта чистой культуры гриба позволяет допустить, что данный гриб и в культуральной среде на базе углеводов питательной среды в состоянии вырабатывать или же способствовать образованию из питательной среды ароматического ядра.

В результате проведенной работы можно заключить, что спиртовой экстракт данного гриба является оптически активным, флуоресцирует, наблюдается миграция энергии с коротковолновых максимумов поглощения фоторецепторов к длинноволновым. В спектре флуоресценции даны две узкие и интенсивные полосы флуоресценции пиками  $538$  и  $558\text{ нм}$ . Свет поглощается в УФ интенсивно пиком при  $232\text{ нм}$  и в фиолетово-зеленой области пиком  $450\text{ нм}$ . Поглощение ИК указывает на  $\text{—C}\equiv\text{C—}$  или кумулированную связь, а максимумы поглощения УФ-области, ориентируясь на ИК-поглощение, дают основание предположить наличие полиацетиленового соединения. Методом ИК-спектроскопии также установлена ароматичность экстрагируемого вещества.

В результате анализа спектральных показателей экстракта можно допустить, что экстрагируемое вещество содержит определенную часть гумнообразного вещества, которое может быть синтезировано в данных искусственных условиях и образование и накопление которого имеет место вслед за распространением гриба *Phoma tracheiphila* в организме растения-хозяина.

НИИ защиты растений  
МСХ ГССР

(Поступило 31.11.1975)

ფიტოპათოლოგია

ა. ძნელაძე

სსრკ *PHOMA TRACHEIPHILA*-ს სუფთა კულტურის  
სპირტმშობრატის ოპტიკური პარამეტრები

რეზიუმე

ექსპერიმენტული შედეგებისა და ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე გამოთქმულია აზრი, რომ აღნიშნული სოკო ორგანიზმის სუფთა კულტურა ჩაპეის საკვებ არეზე ზრდის პერიოდში გამოიმუშავებს პოლიაცეტი-



ლენის ტიპის ნივთიერებას. სოკო ორგანიზმის სპირტექსტრაქტის ინფრაწითელ არეში შთანქმის მაქსიმუმები მიუთითებენ ექსტრაქტში არომატიკის არსებობაზე. ექსტრაგირებულ მასას გააჩნია ფლუორესცენციის მკვეთრად ინდივიდუალური სპექტრი, რომელიც განპირობებულია ულტრაიისფერი და ლურჯი არის სინათლის შთანქმით.

დასაშვებია, რომ თავისი სპექტრული მახასიათებლებით ექსტრაგირებულ მასა შეიცავს იმ გუმისმაგვარი ნივთიერების გარკვეულ ნაწილს, რომლის სინთეზსაც აქვს აღვილი სოკო *Phoma tracheiphila*-ს შენარე-პატრონის ორგანიზმში გავრცელების კვალზე.

## PHYTOPATHOLOGY

A. A. DZNELADZE

### OPTICAL PARAMETERS OF THE ALCOHOL EXTRACT PURE CULTURE OF THE FUNGUS *PHOMA TRACHEIPHILA*

#### Summary

A study by the methods of absorption, fluorescence and IR spectrophotometry has shown that the alcohol extract of the title fungus is optically active, i. e. it fluoresces. The migration of energy from the short-wave maxima of the absorption of photoreceptors to long-wave ones is observable. The absorption of the IR region points to  $\text{C}\equiv\text{C}$ , or a cumulated bond and the absorption maxima of UV region, orienting towards IR absorption, gives ground to assume the presence of a polyacetylenic compound. By the method of IR spectroscopy the fragrance of extracting substance is stated.

According to the results of an analysis of the spectral indices of the extract it can be assumed that the substance extracted contains a part that succeeded in synthesizing, under the given artificial conditions, that gum-like substance the formation and accumulation of which takes place after the diffusion of *Phoma tracheiphila* in the host plant organism.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Дзnelადзе. Сб. «Значение консортивных связей в организации биогеоценозов». Пермь, 1975.
2. A. A. Дзnelადзе. Сб. «Биофизика растений». Краснодар, 1974.
3. A. A. Дзnelადзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974.
4. A. A. Дзnelადзе. Труды НИИ защиты растений ГССР, т. 26. Тбилиси, 1974.
5. A. A. Дзnelადзе, Г. С. Қаличава. Сб. «Биофизика растений». Краснодар, 1974.
6. И. В. Александрова. Почвоведение, 12, 1962.
7. А. Дункан и др. Применение спектроскопии в химии. М., 1959.
8. М. М. Кононова. Проблема почвенного гумуса и современная задача его изучения. М., 1951.



ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Э. Ш. КВАВАДЗЕ, И. Я. ЭЛИАВА

НОВЫЙ ВИД НЕМАТОДЫ *DICELIS IVERICUS* SP. NOV.  
(*DRILONEMATIDAE*) ИЗ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ — ЭНДЕМИКА  
ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 14.11.1974)

В 1969—1971 гг. при изучении и описании нового вида дождевых червей *Allolobophora iverica* Kvavadze, 1973 [1] в полости тела этого дождевого червя были обнаружены личинки нематоды, определенной как *Dicelis* sp.. В последующем, с декабря 1972 г. по декабрь 1973 г., нами ежемесячно собирался материал по указанному выше амфибиотному виду дождевого червя. В полости тела этого вида удалось обнаружить половозрелых самок нематод и личинок (самцы не обнаружены). На основании изучения их морфологии было установлено, что это новый вид рода *Dicelis*. Описание его дается ниже.

*Dicelis ivericus* sp. nov. Kvavadze et Eliava

Хозяин—*Allolobophora iverica* Kvavadze, 1973.

Локализация — полость тела, начиная с VI сегмента до последних сегментов; особенно много в области семенных пузырьков (от IX до XII сегмента).

Место обнаружения — Зедазени Мцхетского района (Восточная Грузия).

Интенсивность инвазии — от 10 до 180 экземпляров.

Экстенсивность инвазии — 100%.

20 самок. Длина =  $1,653 \pm 0,111$  мм; ширина =  $0,05 \pm 0,008$  мм; длина пищевода =  $0,092 \pm 0,005$  мм; диаметр фазмид =  $0,02 - 0,028$  мм;  $a=26,55-61,03$ ;  $b=14,72-22,07$ ;  $c=8,21-12,62$ ;  $v=48,16-70,40\%$ .

Голотип: Длина = 1,644 мм; ширина = 0,058 мм; длина пищевода = 0,089 мм; диаметр фазмид = 0,021 мм;  $a=28,3$ ;  $b=18,9$ ;  $c=9,9$ ;  $v=54,8\%$ .

Тело стройное; передний конец довольно широкий и тупоокругленный; задний — суженный. Ротовое отверстие окружено округлыми губами. Ротовая полость узкая, со склеротизированными стенками. Амфиды крупные, округлые; их диаметр больше 2/3 соответствующей ширины тела; расположены чуть позади ротовой полости, на расстоянии одного головного диаметра от переднего конца тела.

Пищевод короткий, слегка булабовидный, разделен на две части слабой перетяжкой. Нервное кольцо расположено в передней части пищевода. Между пищеводом и кишечником не обнаружено четко выраженного клапана. Выделительная пора расположена в 6—7 диаметрах тела от переднего конца; стенки выделительного канала заметно

утолщены. Кишечник широкий, его клетки гранулированы; кишечник в начале образует слабое зубовидное расширение, выраженное не у всех особей.

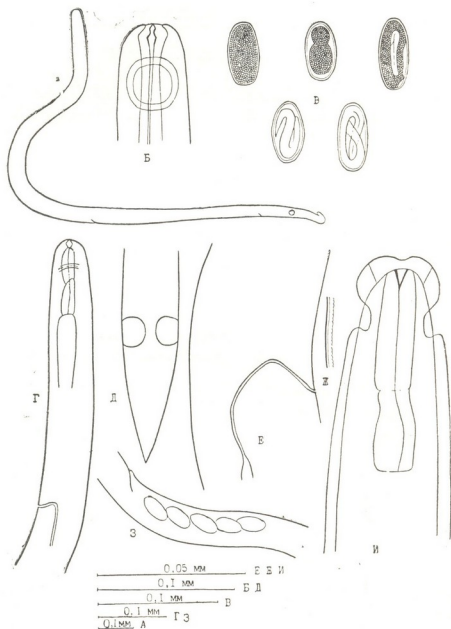


Рис. 1. *Dicelis ivericus* sp. nov. Kavadze et Eliava: А—общий вид, Б—головной конец, В—яйца на различных стадиях развития, Г—передний конец тела, Е—выделительный канал, Ж—кутикула в середине тела, З—расположение яиц в матке, И—лицевод

Репродуктивная система непарная; вульва поперечная, матка амфидельфная, дивергентная; от передней метки отходит полностью сформированная ветка гонады, которая тянется вперед на уровне 7—8 диаметров тела от переднего конца загибается назад к вульве и тянется до ануса ниже; задняя матка образует поствульварную сумку, длина которой равна диаметру тела. В матках спермии не обнаружены. В передней матке обычно расположено 1—2 яйца, лишь в отдельных сам-

ках находили до 6 яиц. В задней матке яйца ни разу не были отмечены. Яйца обнаружены не только в половых путях самок, но и в полости тела дождевого червя. Величина яиц  $0,065-0,081 \times 0,029-0,038$  мм.

Хвост конический, с заостренным или тонко округленным терминусом, довольно длинный, до 6—8 анальных диаметров, прямой, иногда, после приготовления временных глицериновых препаратов, изогнут. На уровне середины хвоста, по бокам, расположены округлые, крупные фазмиды, диаметр которых равен  $2/3$  соответствующей ширины хвоста.

Дифференциальный диагноз: описанный нами вид *Dicelis ivericus* sp. nov. по форме тела, строению пищевода, кишечника и репродуктивной системы близок к *Dicelis filaria* Dujardin, 1845 (по описанию Вюлкера [2]) и *Dicelis Kurashvili* Kakulia et Kvavadze, 1974 [3]. от первого он отличается рядом признаков: 1) тело короче (у *D. filaria* больше 4 мм); 2) ротовая полость более развита (у *D. filaria* еле заметна); 3) пищевод несколько булабовидный, со слабой перетяжкой (у *D. filaria* цилиндрический, без перетяжки); 4) нервное кольцо расположено в передней трети пищевода (у *D. filaria* чуть позади середины); 5) самцы не обнаружены (у *D. filaria* самцы имеются); 6) хозяином нового вида является *Allolobophora iverica* Kvavadze, 1956 (для *D. filaria*—*Kumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843.).

От второго вида отличается следующими признаками: 1) тело короче (у самок *D. kurashvili* около 4 мм); 2) амфиды округлые (у *D. Kurashvili* овальные); 3) хвост конический, суживающийся, с заостренным или тупо-округленным терминусом (у *D. Kurashvili* тупо-конический с широко-округлым терминусом); 4) нервное кольцо в передней части пищевода (у *D. Kurashvili* чуть позади середины); 5) самцы не обнаружены (у *D. Kurashvili* самцы описаны); 6) хозяином описанного нового вида является *Allolobophora iverica* Kvavadze, 1973 (для *D. Kurashvili*—*Dendrobaena Kurashvili* Kvavadze, 1971).

Материал по *Dicelis ivericus* sp. nov. хранится в Институте зоологии АН Грузинской ССР—пробирки "Д" № 2—11.

Заметка по экологии *Dicelis ivericus* sp. nov.: новый вид обнаружен только в одном виде дождевых червей—*A. iverica*, хотя в роднике и в прилегающих участках, во влажной почве вместе с указанным дождевым червем обнаружены еще и другие виды: *D. schmidt*, *D. veneta*, *D. byblica*, *D. rubida*, *f. tenuis*, *Eisenia foetida* и *Eiseniella tetraedra f. typica*. Это позволяет предположить, что описанная нематода специфична для *A. iverica*, который инвазирован в течение круглого года. С июля по октябрь в полости тела дождевого червя встречаются как половозрелые самки, так и личинки, в остальное время—лишь личинки.

ა. შავაძე, ი. ელიავა

ნემატოდის ახალი სახეობა *DICELIS IVERICUS* SP. NOV.  
(DRILONEMATIDAE) საქართველოს ენდემური ზიანქელადას

რეზიუმე

აღწერილია ნემატოდის ახალი სახეობა *Dicelis ivericus* sp. nov. Kva-  
vadze et Eliava ენდემური ჰიამილადას — *Allolobophora iverica* Kva-  
vadze, 1973. ახალი სახეობა მორფოლოგიური ნიშნებით უახლოვდება *Dicelis filaria*  
Dujardin, 1845 და *Dicelis Kurashvili* Kakulia et Kva-  
vadze, 1974, მაგრამ  
მათგან განსხვავდება სხეულის სიგრძით, სტომისა და საყლაპავის აგებულე-  
ბით და ზოგიერთი ეკოლოგიური თავისებურებით.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

E. Sh. KVAVADZE, I. I. ELIAVA

A NEW SPECIES OF NEMATODE *DICELIS IVERICUS* SP. NOV.  
(DRILONEMATIDAE) FROM THE GEORGIAN  
ENDEMIC EARTHWORM

Summary

A new species *Dicelis ivericus* Kva-  
vadze et Eliava from the Georgian  
endemic amphibious earthworm *Allolobophora iverica* Kva-  
vadze, 1973 is de-  
scribed. The new nematode resembles *Dicelis filaria* Dujardin, 1845 and  
*Dicelis Kurashvili* Kakulia et Kva-  
vadze, 1973 in terms of the length of  
body structure of the stoma and esophagus, and some ecological peculiarities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Ш. Кваваძე. Зоол. ж., 52, вып. 7, 1973, 1077—1080.
2. G. Wülker. Arch. f. Schiffs u. Tropenhygiene, 30, 1926, 610-623.
3. Г. А. Какулия, Э. Ш. Кваваძე. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 205—207.



Н. М. ГИОРГБИАНИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ ГИДРОЛИЗА ПРИ ОКРАСКЕ ПО ФЕЛЬГЕНУ РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 12.11.1974)

Рядом авторов отмечалось, что при одинаковых условиях интенсивность окраски хроматина по Фельгену нередко оказывается различной для разных тканей [1—5].

Путем снятия растянутых во времени кривых гидролиза было показано, что гидролиз хроматина имеет два максимума, соответствующих, по-видимому, эу- и гетерохроматину [6]. Поскольку очевидно, что их соотношение в ядрах клеток может меняться в зависимости от фазы клеточного цикла, а также от уровня дифференцировки, этот факт заставляет усомниться в правильности ответа о содержании ДНК в ядрах при обычной методике окраски по Фельгену (при одном времени гидролиза) [5].

В то же время представляется возможным при снятии полных кривых гидролиза не только получить неискаженный ответ о содержании ДНК в ядрах, но и проследить за изменением его физического состояния в некоторых условиях. Целью данной работы и была проверка этого положения.

В эксперименте использовали крыс-самцов весом 115—120 г. Животных забивали декапитацией и извлекали почку и семенник. До забоя из хвостовой вены брали кровь. Части животных произвели одностороннюю нефрэктомии. Животных на 26-й час забивали, удаленную почку использовали для контроля. Проводили гидролиз препаратов, окрашенных по Фельгену, в 1N HCl при 37° в течение 1,5 часов с интервалами 5 минут. Фотометрировали одноволновым методом двух площадей [6]. Каждая точка кривой гидролиза снята по средним из 30 ядер.

На рис. 1 приведены кривые гидролиза для ядер почечной ткани (I), лимфоцитов крови (II) и сперматид (III) крыс.

Кривые I и II имеют двухвершинный вид с максимумами  $13,9 \pm 0,4$  (кривая I) и  $10,3 \pm 0,4$  (кривая II) на 20—25-й минутах гидролиза и  $10,3 \pm 0,4$  (кривая II) и  $8,8 \pm 0,2$  (кривая I) на 60—70-й минуте гидролиза.

Кривая III не имеет явно выраженных максимумов, интенсивность окраски ядер сперматид медленно растет в течение первых 30 минут, достигая максимального значения  $7,0 \pm 0,4$ , и позже с увеличением времени гидролиза не изменяется.

Анализ кривых, представленных на рис. 1, показывает, что ядра почечной ткани и лимфоцитов периферической крови содержат хроматин в двух различных состояниях, по-разному «поддающийся» кислотному гидролизу.

Если за количество ДНК в ядрах принять сумму интенсивностей окраски в первом и во втором максимумах кривых гидролиза, то ока-



жется, что для ядер почечной ткани количество ДНК в относительных единицах равно  $22,7 \pm 1,1$ , а для лимфоцитов  $20,6 \pm 1,1$ . В пределах ошибок эти два значения оказываются равными, что согласуется с тем фактом, что эти два типа ядер имеют одинаковую плоидность. Однако это значение не вдвое, а почти втрое превышает количество ДНК в гаплоидных ядрах сперматид ( $7,0 \pm 0,4$ ). Возможно, это объясняется наличием метаболической ДНК [7], однако полученные данные недостаточны для обсуждения этого предположения.

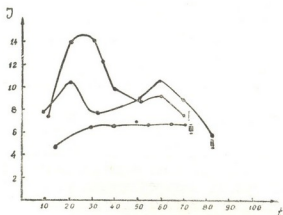


Рис. 1. Кривые кислотного гидролиза для ядер клеток почки (I), лимфоцитов крови (II) и сперматид (III):  $J$  — интенсивность окраски ядер, окрашенных по Фельгену (отн. ед.),  $t$  — длительность гидролиза (мин)

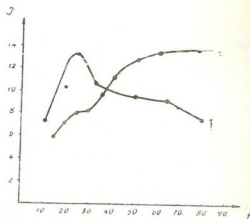


Рис. 2. Кривые кислотного гидролиза для ядер клеток извлеченной почки (контроль I) и для ядер клеток почки после односторонней нефрэктомии (II)

На рис. 2 приведены кривые гидролиза для ядер почечной ткани в нормальном состоянии (I) и для ядер почечной ткани тех же крыс на 26-й час после нефрэктомии (II).

На основании того, что два максимума интенсивности соответствуют двум состояниям хроматина, анализ кривых I и II на рис. 2 показывает, что соотношение первого и второго состояний хроматина меняется в зависимости как от уровня дифференцировки ткани (рис. 1, I и II), так и от функционального состояния клеток одной и той же ткани (рис. 2, I и II).

Если допустить, что первое состояние хроматина (первый максимум) — это эу-, а второе (второй максимум) — гетерохроматин [6], то такая «гетерохроматинизация» клетки в пресинтетический период (26-й час после операции) остается на данном этапе исследования необъяснимой.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной  
 морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 14.11.1974)

## 6. გიორგობიანი

 ჰიდროლიზის მრუდების შესწავლა სხვადასხვა  
 ქსოვილის ფაზებით შეღებვისას

## რეზიუმე

ჰიდროლიზის მოდელური მრუდების საშუალებით შესწავლილია ქრომატინის ორი მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ ქრომატინის I და II მდგომარეობის შეფარდების ცვლილება დამოკიდებულია როგორც ქსოვილის დიფერენცირების დონეზე, ისე ერთი და იგივე ქსოვილის უჯრედების ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

## CYTOLOGY

N. M. GIORGOBIANI

## HYDROLYSIS CURVES OF FEULGEN STAINING

## Summary

The feasibility of cytophotometric determination of chromatin forms in the nuclei of different tissues has been studied. It is shown that measurements involving only one hydrolysis period cannot give a comprehensive picture of DNA content and state of chromatin.

On the other hand, estimation of the results yielded by hydrolysis curves permits to record changes in chromatin states related to the level of the functional activity of nuclei.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Маршак, В. Я. Бродский, И. В. Урываева. Онтогенез, т. I, № 4, 1970, 421—427.
2. G. C. Fontaine, F. I. Swartz. J. Cell Phys, vol. 80, 2, 1972.
3. В. Зандриттер. Сб. «Введение в количественную цитохимию». М., 1969, 139—153.
4. A. Garcia. Introduction to Quantitative Cytochemistry 11, 1970, 153—168.
5. Н. В. Козлова, М. И. Маркозашвили, Г. Д. Туманишвили. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974, 717—720.
6. А. Гарсия и Р. Иорио. Сб. «Введение в количественную цитохимию». М., 1969, 196—201.
7. T. C. Appleton, S. R. Reic, M. U. Farbit. J. Cell Sci., vol. 5, 1, July, 1969.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. А. ЧУРАДZE

ОБ ИЗМЕНЕНИИ СИНАПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРИ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ АЛЛЕРГИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 11.12.1974)

Нами подробно изучены патоархитектонические, гистохимические и субмикроскопические изменения в центральной нервной системе экспериментальных животных при различных видах аллергии (сенсibilизация, пневмония, пневмония, протекающая на фоне предварительной сенсibilизации [1—11]. Показано, что синаптические пузырьки, присутствующие в терминалях, различны при отмеченных выше патологиях [12] и т. д. В предлагаемом исследовании поставлена цель изучить синаптические структуры при различных видах аллергии методом Кахала.

Материал представлен 45 случаями и состоит из трех групп по 15 кроликов в каждой. Сенсibilизация вызывалась путем подкожного введения лошадиной сыворотки 3 раза в количестве 0,5 и 1 и 1,5 мл (I группа). Пневмония вызывалась путем интратрахеального введения микробной стафилококковой культуры (II группа). В III группе опытов на фоне сенсibilизации вызывалась пневмония. Материал фиксировался в 70% пиридине, резался на замораживающем микротоме и импрегнировался серебром по методу Кахала.

Рис. 1. I группа наблюдений. Экспериментальная сенсibilизация. Случай 6. Заснят участок из области неспецифических образований продолговатого мозга. Видна неоднородная импрегнация тела нейрона и особенно его дендрита. На теле клетки и особенно по ее краям выявляется много синаптических комплексов. Синаптические образования набухшие, слабо переимпрегнированы. Особенно много синаптических образований отмечается в корне дендрита (передендритические образования). Импрегнация серебром по Кахалу. Микрофотограмма. Ув.  $10\times 1$ ,  $25\times 100$



Изучение материала показывает, что синаптические образования в I группе опытов набухшие, слабо переимпрегнированы. Особенно много набухших синаптических образований отмечается в корне дендрита. Форма синаптических образований различна, в основном они представлены в виде колец, булав и т. д. От них отходят аргентофильные нити, далеко просматривающиеся в микроскопе.

Во II группе опытов количество синаптических образований резко уменьшено, они в основном сморщены, резко переимпрегнированы. Нити, отходящие от колец, просматриваются на небольшом расстоянии. На препарате отмечается много гомогенно окрашенных синаптических колец.

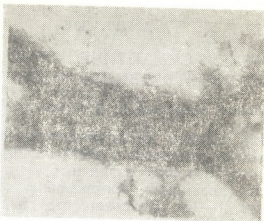


Рис. 2. II группа опытов. Экспериментальная пневмония. Случай 11. Заснят участок из области передних рогов спинного мозга. На микрофотограмме виден корень дендрита. По краям его выявляются отдельные интенсивно импрегнированные, сморщенные (в основном представленные в виде длинных темных тяжей) синаптические образования. Количество их небольшое. Импрегнация серебром по Кахалу. Микрофотограмма. Ув.  $10 \times 1$ ,  $25 \times 1000$

Изучение материала III группы опытов показывает, что количество синаптических образований здесь больше, они слабо набухшие, неоднородно импрегнированы. Особенно много синаптических образований на теле клетки.



Рис. 3. III группа наблюдения. Экспериментальная пневмония, протекающая на фоне сенсibilизации. Случай 8. Заснят участок из области неспецифических образований продолговатого мозга. На фоне неоднократно импрегнированного тела клетки видны синаптические образования (кольца булавки). Они набухшие и аргентофильные. Количество их большое. Импрегнация серебром по Кахалу. Микрофотограмма. Ув.  $10 \times 1$ ,  $25 \times 100$

Можно считать, что различные виды аллергии различно влияют на количество и структуру синаптических образований. Если при сенсibilизации число их резко увеличено и они набухшие, а при пневмонии количество уменьшено, то при пневмонии, протекающей на фоне предварительной сенсibilизации, количество их резко возрастает, особенно на теле клетки: отмечается много набухших синаптических образо-

ვანი. Распределение и характер синаптических образований связаны с функцией клеток. Если в I группе опытов она повышена, то во II снижена. В III группе опытов вновь имеет место усиление функции нейрона.

Институт психиатрии  
им. М. М. Асатиани  
МЗ ГССР

Институт педиатрии  
МЗ ГССР

(Поступило 12.12.1974)

ექსპერიმენტული მორფოლოგია

თ. ჭურაძე

სინაფსური სტრუქტურების ცვლილების შესახებ  
სხვადასხვა სახის ალერგიის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია სინაფსური სტრუქტურები ალერგიის სხვადასხვა სახის დროს. მასალის შესწავლით დადგინდა, რომ ექსპერიმენტული სენსიბილიზაციის დროს სინაფსური წარმონაქმნები განიცდიან გაჯირჭვებას და ფორმის შეცვლას. მათი რაოდენობა მკვეთრად მთავრდება. პნევმონიის დროს სინაფსური წარმონაქმნები მკვეთრად მცირდება, ხოლო ექსპერიმენტული სენსიბილიზაციის ფონზე მიმდინარე პნევმონიის დროს მათი რაოდენობა საგრძნობლად მატულობს, განსაკუთრებით უჯრედის სხეულზე. ბევრია გაჯირჭვებულ სინაფსური სტრუქტურა.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

T. A. CHURADZE

ON THE CHANGES OF SYNAPTIC STRUCTURES IN VARIOUS  
KINDS OF ALLERGY

Summary

Synaptic structures in various kinds of allergy have been studied. Analysis of the data obtained shows that synaptic formations under conditions of induced sensibilization increase in size and are of various shape, appearing mainly as rings or clubs. In the case of pneumonia the number of synaptic formations is noticeably smaller; if, however, pneumonia develops against the background of preceding sensibilization, the number of such formations shows a sudden increase—especially so on the cell body; many swollen synaptic formations are also observable.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Чурадзе. Тез. докл. объед. пленума Всесоюзной проблемной комиссии «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М. 1972, 47.

2. Б. Р. Нанеишвили, Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 66, № 1, 1972, 213.
3. Т. А. Чурадзе, Зиг. А. Зурабашвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972, 233.
4. Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973, 212.
5. Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Тез. докл. конфер. «Конвергенция и синепсия». Тбилиси, 1973, 92.
6. Б. Р. Нанеишвили, Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Материалы IX Всесоюз. конфер. по электронной микроскопии. М., 1973, 189.
7. Т. А. Чурадзе. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1973, 56.
8. Т. А. Чурадзе. Тез. докл. V конфер. по анат., гист. и эмбриол. София, 1973, 69.
9. Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973, 217.
10. Т. А. Чурадзе, Б. Р. Нанеишвили, Зиг. А. Зурабашвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973, 721.
11. Т. А. Чурадзе, Зиг. А. Зурабашвили. Ж. «Сабчота медицина», № 1, 1974, 23.
12. Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 3, 1974, 721.





ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ГРАНУЛЯРНЫЙ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ РЕТИКУЛУМ  
РЕГЕНЕРИРУЮЩЕГО СУХОЖИЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 20.10.1974)

Гранулярный эндоплазматический ретикулум (ГЭР) играет исключительно важную роль в жизнедеятельности клетки, особенно в биосинтезе специфических белков [1—4].

В современной литературе практически отсутствуют данные об ультраструктуре ГЭР тенобластов при трансплантации сухожилий. Имеются лишь общие сведения о субмикроскопической организации сухожильных клеток в культуре ткани [3], в эмбриогенезе [4] или при повреждении сухожилия [5].

Нами изучен ГЭР регенерирующего сухожилия 30 кроликов при ауто- (10), гомо- (20), гетеро- (20) и аллотенопластике (10) на ахилловых сухожилиях в различные сроки после операции — от 3 дней до 2 лет. Материал изучался методами электронной микроскопии, иммуноморфологии (флуоресцирующих антител) и обычными методами гистологического исследования. Подробное описание методик дано в наших предыдущих работах [6].

Собственные исследования показали, что в первые 3 дня после всех перечисленных видов тенопластики в пролиферирующих клетках ГЭР слабо развит. Редкие структуры его расположены беспорядочно и разрозненно. Морфологические особенности ГЭР свидетельствуют о том, что эта органелла находится в функционально неактивном состоянии. Это подтверждается и отсутствием специфического свечения при инкубации срезов с моноспецифической антиколлагеновой сывороткой, меченой изотиоцианатом флуоресцеина.

В срок 7—21 день после пластики на высоте неофибриллогенеза в регенерате привлекает внимание избытие секреторирующих тенобластов с высокоорганизованным ГЭР. Суммарная площадь мембран ГЭР увеличивается. Канальцы и цистерны его расположены параллельными, концентрическими или спиральными рядами. Поверхность их покрыта электронноплотными частицами — рибосомами в виде полисом, цепочек, розеток или звездочек (рис. 1). Рабочее состояние этих клеток можно оценить как гиперфункциональное. ГЭР в тесном контакте с рибосомами, ядром, митохондриями, аппаратом Гольджи и лизосомами создает единую систему, интенсивно вырабатывающую специфические белки на «экспорт». Об активной роли ГЭР в биосинтезе белков свидетельствует его морфологическая характеристика.

Рибосомы проникают внутрь цистерн ГЭР и активно участвуют в образовании нежнофибрилярной субстанции коллагеновой природы. Об этом говорит специфическое свечение ее при инкубации срезов с моноспецифической антиколлагеновой сывороткой.

В период 1—2 месяца после пластики тенобласты в соответствии с их функциональным напряжением характеризуются многообразием

субмикроскопической организации и прежде всего архитектоники ГЭР. В менее зрелых теноблестах ГЭР представлен большим количеством длинных канальцев, с многочисленными прикрепленными рибосомами. В более зрелых теноблестах преобладают гладкие профили ГЭР. Встречаются тенобласты с круглыми и мелковезикулярными компонентами ГЭР. Чаще в системе ГЭР появляются лакунообразные расширения канальцев. Последние в дальнейшем превращаются в гигантские цистерны и обширные озера. В этот период становления регенерата вся система ГЭР переполнена коллагеновыми массами и субфибриллами (рис. 2).

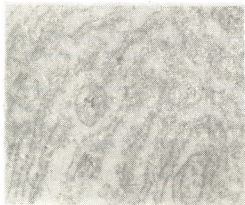


Рис. 1. ГЭР теноблеста через 7 дней после аутопластики. Электроннограмма ( $\times 56\,000$ )

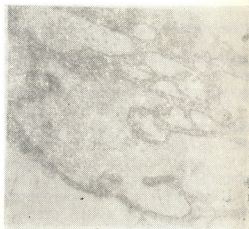


Рис. 2. Гигантские цистерны ГЭР заполнены нежнотфибрилярной коллагеновой субстанцией через 10 дней после гемопластики. Электроннограмма ( $\times 56\,000$ )

Содержимое эндоплазматического ретикулума выводится в межклеточное пространство путем прямого общения с цитоплазматической мембраной, через поры клеточной мембраны (мерокринный тип секреции) или путем отрыва аппикальной части теноблеста (аппокринный тип). Довольно часто система ГЭР с накопленными в ней коллагеновыми массами полностью выходит в межклеточное пространство (галокринный тип секреции, рис. 3). После экспорта коллагена профили ГЭР разрушаются, а из транспортируемой ими субстанции в межклеточном веществе формируются коллагеновые фибриллы с характерной поперечной исчерченностью и специфическим свечением.

В срок 3—6 месяцев после тенопластики трансплантаты замещаются новообразованной сухожильной тканью. В регенерате, наряду с активно секреторными теноблестами, наблюдаются высокодифференцированные сухожильные клетки — теноциты и переходные между ними формы. Соответственно с понижением потребности в специфических белках меняется характер организации ГЭР. В зрелых сухожильных клетках канальцы ГЭР расширены и заполнены низкоэлектронноплотным нежнотфибрилярным материалом.

В дальнейшем (1—2 года после пластики) архитектура ГЭР клеточных элементов регенерата ничем не отличается от таковой тенобластов и теноцитов нормального сухожилия. В зрелых теноблестах регенерата ГЭР состоит из агранулярных, сильно осмиофильных мембран. Расширенные цистерны образуют замкнутые петли различной

формы (треугольник, ромб, полигональной и т. д.). Эти морфологические особенности ГЭР отражают пониженную секреторную функцию тенобластов (рис. 4).

В теноцитах с продолговатым ядром, с затухающей секреторной деятельностью, вместе с другими органеллами ГЭР претерпевает декомпозицию, профили его теряют очертания и расплавляются. В теноцитах же, закончивших весь цикл развития, цитоплазма узкой каемкой окружает ядро, ГЭР редуцирован.



Рис. 3. ГЭР транспортирует в межклеточное пространство коллагеновых белков и субфибрилл через 21 дней после аллопластики. Электроннограмма ( $\times 46\,000$ )



Рис. 4. ГЭР неактивно секретирующего тенобласта через год после аутопластики. Электроннограмма ( $\times 56\,000$ )

Несмотря на недостаточность прямых данных о биосинтезе специфических белков на субмикроскопическом уровне, наши исследования позволяют допустить, что ГЭР тенобластов регенерирующего сухожилия является местом синтеза коллагена. Свидетельством этого можно считать морфологические особенности ГЭР на каждом определенном этапе развития регенерата и специфическое свечение синтезируемой в системе ГЭР субстанции, обнаруженное иммуноморфологическим методом, с помощью которого возможно регистрировать даже минимальное количество коллагена.

То, что в ГЭР происходит биосинтез специфических белков, подтверждается данными электронноавтордиографии. С помощью этого метода обнаружено, что  $C^{14}$ -лейцин более активно включается в рибосомы, связанные с мембранами ГЭР [7]. При этом меченые аминокислоты в полости ГЭР попадают уже через 3 минуты после введения радиоактивного вещества [8]. Прослежено перемещение белков, синтезированных в ГЭР, в системе АГ клеток поджелудочной железы [9, 10], печени [11, 12], лимфоцитов [13], миелоцитов, костного мозга [14], клеток островков Лангерганса [15].

Что же касается способов транспортировки специфических белков, мы вправе утверждать, что в условиях тенопластики синтезируемые во всех популяциях ГЭР коллагеновые белки и субфибриллы транспортируются непосредственно в межклеточное пространство компонентами эндоплазматического ретикулума или целой системой ГЭР.



субмикроскопической организации и прежде всего архитектоники ГЭР. В менее зрелых тенобластах ГЭР представлен большим количеством длинных канальцев, с многочисленными прикрепленными рибосомами. В более зрелых тенобластах преобладают гладкие профили ГЭР. Встречаются тенобласты с круглыми и мелкоvesикулярными компонентами ГЭР. Чаще в системе ГЭР появляются лакунообразные расширения канальцев. Последние в дальнейшем превращаются в гигантские цистерны и обширные озера. В этот период становления регенерата вся система ГЭР переполнена коллагеновыми массами и субфибриллами (рис. 2).



Рис. 1. ГЭР тенобласта через 7 дней после аутопластики. Электроннограмма ( $\times 56\ 000$ )



Рис. 2. Гигантские цистерны ГЭР заполнены нежюфибрилярной коллагеновой субстанцией через 10 дней после гемопластики. Электроннограмма ( $\times 56\ 000$ )

Содержимое эндоплазматического ретикулума выводится в межклеточное пространство путем прямого общения с цитоплазматической мембраной, через поры клеточной мембраны (мерокринный тип секреции) или путем отрыва аппикальной части тенобласта (аппокринный тип). Довольно часто система ГЭР с накопленными в ней коллагеновыми массами полностью выходит в межклеточное пространство (галокринный тип секреции, рис. 3). После экспорта коллагена профили ГЭР разрушаются, а из транспортируемой ими субстанции в межклеточном веществе формируются коллагеновые фибриллы с характерной поперечной исчерченностью и специфическим свечением.

В срок 3—6 месяцев после тенопластики трансплантаты замещаются новообразованной сухожильной тканью. В регенерате, наряду с активно секреторирующими тенобластами, наблюдаются высокодифференцированные сухожильные клетки — теноциты и переходные между ними формы. Соответственно с понижением потребности в специфических белках меняется характер организации ГЭР. В зрелых сухожильных клетках канальцы ГЭР расширены и заполнены низкоэлектронноплотным нежюфибрилярным материалом.

В дальнейшем (1—2 года после пластики) архитектура ГЭР клеточных элементов регенерата ничем не отличается от таковой тенобластов и теноцитов нормального сухожилия. В зрелых тенобластах регенерата ГЭР состоит из агранулярных, сильно осмиофильных мембран. Расширенные цистерны образуют замкнутые петли различной



формы (треугольник, ромб, полигональной и т. д.). Эти морфологические особенности ГЭР отражают пониженную секреторную функцию тенобластов (рис. 4).

В теноцитах с продолговатым ядром, с затухающей секреторной деятельностью, вместе с другими органеллами ГЭР претерпевает декомпозицию, профили его теряют очертания и расплавляются. В теноцитах же, закончивших весь цикл развития, цитоплазма узкой каемкой окружает ядро, ГЭР редуцирован.



Рис. 3. ГЭР транспортирует в межклеточное пространство коллагеновых белков и субфибрилл через 21 дней после аллопластики. Электроннограмма ( $\times 46\,000$ )



Рис. 4. ГЭР неактивно секретирующего тенобласта через год после аутопластики. Электроннограмма ( $\times 56\,000$ )

Несмотря на недостаточность прямых данных о биосинтезе специфических белков на субмикроскопическом уровне, наши исследования позволяют допустить, что ГЭР тенобластов регенерирующего сухожилия является местом синтеза коллагена. Свидетельством этого можно считать морфологические особенности ГЭР на каждом определенном этапе развития регенерата и специфическое свечение синтезируемой в системе ГЭР субстанции, обнаруженное иммуноморфологическим методом, с помощью которого возможно регистрировать даже минимальное количество коллагена.

То, что в ГЭР происходит биосинтез специфических белков, подтверждается данными электронноавтордиографии. С помощью этого метода обнаружено, что  $C^{14}$ -лейцин более активно включается в рибосомы, связанные с мембранами ГЭР [7]. При этом меченые аминокислоты в полости ГЭР попадают уже через 3 минуты после введения радиоактивного вещества [8]. Прослежено перемещение белков, синтезированных в ГЭР, в системе АГ клеток поджелудочной железы [9, 10], печени [11, 12], лимфоцитов [13], миеоцитов, костного мозга [14], клеток островков Лангерганса [15].

Что же касается способов транспортировки специфических белков, мы вправе утверждать, что в условиях тенопластики синтезируемые во всех популяциях ГЭР коллагеновые белки и субфибриллы транспортируются непосредственно в межклеточное пространство компонентами эндоплазматического ретикулума или целой системой ГЭР.

Сходные данные были получены при изучении плазматических клеток животных, подвергшихся радиации [2].

Институт травматологии и ортопедии  
 МЗ ГССР

(Поступило 8.12.1974)

მაკაპარიმენტული მორფოლოგია

ა. შვიდობაძე

მორბენირე მუხის გრანულარული ენდოპლაზმური  
 რეტისკულუმი  
 რეზიუმე

ელექტრონული მიკროსკოპიისა და იმუნომორფოლოგიის (ფლოუორეს-  
 ცირებული ანტისხეულების) მეთოდით შესწავლილია ტენობლასტების გრანუ-  
 ლარული ენდოპლაზმური რეტისკულუმის (ბმრ) მდგომარეობა აუტო-, ჰომო-,  
 პეტერო- და ალოტენობლასტიკის სხვადასხვა ვადებში.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

## GRANULAR ENDOPLASMIC RETICULUM OF A REGENERATING TENDON

Summary

The functional morphology of the granular endoplasmic reticulum (GER) of tenoblasts in auto-, homo-, hetero-, and allo tenoplastics has been studied by the methods of electron microscopy and immunomorphology (fluorescent antibodies).

The GER over its entire population, was found to be the locus of the biosynthesis of collagen proteins and subfibrills. However, this process is of varying intensity, being maximal in the initial phases of regenerate formation (5 to 60 days after plastics) and subsequently diminishing. The degree of the functional activity of the GER accounts for the polymorphism of this organelle. The GER not only produces but also transports specific proteins into the intercellular space.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Бродский. Трофика клетки. М., 1966.
2. И. Б. Токин. Архив анат., гист. и эмбр., 60, 1, 1971.
3. K. R. Porter. Jr. Foundation, New York, 1951.
4. Jackson-Fitton. Proc. Roy. Soc. Med. London S. B., 144, 1956.
5. R. Peach, G. Williams, J. Chapman. The Am. J. Pathol. 38, 4, 1961.
6. M. V. Mshvidobadze. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
7. P. Siekevitz, G. E. Palade. J. Biophys. Biochem., Cytol., 5, 1, 1959.
8. J. D. Jamisson, G. E. Palade. J. Cell Biol., 34, 1967.
9. L. G. Caro, G. E. Palade. J. Cell Biol., 20, 1964.
10. H. E. Van Heyningen. Anat. Rec., 148, 1964.
11. C. Ashlej, T. J. Peters. J. Cell Biol., 43, 1969.
12. B. C. Droz. R. Acad. Sci., 262, 1966.
13. S. L. Clark. Am. J. Anat., 119, 1966.
14. M. Fedorko, J. J. Hirsch. J. Cell Biol., 29, 1966.
15. S. L. Howell, M. Kostianovsky, P. E. Lacy. J. Cell Biol., 42, 1969.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Г. ПЕРАДЗЕ

### ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЛОДА У БОЛЬНЫХ С НЕФРОПАТИЕЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ИХ ГОМК И МАННИТОЛОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 18.12.1974)

В последнее десятилетие в акушерстве большое внимание уделяется влиянию тех или иных медикаментозных средств, применяемых у беременных, на состояние внутриутробного плода и новорожденного [1—4].

Нами предложен комплексный метод лечения нефропатии беременных с включением ГОМК (20 мл 20% р-ра) и маннитола (200 мл 10% р-ра). Поставлена задача определить влияние ГОМК и маннитола на состояние внутриутробного плода с помощью прямой электрокардиографии плода. Данный метод с помощью электродов, наложенных непосредственно на предлежащую часть плода, дает возможность получить полноценную ЭКГ плода со всеми четкими комплексами, изолированную от ЭКГ матери [5, 6].

ЭКГ снимались на восьмиканальном поликардиографе системы «Галиллео». На головке рождающегося плода бипаристально фиксировались два электрода, проводники которых были заключены в полиэтиленовые трубки и соединены с электрокардиографом. Электроды фиксировались на головке плода с помощью вакуум-аппарата.

Зарегистрированы и расшифрованы электрокардиограммы плода у 18 рожениц при лечении нефропатии ГОМК и маннитолом в родах. Использовался также фазовый анализ. Результаты фазового анализа сердечной деятельности внутриутробного плода представлены в табл. 1.

Приведенные данные совпадают в литературных [7].

Как видно из таблицы, ГОМК и маннитол не влияют на основные показатели, характеризующие сердечную деятельность плода.

Для иллюстрации влияния ГОМК и маннитола на внутриутробный плод приводим наблюдение:

Роженица М. Е. Н., первородящая, 21 год, поступила в роддом 21/IV—70 г. в сроке беременности 40 недель. Во второй половине беременности у беременной появились отеки на ногах, за 2 дня до родов повысилось АД до 150/100 мм рт. ст. Рост 156 см, вес 73 кг. Положение плода продольное, предлежит головкой малым сегментом во входе в таз. Сердцебиение плода слева ниже пупка, ритмичное, несколько приглушено. Отеки особенно выражены на нижних конечностях. Анализ мочи: уд. вес 1017, белок 1,99%, цилиндры гиалиновые 0—1 в п/зр, лейкоциты 14—16, эритроциты 0—1 в п/зр. При раскрытии шейки матки на 2½ пальца на головку плода наложены электроды бипаристально и записана электрокардиограмма плода на фоне фонокардиограммы матери (рис. 1) до вливания ГОМК и маннитола, в конце вливания и через 20—30 минут после вливания. На сигнальном пульте

ток 25 в вызвал отклонение стрелки от изолинии на 15 мм. Скорость движения бумажной ленты 25—50 мм сек.

Таблица 1

Данные фазового анализа сердечной деятельности плода женщин с нефропатией, леченных ГОМК и маннитолом

№ п/п	Показатели	Норма (по данным литературы)	До лечения		После лечения
1	Продолжительность среднего цикла (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,44 0,35—0,53	0,43 0,36—0,52	0,44 0,37—0,54
2	Частота сердечных сокращений (уд. в мин)	В среднем Пределы колебаний	136 113—171	139 119—169	137 122—153
3	Фаза асинхронных сокращений (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,040 0,038—0,042	0,41 0,037—0,041	0,40 0,038—0,041
4	Механическая систола (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,18 0,15—0,22	0,18 0,16—0,21	0,17 0,15—0,22
5	Общая систола (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,23 0,20—0,26	0,21 0,16—0,26	0,21 0,16—0,26
6	Диастола (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,23 0,20—0,24	0,21 0,18—0,24	0,22 1,19—0,26
7	Желудочковый комплекс (сек)	В среднем Пределы колебаний	0,05 0,04—0,06	0,06 0,05—0,07	0,06 0,05—0,07

На кривой 1 отмечается синусовая брадикардия, ритм 86. Относительно высокий зубец Т.

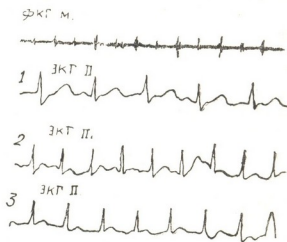


Рис. 1

Состояние плода постепенно улучшается (кривые 2 и 3). Ритмы учащаются, амплитуда тонов увеличивается (см. табл. 2).

После введения ГОМК и маннитола данные ЭКГ плода свидетельствуют о нормализации сердечной деятельности внутриутробного плода (учащение ритма, увеличение амплитуды тонов).

Таблица 2

Фазовый анализ	Кривые	1	2	3
RR		0,66	0,5	0,44
R		86	120	136
RQ		0,08	0,08	0,08
QRS		0,04	0,06	0,05
QRST		0,28	0,33	0,3
QRST				
RS		46%	66%	52%
P		0,5	1	0,5
Q		—	—	—
R		6	8	8
S		3	2	1
T		2,5	2	1,5
S—T		—	—	—

Внутриутробное капельное введение препаратов продолжалось в течение 1 часа 15 минут. К концу введения АД снизилось до 140/85 (на левой руке) и 140/90 мм рт. ст. (на правой руке). Дыхание осталось ровным и спокойным (17—18 в 1 минуту).

Роды закончились рождением живого мальчика весом 3250,0, ростом 50 см. Оценка состояния новорожденного по шкале Апгар 9 баллов, через 5 минут 10 баллов. Кровоточера 150,0.

Послеродовой период у матери и период новорожденности у ребенка протекали без осложнений. Родильница выписана домой с ребенком на девятый день.

Заключение: ГОМК и маннитол оказали положительное влияние на состояние внутриутробного плода.

Таким образом, на основании наших наблюдений можно заключить, что ГОМК и маннитол при любой степени тяжести нефропатии не оказывают неблагоприятного влияния на сердечную деятельность внутриутробного плода, наоборот, в ряде случаев улучшают его состояние. Следует полагать, что ГОМК проявляет положительное действие на состояние внутриутробного плода как естественный метаболит, участвующий в обменных процессах.

Тбилисский государственный институт  
усовершенствования врачей

(Поступило 19.12.1974)

მასპარეზობა მდივანის

ა. შარაძე

მუცლადამყოფი ნაყოფის გულის მოჭიმება ნეფროპათიების  
მკურნალობის პროცესში გომკ-ითა და მანიტოლით

რეზიუმე

უქანსენელი 10 წლის განმავლობაში დიდი ყურადღება ექცევა ნაყოფზე იმ მედიკამენტების გავლენას, რომლებიც ენიშნებათ ორსულ დედებს.

გომკ-ითა და მანიტოლით მკურნალობა გამოყენებული იყო ორსულთა ნეფროპათიების დროს. შემოსენებული მედიკამენტების გავლენა მუცლად-

მყოფ ნაყოფზე მოწმდებოდა როგორც აუსკულტაციით, ისე პირდაპირი ელექტროკარდიოგრაფიის საშუალებით. ელექტროკარდიოგრაფიული გამოკვლევა ჩატარდა 18 მშობიარეს. როგორც მოყვანილი მასალებიდან ჩანს, მუცლადმყოფი ნაყოფების გულის მოქმედება გომკ-ისა და მანიტოლის შეყვანის შემდეგ მთელ რიგ შემთხვევებში (თუ მედიკამენტების გამოყენებამდე არადაკმაყოფილებელი მდგომარეობა იყო) გაუმჯობესდა, რაც უნდა მიეწეროს გომკ-ის, როგორც ბუნებრივი მეტაბოლიტის, მოქმედებას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. G. PERADZE

CHARACTERISTICS OF THE CARDIAC ACTIVITY OF THE  
FOETUS OF PREGNANT WOMEN WITH NEPHROPATHY  
UNDER TREATMENT WITH GOMK AND MANNITOL

Summary

During the last decade considerable attention has been paid in obstetrics to the influence of various medicaments used by pregnant women on the state of the foetus and new-born child.

GOMK and Mannitol were used by the author in treatment of nephropathy of pregnant women. The influence of these drugs on the state of the foetus was determined by auscultation as well as by the method of direct electrocardiography of the foetus. ECG of the foetus was carried out with 18 women in childbirth. The data obtained point to the favourable influence of GOMK and Mannitol on the state of the foetus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Персианинов. Антенатальная охрана плода. М., 1964.
2. М. А. Петров-Маслаков. Акушерство и гинекология, 8, 1967.
3. В. И. Бодяжина. Акушерство и гинекология, 5, 1964, 4, 1970.
4. Н. Л. Гармашова. Труды I съезда акушеров-гинекологов РСФСР. М., 1961.
5. К. В. Чачава, О. Н. Буджиашвили, П. Я. Кинтраиа. XI Всесоюзный съезд акушеров и гинекологов. Тез. докл. М., 1963.
6. Е. А. Волнии. Акушерство и гинекология, 6, 1964.
7. Б. И. Гринберг. Применение ГОМК и вядрила для лечебного акушерского наркоза. Автореферат, М., 1968.

И. Г. ТАКТАКИШВИЛИ

О НАХОЖДЕНИИ *CONGERIA RUMANA* SABBA  
В «СУБРОМБОИДНЫХ» (СРЕДНЕПОНТИЧЕСКИХ)  
ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 15.10.1974)

*Congeria rumana* Sabba является одной из наиболее характерных форм преимущественно ниже- и среднепонтических отложений Румынии; встречается она также в Восточной Сербии и Болгарии. За пределами Дакийского (Гетского) бассейна, к которому относятся упомянутые области, она была найдена только в Западной Грузии, иными словами в Рионском заливе Черноморского бассейна, где характеризует открытые сравнительно недавно [1] «ромбонидные» слои. Следовательно, и здесь ареал ее распространения ограничивается, казалось бы, лишь паннонско-дакийским типом понтических отложений. Поэтому факту нахождения этой важной в стратиграфическом отношении формы в заведомо черноморском типе понта, каковым являются слои *Cong. subrhomboidea* Andrus., мы придаем весьма большое значение.

Следует, однако, сказать, что в литературе уже отмечалось присутствие *Cong. rumana* в понтических отложениях Абхазии. Так, один из первых исследователей плиоцена Западной Грузии Г. П. Михайловский указал *Cong. rumana* из понта бассейнов рр. Галидзги и Мокви [2]. Но после того как Н. И. Андрусов, бегло просмотревший коллекцию Г. П. Михайловского, склонился в пользу отнесения этой формы к *Cong. subrhomboidea* [3], никто из последующих исследователей не упоминал *Cong. rumana* из данной области; поэтому вопрос о наличии здесь этой румынской конгерии оставался открытым.

Летом 1971 г. нам (совместно с геологом Ф. К. Шенгелия) удалось обнаружить в Мегрелии (Западная Грузия) в Зугдидском районе, в окрестностях с. Джуми, на левом берегу р. Джуми, буквально на уровне реки небольшой изолированный выход голубоватых, местами желтоватых, песчаных глин, переполненных хорошо сохранившимися остатками моллюсков. Наряду с формами, типичными для среднепонтических «субромбонидных» слоев, нами было найдено и несколько экземпляров *Cong. rumana* Sabba. Общий список моллюсков из этого обнажения следующий: *Congeria subrhomboidea* Andrus., *Cong. rumana* Sabba, *Dreissena rostriformis corniculata* Sabba, *Limnocardium (Euxinocardium) seninskii* Andrus., *Didacna subincerta* Andrus., *Didacnomya corbuloides* (Desh.) var., *Monodacna (Pseudocatillus) cf. pseudocatillus* (Barb.), *Prosodacna littoralis* (Eichw.) var., *Pros. fischeri* Andrus., *Paradacna cf. abichi* (R. Hoern.), *Caladacna steindachneri* (Brus.), *Chartoconcha* sp., *Viviparus achatinoides* Desh., *Bithunia* sp., *Micromelania* sp., *Lithoglyphus* sp. и др.





Когда через два года мы вернулись сюда, то не смогли найти этого вида — он был начисто смыт рекой.

К счастью, это не единственное местонахождение, в котором совместно встречаются *Cong. subrhomboidea* и *Cong. rumana*. В Абхазии, в Очамчирском районе, в окрестностях с. Гуши, на правом берегу р. Галидзги, также в голубовато-серых песчанистых глинах нам удалось собрать более богатый и разнообразный материал: *Congeria subrhomboidea* Andrus., *Cong. rumana* Sabba, *Cong. cf. turgida* Brus., *Cong. flexuosa* Takt., *Dreissena rimestiensis* Font., *Dr. rostriformis corniculata* Sabba, *Dreissenomya aperta* (Desh.), *Phyllocardium planum* (Desh.), *Limnocardium (Tauricardium) subsquamulosum* Andrus., *Limn. (Euxinocardium) sp.*, *Didacna subincerta* Andrus, *Did. megrelica* Takt., *Did. repens* Takt., *Did. repens* Takt. var., *Didacnomya corbuloides* (Desh.) var., *Monodacna (Pseudocatillus) media* Ebers., *Prosodacna littoralis* (Eichw.) var., *Paradacna sp.*, *Caladacna steindachneri* (Brus.), *Chartoconcha sp.*, *Plagiodacna carinata* (Desh.), *Viviparus achatinoides* Desh., *Bithynia sp.*, *Melanopsis sp.*, *Neritina sp.*, *Micromelania sp.*, *Planorbis sp.*,

Принадлежность форм, изображенных на таблице под № 1, 2, к *Cong. rumana* вне всякого сомнения: те же величина и строение раковины, что и у румынской конгерии, свидетельствуют о принадлежности джумской и гупской конгерий к *Cong. rumana*. Вот, кстати, и измерения этих двух образцов:

	Д	Ш	В	<Ап	<Ан	<Д	<В	Д	Ш
Обр. № II (табл., рис. 1)	са 50,0	40,2	11,4	77°	60°	102°	124°	0,80	0,28
Обр. № Гуп 2 (табл., рис. 2)	са 41,0	са 33,0	11,8	87°	63°	95°	118°	0,80	0,33

Возможно, сюда же следует отнести и другие образцы (см. таблицу, рис. 6—8): не исключено, что они являются молодыми особями этого вида. Однако этот вопрос требует дополнительного материала.

Несколько слов о большом сходстве между *Cong. rumana* и *Cong. subrhomboidea*, вызванном тесным филогенетическим родством между ними [4]. Н. И. Андрусов, автор второго вида, основное различие между ним и *Cong. rumana* видел в значительно большей удлиненности *Cong. subrhomboidea* и в большей величине дорзального угла [3]; последнее свойство, кстати сказать, является следствием удлиненности створок. Действительно, типичные формы андрусовского вида (из станицы Таманской на Таманском п-ве) намного длиннее *Cong. rumana*, и в этом отношении они резко отличаются друг от друга, являя собой как бы две изолированные крайности. Между тем, собранный нами материал из «субромбондных» слоев Западной Грузии, Таманского и Керченского п-вов стирает эту грань и показывает, что длина раковины у *Cong. subrhomboidea* довольно изменчива и бывает не только значительной, но и небольшой, а многие образцы, собранные в Абхазии, Мегрелии и Гурнии, настолько укорочены,





чены, что трудно бывает отделить их от *Cong. rumana*. Это явление хорошо видно на таблице (рис. 3—4).

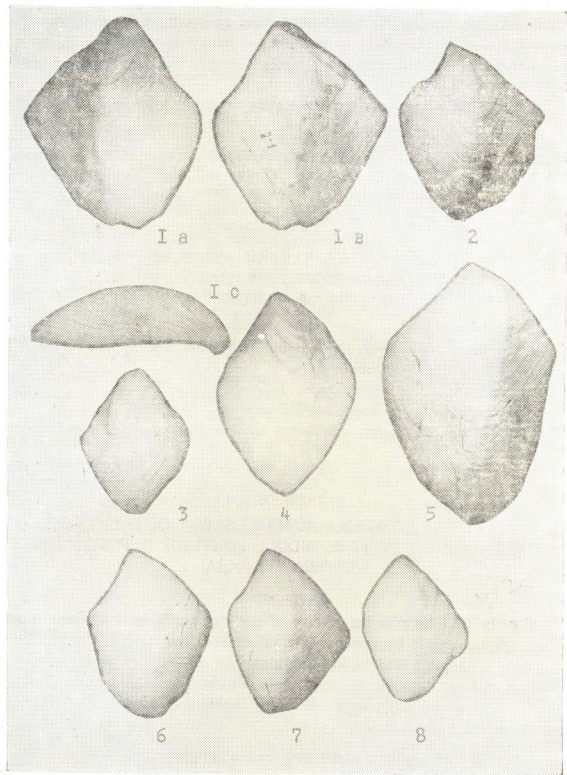


Рис. 1

Наличие постепенных переходов между этими двумя видами не должно, на наш взгляд, ставить под сомнение таксономическую самостоятельность одного из них. Едва ли было бы верным рассматривать *Cong. rumana* как, скажем, одну из форм *Cong. subrhomboides*, или наоборот: ведь каждая из них была все-таки достаточно изо-

лирована географически и образовывала самостоятельные популяции. Этому, конечно, не противоречат факты нахождения, с одной стороны, *Cong. rumana* в Эвксинском бассейне, а с другой, *Cong. subrhomboida* в Дакийском. Последнее обстоятельство, т. е. присутствие *Cong. subrhomboida* в Румынии, было отмечено еще И. Ионеску-Аржетоайей [5], но почему-то ускользнуло от внимания исследователей. Недавно оно было вновь подтверждено [6, 7].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт палеобиологии

(Поступило 17.10.1974)

პალეობიოლოგია

ი. თაქთაკიშვილი

*CONGERIA RUMANA* SABBA-ს მოპოვების შესახებ  
 დასავლეთ საქართველოს ე. წ. „სუბრომბოიდულ“  
 (შუაპონტურ) ნალექებში

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს პლიოცენური ფაუნის შესწავლის ისტორიაში პირველად მოხერხდა დამახასიათებელი დაციური ფორმის *Congeria rumana* Sabba-ს მოპოვება შავი ზღვის ტიპის პონტურ ნალექებში — ე. წ. „სუბრომბოიდულ“ (შუაპონტურ) შრეებში (სამეგრელო, ზუგდიდის რაიონი, სოფ. ჭუმის მიდამოები; აფხაზეთი, ოჩამჩირის რაიონი, სოფ. გუფის მიდამოები).

PALAEOBIOLOGY

I. G. TAKTAKISHVILI

ON THE FIND OF *CONGERIA RUMANA* SABBA IN THE SO-CALLED  
 'SUBRHOMBOIDIAN' (THE MIDDLE PONTIAN) DEPOSITS OF  
 WESTERN GEORGIA

Summary

For the first time in the history of the study of the Pliocene fauna of Western Georgia it became possible to discover the typical Dakian form of *Congeria rumana* Sabba in the Euxinian type of the Pontian deposits—in the so-called 'subrhomboidian' (the Middle Pontian) beds (Megrelia, Zugdidi district, environs of the village of Jumi; Abkhazia, Ochamchire district, environs of the village of Gupi).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Челидзе. ДАН СССР, нов. сер., т. XCI, № 1, 1953.
2. Г. П. Михайловский. Зап. Имп. СПб. минер. о-ва, вторая сер., ч. 40, 1903.
3. Н. И. Андрусов. Матер. для геол. России, т. XXI, вып. 2, 1904.
4. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969.
5. I. Pană. Dări de seamă ale Ţediinţelor. 4. Stratigrafie, vol. LVIII, 1972.
6. И. Г. Тактакишвили. Плиоценовые дрейсениды Западной Грузии. Тбилиси, 1973.

77-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- ამდელ-სატარ ა. დაბური 280, 544
- აბესალაშვილი ლ. 48
- აგლაძე რ. 620
- ადამაშვილი გ. 343
- აივაზაშვილი ი. 703
- ალექსანდროვი ე. 567
- ალი რ. 51
- ალფაიძე ვ. 124
- ამალობელი ნ. 48
- ახობაძე ვ. 487
- ახობაძე რ. 104, 372
- ბადაგაძე ვ. 295
- ბათიაშვილი ბ. 669
- ბალახვანცევა თ. 75
- ბეგალიშვილი გ. 331
- ბელოვა ნ. 640
- ბერაძე გ. 443
- ბერიშვილი ვ. 456
- ბერძეძე ვ. 596
- ბერძენიშვილი მ. 415
- ბილაშვილი კ. 404
- ბიწაძე ლ. 328
- ბოჭუჩაია მ. 198, 203, 471, 715, 719
- ბორისოვა ვ. 91, 624
- ბორისოვა ლ. 624
- ბოსტოლანაშვილი ვ. 599
- ბოყოჩაძე ნ. 187
- ბოჭორიშვილი მ. 28
- ბუთხუჯი ს. 456
- ბულია ნ. 392
- ბუტი ე. 712
- გაბუნია ნ. 111
- გამყრელიძე ლ. 161
- გამყრელიძე ლ. 431
- გარნოვსკი ა. 83
- გაფრინდაშვილი ვ. 367
- გაჩეჩილაძე თ. 352, 560
- გაჩეჩილაძე რ. 67, 588, 592
- გეგეჭკორი თ. 669
- გეგეჭკორი ლ. 489
- გედალინი ე. 572
- გელაძე გ. 72
- გელაშვილი შ. 295
- გერასიმოვი ა. 56
- გერასიმოვი ბ. 56
- ვერკეული მ. 692
- გერმანი ე. 608
- გერსამია დ. 48
- გეწაძე ვ. 172
- გვლია ნ. 624
- გვარაძე მ. 275
- გველესიანი ა. 67
- გველესიანი გ. 136
- გველესიანი კ. 620
- გვერდწითელი ი. 88, 612
- გვერდწითელი მ. 608
- გზირიშვილი თ. 75
- გიგინეიშვილი ა. 652
- გიგინეიშვილი გ. 631
- გიორგობიანი ნ. 739
- გლუზმანი ს. 91, 624
- გოგისვანიძე ყ. 471
- გოგისვილი თ. 387
- გოგოლაძე გ. 91, 624
- გოგუაძე ლ. 48
- გოლუბოვი ბ. 552
- გორგაძე ზ. 283
- გორდუზიანი მ. 465
- გონიტაშვილი კ. 712
- გოცაძე გ. 616
- გრიგოლია მ. 303
- გრიჭუროვა დ. 497
- გულისაშვილი ბ. 239
- გურასპაშვილი ი. 151
- გურგინი ე. 572
- დავითაშვილი ნ. 400, 664
- დათაშვილი თ. 475
- დათიაშვილი ნ. 161
- დანელია ა. 360
- დასაევა მ. 48
- დემურშიშვილი ნ. 400
- დინკინი ვ. 564
- დოქსოპულო თ. 88
- დურმიშიძე ს. 196
- ელიავა ი. 736
- ელისევეი ვ. 175
- ელისევეი ლ. 60
- ერისთავი ვ. 78, 360
- ვარსიმაშვილი რ. 668
- ვაფია ელ საიდ ტიუტი 95
- ვაშაიძე ი. 575
- ვაჩაძე ნ. 203
- ვერტულაშვილი რ. 111
- ვორობიოვი ლ. 460
- ზაალიშვილი მ. 187, 712
- ზვიადაძე გ. 108, 396, 652
- ზაქარაიძე ი. 616
- თავაძე ფ. 140
- თაგვლიძე დ. 144, 400, 664
- თაქთაქიშვილი ი. 756
- თაქთაქიშვილი მ. 612
- თაყაიშვილი თ. 161
- თევდორაძე ვ. 463
- თევდორაძე ლ. 487
- თევზაძე ლ. 83
- თელია ზ. 452, 696
- თომიძე ი. 198
- თოფურაძე მ. 48
- იასაშვილი ს. 320, 556
- ინანიშვილი ე. 471
- ინასარიძე ხ. 19
- იორდანიშვილი გ. 703
- იოსებაძე ყ. 147
- კაცილაძე მ. 584
- კალანდაძე ნ. 367
- კანდელაკი გ. 428
- კანდელაკი მ. 364
- კაპანაძე ი. 175
- კაპანაძე ყ. 539
- კერვალიშვილი ზ. 91, 624
- კვანჭიანი ე. 719
- კვაჭაძე დ. 179
- კვიციანიშვილი ა. 364
- კიკნაძე ა. 640
- კიკნაძე ლ. 339
- კიკნაძე ნ. 447
- კინწურაშვილი დ. 465
- კირთაძე გ. 352, 560
- კოდუა ნ. 676
- კოკილაშვილი ვ. 532
- კოლოტოვა ი. 220
- კოლხიდაშვილი ქ. 712

- კობალიანი ნ. 656  
 კულდრინი ა. 460  
 კუციავა ნ. 360  
 ლანდია ნ. 100  
 ლანჩავა თ. 132  
 ლეკვეიშვილი ჯ. 584  
 ლობჯანიძე თ. 212  
 ლოლაძე თ. 660  
 ლომინაძე თ. 230  
 ლომიძე ჯ. 415  
 ლომსაძე ბ. 191, 460  
 ლორთქიფანიძე მ. 487  
 მაკოვეცი ს. 140  
 მალოლუტნევი ვ. 452, 696  
 მამალაძე ი. 339  
 მამალაძე მ. 376  
 მარტყოფლიშვილი გ. 51  
 მარტუაშვილი ლ. 503  
 მახარაობლიშვილი ნ. 78  
 მახალდანიანი ვ. 144  
 მებალიშვილი ნ. 67, 592  
 მეგრელიძე ა. 207  
 მელაშვილი თ. 584  
 მელაშვილი ი. 648  
 მელია ნ. 428  
 მელიქაძე ლ. 147  
 მეტრეველა გ. 383  
 მეხრაძე ტ. 624  
 მინდელი მ. 420  
 მინდიაშვილი გ. 602  
 მიმინოშვილი თ. 196  
 მირიანაშვილი მ. 580  
 მიქაძე ი. 379  
 მიქელაძე ე. 364  
 მიქელაძე მ. 323  
 მოსიძე ვ. 184  
 მღებრიშვილი მ. 596  
 მშვიდლობაძე მ. 748  
 ნაზარიშვილი თ. 640  
 ნალბანდიანი მ. 407  
 ნანობაშვილი ე. 376  
 ნასყიდაშვილი ი. 51  
 ნასყიდაშვილი პ. 437  
 ნახუშვილი ა. 547  
 ნგუენ დანგ კუანგი 88  
 ნგუენ ზუი ტიენი 283  
 ნგუენ ჰიუ ნგია 167  
 ნიკოლაიშვილი ა. 140  
 ნოღაიდელი ა. 602  
 ობოლაშვილი ე. 535  
 ოზიაშვილი დ. 136  
 ონიანი შ. 132  
 ონიანი ჯ. 460  
 ოპარინა გ. 91, 624  
 ორლოვა გ. 640  
 ოსიძე ა. 315  
 ოშორიძე ს. 172  
 პეტრიაშვილი რ. 685  
 პინიაჯყო რ. 599  
 პლიტუშჩიკი ლ. 91  
 პოგრებიანსკი ბ. 23  
 პოპოვი ე. 198, 203  
 პოპოვილი რ. 580  
 ქეგალო ვ. 228  
 ქლენტი გ. 434  
 რატანიანი ი. 43  
 რაჭვიაშვილი ნ. 728  
 რიყამაძე მ. 75  
 რიჭინაშვილი რ. 185  
 სალუქვაძე რ. 48  
 სანადირაძე გ. 699  
 სვანი დ. 493  
 სვანიძე ც. 120  
 სიმონიძე მ. 187  
 სკობელევა ნ. 715  
 სოფრომაძე ა. 196  
 სურგავა გ. 140  
 ტაბიძე დ. 631  
 ტარაყაშვილი თ. 475  
 ტატიშვილი თ. 656  
 ტეპლიცკაია თ. 104, 372  
 ტიმიჩენკო ა. 443  
 ტოგონიძე ბ. 564  
 ტოგონიძე გ. 503  
 ტორონჯაძე თ. 288  
 ტოტჩიევი ვ. 660  
 ტუსისვილი თ. 648  
 ტყემალაძე გ. 660  
 ტყემელაშვილი რ. 602  
 უტკინა ლ. 104, 372  
 ფავლენიშვილი თ. 100  
 ფანცხავა შ. 684  
 ფედინი ე. 348  
 ფერაძე ა. 751  
 ფირცხალავა ნ. 83  
 ფრიშლინგი ვ. 300  
 ფრუიძე გ. 719  
 ფულარიანი ი. 398  
 ქადეიშვილი თ. 311  
 ქათამაძე ნ. 60  
 ქარქაშაძე დ. 580  
 ქაშაიაშვილი ლ. 360  
 ქვირია მ. 584  
 ქვლეიძე გ. 707  
 ქუთათელაძე კ. 111  
 ქურდევანიძე გ. 32  
 ყაზრგიშვილი ქ. 635  
 ყვავაძე ე. 736  
 ყიფიანი გ. 291  
 ყიფიანი ი. 387  
 შალაშვილი ა. 723  
 შარაშიძე გ. 215  
 შაყულაშვილი თ. 48  
 შვერიოვა ნ. 228  
 შენგელია მ. 191  
 შენგელია თ. 652  
 შენგელია ფ. 124  
 შევანირაძე ა. 628  
 შევლაშვილი ა. 364  
 შტეინბერგი გ. 412  
 შტრომბერგი ა. 692  
 შუბითიძე ქ. 320, 556  
 შუდრა თ. 48  
 შუმოვი ნ. 320, 556  
 შუმსკოი ფ. 91, 624  
 ჩან ხან მაი 343  
 ჩარგეიშვილი მ. 48  
 ჩაჩანიძე გ. 100  
 ჩერნიშოვა მ. 91, 624  
 ჩერქეზიშვილი ქ. 612  
 ჩეხოშვილი ბ. 67, 588  
 ჩხარტიშვილი ა. 456  
 ჩხეიძე რ. 233, 480  
 ჩხიკვაძე ი. 64  
 ჩხიკვაძე ე. 228  
 ჩხიკვაძე ნ. 108, 396  
 ჩხიკვაძე რ. 580  
 ჩხიკვიშვილი ვ. 156  
 ჩხუბიანიშვილი რ. 423  
 ცაგარეიშვილი თ. 505  
 ცარციძე ბ. 335  
 ცერცვაძე ა. 56  
 ცერცვაძე ბ. 335  
 ციციშვილი ვ. 348  
 ცხვედაძე რ. 125

ძამბია თ. 207  
 ძიძიგური ა. 556  
 ძნელაძე ა. 731  
 წერეთელი რ. 669  
 წიკლაური გ. 723  
 წიწვია მ. 236  
 ქელიძე ვლ. 36  
 ქილაშვილი გ. 575  
 კრელაშვილი მ. 161  
 კურაძე თ. 483, 743

კანთაძე ა. 67, 588  
 სარაზიშვილი ა. 39  
 სარჩილავე ჯ. 75  
 სატიაშვილი ნ. 355  
 ხაჩიძე მ. 157  
 ხელაძე შ. 307  
 ხვინგია მ. 656  
 ხომერიკი ო. 412  
 სოფერია ნ. 624  
 ხოჭოლაძე გ. 67, 592  
 ხუროძე რ. 679

ხუტუა ა. 215  
 ჯანაშვილი ბ. 628  
 ჯანელიძე ჭ. 379  
 ჯაოშვილი ვ. 113  
 ჯაოშვილი შ. 640  
 ჯემუხაძე ს. 48  
 ჯორბენაძე რ. 599  
 ჯოხაძე დ. 728  
 ჰამლი მ. 64

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 77-ГО ТОМА

Абдель-Саттар А. Дабур  
 277, 541  
 Абесалашвили Л. Н. 45  
 Агладзе Р. И. 617  
 Адамашвили Г. Т. 341  
 Айвазашвили И. М. 701  
 Александров Е. А. 565  
 Али Р. 49  
 Алпаидзе В. С. 121  
 Амаглобели Н. С. 45  
 Ахобадзе В. А. 485  
 Ахобадзе Р. Н. 101, 369  
 Бадагадзе В. В. 293  
 Балахванцева Т. Н. 73  
 Батиашвили Б. И. 671  
 Бегалишвили Г. М. 329  
 Белова Н. Т. 637  
 Берадзе Г. Г. 441  
 Бердзенишвили М. Г.  
 413  
 Беридзе П. З. 595  
 Беришвили В. Г. 453  
 Билашвили К. А. 401  
 Бицадзе Л. П. 325  
 Бокочадзе Н. Н. 185  
 Бокучава М. А. 197,  
 201, 469, 713, 717  
 Борисова В. И. 89, 621  
 Борисова Л. Н. 621  
 Бостоганашвили В. С.  
 597  
 Бочоришвили М. А. 25  
 Булия Н. П. 389  
 Бурчуладзе А. А. 501  
 Бут Е. В. 709  
 Бутхузи С. М. 453  
 Варсимашвили Р. Ш. 665

Вафия Эль Саид Тшор  
 93  
 Вачадзе Н. В. 201  
 Вашакидзе И. Ш. 573  
 Верулашвили Р. Д. 109  
 Воробьев Л. Н. 457  
 Габуния Н. В. 109  
 Гамкrelიძე Л. М. 162  
 Гамцемლიძე З. Г. 429  
 Гаприндашвили В. Н.  
 365  
 Гарновский А. Д. 81  
 Гачечиладзе Р. Г. 65,  
 585, 589  
 Гачечиладзе Т. Г. 349,  
 557  
 Гвалия Н.К. 621  
 Гварадзе М. И. 273  
 Гвелესიანი А. И. 65  
 Гвелესიანი Г. Г. 133  
 Гвелესიანი К. П. 617  
 Гвердцители И. М. 85,  
 609  
 Гвердцители М. И. 605  
 Гегечкори Л. Ш. 492  
 Гегечкори Т. Г. 671  
 Гедалин Э. В. 569  
 Геладзе Г. Ш. 69  
 Гелашვილი Ш. М. 293  
 Герасимов А. Б. 53  
 Герасимов Б. А. 53  
 Геркеული М. З. 689  
 Герман Э. Д. 605  
 Герсамия Д. Б. 45  
 Гецадзе В. В. 169  
 Гзиршვილი Т. Г. 73  
 Гигინейшვილი А. А. 649  
 Гигინейшვილი Г. Н. 629  
 Гиоргоბიანი Н. М. 737

Глузман С. С. 89, 621  
 Гогисванидзе Д. В. 469  
 Гогিশვილი Т. Ш. 385  
 Гоголадзе Г. Т. 89, 621  
 Гогоуадзе Л. Г. 45  
 Голубов Б. И. 549  
 Горгадзе З. Г. 281  
 Гордзიანი М. Ш. 468  
 Гоцадзе Г. А. 613  
 Гочиташვილი К. Ф. 709  
 Григоლია М. П. 301  
 Грикурова Д. А. 500  
 Гулишვილი Б. А. 237  
 Гураспашვილი И. А. 149  
 Гурвич Е. Г. 569  
 Давиташვილი Н. С. 397,  
 661  
 Дanelia А. Г. 357  
 Даошვილი Ш. В. 637  
 Дасаева М. А. 45  
 Даташვილი Т. А. 473  
 Датишვილი Н. А. 162  
 Демуришვილი Н. В. 397  
 Джанашვილი Б. А. 625  
 Джanelიძე Ч. П. 377  
 Джаошვილი В. Ш. 116  
 Джмухадзе С. В. 45  
 Джорбенадзе Р. П. 597  
 Джохадзе Д. И. 725  
 Дзадзамия Т. Д. 205  
 Дзидзигური А. А. 553  
 Дзнеладзе А. А. 729  
 Доксopული Т. П. 85  
 Дурмишვილი С. В. 193  
 Дынькин В. И. 561  
 Елисеев В. А. 173  
 Елисеев Л. А. 57





- Жгенти П. В. 433  
 Жегало В. И. 225
- Заалишвили М. М. 185, 709  
 Звиададзе Г. Н. 105, 393, 649
- Иасашвили С. В. 317  
 Инанейшвили Ж. А. 469, 553  
 Инасаридзе Х. Н. 17  
 Иорданишвили Г. С. 701  
 Иосебидзе Д. С. 145
- Кавиладзе М. Ш. 581  
 Кавришвили К. В. 633  
 Кадеишвили Т. В. 309  
 Каландадзе Н. Д. 365  
 Канделаки Г. В. 425  
 Канделаки М. Н. 361  
 Капанадзе Дж. В. 537  
 Капанадзе И. С. 173  
 Каркашадзе Д. Д. 577  
 Катамадзе Н. М. 57  
 Кашакашвили Л. Л. 357  
 Квавадзе Э. Ш. 733  
 Кванчiani Э. Р. 717  
 Квачадзе Д. А. 177  
 Квирия М. С. 581  
 Квиташвили А. И. 361  
 Квливидзе В. Е. 705  
 Кервалишвили З. Я. 89, 621  
 Кикнадзе А. Г. 637  
 Кикнадзе Н. Р. 445  
 Кинцурашвили Д. Ф. 468  
 Кипиани Г. Г. 289  
 Кипиани И. Б. 385  
 Киртадзе Г. Ш. 349, 557  
 Кодуа Н. Д. 673  
 Қокилашвили В. М. 529  
 Колотова И. Д. 217  
 Колхидашвили К. М. 709  
 Копалиани Н. Д. 653  
 Кудрин А. Н. 457  
 Курдеванидзе Г. Д. 29  
 Кутателадзе К. С. 109  
 Куциава Н. А. 357
- Ландия Н. А. 97  
 Ланчава О. А. 129  
 Леквешвили Д. Н. 581  
 Лобжанидзе Т. Д. 209
- Лоладзе Т. Н. 657  
 Ломидзе Д. В. 413  
 Ломинадзе Т. А. 229  
 Ломсэдзе Б. А. 189, 457  
 Лордкипанидзе М. Г. 485
- Маковец С. Е. 137  
 Малолетнев В. И. 449, 693  
 Мамаладзе М. В. 373  
 Мамаладзе Ю. Г. 337  
 Марткоплишвили Г. С. 49  
 Маруашвили Л. И. 501  
 Махалдиани В. В. 141  
 Махароблишвили Н. Г. 77  
 Мгебришвили М. А. 593  
 Мებაгишвили Н. Н. 65, 589  
 Мегрелидзе А. Г. 205  
 Мелашвили Т. А. 581  
 Мелашвили Ю. К. 639  
 Меликадзе Л. Д. 145  
 Мелия Н. С. 425  
 Метревели Г. С. 381  
 Мехрадзе Т. В. 621  
 Микадзе И. С. 377  
 Микеладзе М. Ш. 321  
 Микеладзе Э. А. 361  
 Миминошвили Т. В. 193  
 Миидели М. Г. 417  
 Миидиашвили Г. С. 601  
 Мирианашвили М. М. 577  
 Мосидзе В. М. 181  
 Мшвдобадзе М. В. 745
- Назаришвили Т. Ю. 641  
 Налбандян М. Н. 405  
 Нанобашвили Е. М. 373  
 Наскидашвили И. А. 49  
 Наскидашвили П. П. 438  
 Нахушев А. М. 545  
 Нгуен Данг Куанг 85  
 Нгуен Зуй Тиен 281  
 Нгуен Хыу Нгиа 165  
 Николаишвили А. А. 137  
 Ногайдели А. И. 601
- Оболашвили Е. И. 533  
 Озиашвили Д. Ш. 133  
 Ониани Д. А. 457  
 Ониани Ш. И. 129  
 Опарина Г. К. 89, 621
- Орлова Г. А. 637  
 Осидзе А. Г. 313  
 Ошоридзе С. П. 169
- Павлинишвили Т. А. 97  
 Панцхава Ш. И. 681  
 Перадзе А. Г. 749  
 Петриашвили Р. А. 687  
 Пиняжко Р. М. 597  
 Пирцхалава Н. И. 81  
 Плюцк Л. И. 89  
 Погребинский Б. М. 21  
 Попов В. Р. 197, 201  
 Поповиди Р. С. 577  
 Пруидзе Г. Н. 717  
 Пуларияни Ю. И. 393
- Раквиашвили Н. Р. 725  
 Ратиани Ю. А. 41  
 Рижамадзе М. Б. 73  
 Рижинашвили Р. С. 181
- Салуквадзе Р. Г. 45  
 Санадирадзе Г. С. 697  
 Свани Д. Д. 496  
 Сванидзе Ц. И. 117  
 Симонидзе М. Ш. 185  
 Скобелева Н. И. 713  
 Сопромадзе А. Н. 193  
 Сурмава Г. М. 137
- Табидзе Д. Д. 629  
 Тавадзе Ф. Н. 137  
 Таварткиладзе Я. Н. 613  
 Тавхелидзе Д. С. 141, 397, 661  
 Такайшвили Т. В. 162  
 Тактакишвили И. Г. 753  
 Тактагишвили М. О. 603  
 Таркашвили Д. В. 473  
 Татишвили Т. Г. 653  
 Тевдорадзе В. В. 461  
 Тевдорадзе Л. А. 485  
 Тевзадзе Л. А. 81  
 Телия З. А. 449, 693  
 Тенлицкая Т. А. 101, 369  
 Тимченко А. С. 441  
 Ткемаладзе Г. Н. 657  
 Ткешелашвили Р. Ш. 601
- Тогоидзе В. А. 561  
 Тогоидзе Г. И. 501  
 Тондзе И. С. 197  
 Топуридзе М. В. 45  
 Торонджадзе Т. А. 285



- Тотчиев Ф. Г. 657  
 Тусишвили О. Ш. 639
- Уткина Л. Ф. 101, 369
- Федин Э. И. 345  
 Фришлинг В. А. 297
- Хамди М. А. 61  
 Хантадзе А. Г. 65, 585  
 Харაзишвили А. Б. 73  
 Харчилава Д. Ф. 73  
 Хатиашвили Н. Г. 353  
 Хачидзе М. Н. 159  
 Хвингня М. В. 653  
 Хеладзе Ш. В. 305  
 Хомерики О. К. 409  
 Хоперня Н. Н. 621  
 Хочолава Г. М. 65, 589  
 Хуродзе Р. А. 677  
 Хучуа А. В. 213
- Цагареишвили Т. Ш. 507  
 Царцидзе М. А. 189  
 Церетели Р. И. 671
- Церцвадзе А. А. 53  
 Церцвадзе Б. И. 333  
 Циклаური Г. Ч. 721  
 Цицишвили В. Г. 345  
 Цоцелия М. В. 233  
 Цхведадзе Р. М. 128
- Чан Хань Май 341  
 Чаргейшвили М. С. 45  
 Чачанидзе Г. Д. 97  
 Челидзе В. Г. 33  
 Черкезишвили К. И. 609  
 Чернышова М. П. 89, 621  
 Чехошвили Б. Я. 65, 585  
 Чилашвили Г. А. 573  
 Чрелашвили М. Н. 162  
 Чурадзе Т. А. 481, 741  
 Чхартишвили А. Г. 453  
 Чхеидзе Р. Д. 221, 477  
 Чхиквадзе В. М. 225  
 Чхиквадзе Н. В. 105, 393  
 Чхиквадзе Р. В. 577
- Чхиквадзе Я. Н. 61  
 Чхиквишвили В. И. 153  
 Чхубианишвили Р. И. 421
- Шакулашвили О. А. 45  
 Шалашвили А. Г. 721  
 Шарашидзе Г. Л. 213  
 Швангирадзе А. В. 625  
 Швелашвили А. Е. 361  
 Шевырева Н. С. 225  
 Шенгелия М. Г. 189  
 Шенгелия О. В. 649  
 Шенгелия Ф. К. 121  
 Шубитидзе К. З. 317, 553
- Шудра О. С. 45  
 Шумской Ф. З. 89, 621  
 Штейнберг Г. Я. 409  
 Штромберг А. Я. 689  
 Шумов Н. Г. 317, 553
- Элиава И. Я. 733  
 Эристави В. Д. 77, 357

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 77

- Abdel-Sattar A. Dabour 280, 544
- Abesalashvili L. N. 48  
 Adamashvili G. T. 344  
 Agladze R. I. 620  
 Aivazashvili V. V. 703  
 Akhobadze R. N. 104, 372  
 Akhobadze V. A. 487  
 Alexandrov E. A. 567  
 Ali R. 52  
 Alpaidze V. S. 124  
 Amaglobeli N. S. 48
- Badagadze V. V. 295  
 Balakhvantseva T. N. 75  
 Batiashvili B. I. 671  
 Begalishvili G. M. 332  
 Belova N. T. 640  
 Beradze G. G. 443  
 Berdenishvili M. G. 416  
 Beridze P. Z. 596  
 Berishvili V. G. 456  
 Bilashvili K. A. 404  
 Bitsadze L. P. 328  
 Bochorishvili M. A. 28
- Bokochadze N. N. 187  
 Bokuchava M. A. 203, 198, 471, 715, 719
- Borisova V. I. 92, 624  
 Bostoganashvili V. S. 599  
 Bulia N. P. 392  
 Burchuladze A. A. 504  
 But E. V. 712  
 Butkhuzi S. M. 456
- Chachanidze G. D. 100  
 Chan Khan Mai 344  
 Chargeishvili M. S. 48  
 Chekhoshvili B. I. 68, 588  
 Chelidze V. G. 36  
 Cherkezishvili K. I. 612  
 Chernyshova M. P. 92, 624  
 Chkhartishvili A. G. 456  
 Chkhikvadze J. N. 64  
 Chkhikvadze N. V. 108, 396  
 Chkhikvadze R. V. 580  
 Chkhikvadze V. M. 228  
 Chkhikvishvili V. I. 156  
 Chkhubianishvili R. I. 424  
 Chrelashvili M. N. 163
- Churadze T. A. 483, 743
- Danelia A. G. 360  
 Dasava M. A. 48  
 Datashvili T. A. 476  
 Datiashvili N. A. 163  
 Davitashvili N. S. 400, 664
- Demurishvili N. V. 400  
 Doxopulo T. P. 88  
 Durmishidze S. V. 196  
 Dzadzamia T. D. 208  
 Dzidzighuri A. A. 556  
 Dzeladze A. A. 732  
 Dyn'kin V. N. 564
- Eliava I. I. 736  
 Eliseev L. A. 60  
 Eliseev V. A. 176  
 Eristavi V. D. 79, 360
- Fedin E. I. 348  
 Frishling V. A. 300
- Gabunia N. V. 112

- Gachechiladze R. G. 68,  
 588, 592  
 Gachechiladze T. G. 352,  
 560  
 Gamkrelidze L. M. 163  
 Gamtsemlidze Z. G. 431  
 Gaprindashvili V. N. 368  
 Garnovski A.D. 84  
 Gedalin E. V. 572  
 Gegechkori L. Sh. 492  
 Gegechkori T. G. 671  
 Geladze G.Sh. 72  
 Gelashvili Sh.M. 295  
 Gerasimov A. B. 56  
 Gerasimov B. A. 56  
 Gerkeuli T. Z. 672  
 German E. D. 608  
 Gersamja D. V. 48  
 Getsadze V. V. 172  
 Gigineishvili A. A. 652  
 Gigineishvili G. N. 631  
 Giorgobiani N. M. 739  
 Gluzman S. S. 92, 624  
 Gochitashvili K. R. 712  
 Gogishvili T. Sh. 387  
 Gogisvanidze G. V. 471  
 Gogoladze G. T. 92, 624  
 Gogvadze L. G. 48  
 Golubov B. I. 552  
 Gordeziani M. Sh. 468  
 Gorgadze Z. G. 283  
 Gotsadze G. A. 616  
 Grigolia M. P. 303  
 Grikurova D. A. 500  
 Gulisashvili B. A. 240  
 Guraspashvili I. A. 151  
 Gvalia N. K. 624  
 Cvaradze M. I. 276  
 Gvelesiani A. I. 68  
 Gvelesiani G. G. 136  
 Gvelesiani K. P. 620  
 Gverdtsetili I. M. 88, 612  
 Gverdtsetili M. I. 608  
 Gzirishvili T. G. 75  
 Hamdy M. A. 64  
 Iasashvili S. V. 324, 556  
 Inaneishvili Zh. A. 471  
 Inassaridze H. N. 20  
 Jordanishvili G. S. 703  
 Iosebidge J. S. 148  
 Janashvili B. A. 628  
 Janelidze Ch. P. 379  
 Jaoshvili Sh. V. 640  
 Jaoshvili V. Sh. 116  
 Jmukhadze M. S. 48  
 Jokhadze D. I. 728  
 Jorbenadze R. P. 599  
 Kadeishvili T. V. 311  
 Kalandadze N. D. 368  
 Kandelaki G. V. 428  
 Kandelaki M. N. 364  
 Kapanadze I. S. 176  
 Kapanadze J. V. 540  
 Katamadze N. M. 64  
 Kaviladze M. Sh. 584  
 Kaviladze V. E. 707  
 Kavrishvili K. V. 636  
 Kervalishvili Z. I. 92, 624  
 Khachidze M. N. 159  
 Khantadze A. G. 68, 588  
 Kharazishvili A. B. 39  
 Kharachilava D. F. 75  
 Khatiasvili N. G. 356  
 Kheladze Sh. V. 307  
 Khocholava G. M. 68, 592  
 Khomeriki O. K. 412  
 Khoveria N. M. 624  
 Khuchua A. V. 216  
 Khurodze R. A. 680  
 Khvingia M. V. 656  
 Kiknadze A. G. 640  
 Kiknadze Z. V. 340  
 Kiknadze N. R. 448  
 Kintsurashvili D. F. 468  
 Kipiani G. G. 291  
 Kipiani I. B. 387  
 Kirtadze G. Sh. 352, 360  
 Kodua N. D. 676  
 Kokilashvili V. M. 532  
 Kolotova I. D. 220  
 Kolkhidashvili K. M. 712  
 Kopaliani N. D. 656  
 Kudrin D. N. 460  
 Kurdevanidze G. D. 32  
 Kutateladze K. S. 112  
 Kutsiava N. A. 360  
 Kvachadze D. A. 179  
 Kvanchiani E. R. 719  
 Kvavadze E. Sh. 736  
 Kviria M. S. 584  
 Kvitashvili A. I. 364  
 Lanchava O. A. 132  
 Landia N. A. 100  
 Lekveishvili D. N. 584  
 Lobzhanidze T. 15, 212  
 Loladze T. N. 660  
 Lomidze D. V. 416  
 Lominadze T. A. 231  
 Lomsadze B. A. 192, 460  
 Lortkipanidze M. G. 487  
 Makhaldiani V. V. 144  
 Makharoblishvili N. G. 79  
 Makovets S. E. 140  
 Maloletnev V. I. 452  
 Mamaladze M. V. 376  
 Mamaladze Yu. G. 340  
 Martkoplshvili G. S. 52  
 Maruashvili L. I. 504  
 Mebagishvili N. N. 68,  
 592  
 Megrelidze A. G. 208  
 Melashvili T. A. 584  
 Melashvili Yu. K. 648  
 Mel'a N. S. 428  
 Melikadze L. D. 148  
 Metreveli G. S. 383  
 Mgebrishvili M. A. 596  
 Mikadze I. S. 379  
 Mikeladze E. A. 364  
 Mikeladze M. Sh. 324  
 Miminoshvili T. B. 196  
 Mindeli M. G. 420  
 Mindaishvili G. S. 603  
 Mirianashvili M. M. 580  
 Mosidze V. M. 184  
 Nakhushev A. M. 548  
 Nalbandian M. N. 407  
 Nanobashvili E. M. 376  
 Naskidashvili I. A. 52  
 Naskidashvili P. P. 438  
 Nazarishvili T. Yu. 644  
 Nguyen Dang Quang 88  
 Nguen-Hyu-Nghia 167  
 Nikolashvili A. A. 140  
 Nogaideli A. I. 603  
 Obolashvili E. I. 535  
 Oniani J. A. 460  
 Oniani Sh. I. 132  
 Oparina G. K. 92  
 Oparina K. G. 624  
 Orlova G. A. 640  
 Osidze A. G. 315  
 Oshoridze S. P. 172  
 Oziashvili D. Sh. 136  
 Pantskhava Sh. I. 684

- Pavlenishvili T. A. 100  
 Peradze A. G. 752  
 Petriashvili R. A. 688  
 Pinyazhko R. M. 599  
 Pirtskhalava N. I. 84  
 Plushchik L. I. 92  
 Pogrebinski B. M. 24  
 Popov V. R. 198, 203  
 Popovidi R. S. 580  
 Pruidze G. N. 719  
 Pulariani I. I. 396
- Rakviashvili N. R. 728  
 Ratiani I. A. 44  
 Rizhamadze M. B. 75  
 Rizhinashvili R. S. 181
- Salukvadze R. G. 48  
 Sanadiradze G. S. 700  
 Shakulashvili O. A. 48  
 Shalashvili A. G. 723  
 Sharashidze G. L. 216  
 Shengelia F. K. 124  
 Shengelia M. G. 192  
 Shengelia O. V. 652  
 Shevyreva N. S. 228  
 Shteinberg G. Ya. 412  
 Shtromberg A. Ya. 692  
 Shubitidze K. Z. 320, 556  
 Shudra O. S. 48
- Shumov N. G. 320, 556  
 Shumski F. Z. 92  
 Shvangiradze A. V. 628  
 Shvelashvili A. E. 364  
 Simonidze M. Sh. 187  
 Skobeleva N. I. 715  
 Sopromadze A. N. 196  
 Surmava G. M. 140  
 Svani D. D. 496  
 Svanidze Ts. I. 120
- Tabidze P. P. 631  
 Takaishvili T. V. 163  
 Taktakishvili I. G. 756  
 Tarkashvili D. V. 476  
 Tatishvili T. G. 616  
 Tavadze F. N. 140  
 Tavartkiladze I. N. 616  
 Tavkhelidze D. S. 144,  
 400, 664  
 Telia Z. A. 452, 696  
 Teplitskaya T. A. 104, 372  
 Tevdoradze L. A. 487  
 Tevdoradze V. V. 463  
 Tevzadze L. A. 84  
 Timchenko A. S. 443  
 Tkemaladze G. N. 660  
 Tkeshelashvili R. S. 603  
 Togonidze G. I. 504  
 Togonidze V. A. 564
- Toidze I. S. 198  
 Topuridze M. B. 48  
 Toronjadze T. A. 288  
 Totchiev F. G. 660  
 Tsagareishvili T. Sh. 507  
 Tsartsidze M. A. 192  
 Tsereteli R. I. 671  
 Tsertsvadze B. I. 335  
 Tsiklauri G. Ch. 723  
 Tsitsishvili V. G. 348  
 Tskhvedadze R. M. 128  
 Tussetlia M. V. 236  
 Tusishvili O. Sh. 648
- Utkina L. Ph. 104, 372
- Vachnadze N. V. 203  
 Varsimashvili R. Sh. 668  
 Vshakidze I. Sh. 575  
 Verulashvili R. D. 112  
 Vorobyov L. N. 460
- Wafia El Said Tyour 96
- Zaalishvili M. M. 187, 712  
 Zhegallo V. I. 228  
 Zhgenti G. V. 435  
 Zviadadze G. N. 108,  
 396, 652



## 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 принимаются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи — без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, 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 машиннописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишется 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 та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или 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.



## ს ა მ ტ ო რ თ ა ს ა ხ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოსადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოხატვის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგინად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცხები მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მიუტულება ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებულ ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღმოატყობდეს 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 დებულთან თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებულ ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, 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, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტობილისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდვე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ბატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოითარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენეთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

623/135



№ 1 856.  
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181