



S 24 /  
1975 / 3

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

განი 79 ტომ

№ 3

საბჭოთაობა 1975 სენტაბრი

თბილისი \* ტვილისი \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

13/118

ტომი 79 TOM

№ 3

სექტემბერი 1975 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
ბიულეტენი  
ბიულეტენი

### სარედაქციო კოლეგია

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. ვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის-  
მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღერძიანი, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი,  
ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ე. 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. Гамкrellidze, Т. В. Гамкrellidze, И. М. Гигинейшвили  
(зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили,  
С. В. Дурмишidze, Н. Н. Кеcховели, В. Д. Купраძე, Н. А. Ландиа  
(зам. главного редактора), В. В. Махалиани, Г. А. Меликишвили,  
Н. И. Мухелишвили, В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелиძე,  
Е. К. Харაძე (главный редактор), Г. Р. Хуцишвили,  
А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ვ. მახარაძე  
Ответственный секретарь Г. Е. Махарაძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.9.1975; შვც. № 2831; ანაწილის ზომა 7×12;  
ბლაღის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო  
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 11632; ტირაჟი 1850

\* \* \*

Подписано к печати 20.9.1975; зак. № 2831; размер набора 7×12; размер  
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный  
лист 22,5; УЭ 11632; тираж 1850

\* \* \*

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

\* \* \*

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



## შ ი ნ ა რ ს ი

### მათემატიკა

- \* ლ. ეიქიაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ჭერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ 531
- \* გ. დიხაშინაძე. პირველი რიგის წრფივ განტოლებათა სისტემის მიერ შექმნილი ოპერატორის სპექტრალური თვისებები 536
- \* ა. ხაბაზიშვილი. ინვარიანტულ ზომათა კლასებში ცალსახობის თვისების მქონე სიმრავლეების შესახებ 540
- \* მ. მაქელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიოსი). უბან-უბან უწყვეტი წარმოებულების მქონე უბან-უბან უწყვეტი ფუნქციის გაშლის ნაშთითი წევრის შეფასების შესახებ 543
- \* მ. ზამბახოვსკი, ი. ჩახტაური. პროექციული სივრცეები ალგებრებზე 548
- \* ლ. ზამბახიძე, ბ. პასინკოვი. სივრცეთა ზოგიერთ სპეციალურ კლასში განზომილების ტიპის ფუნქციითა ყოფილების შესახებ 552

### მექანიკა

- \* ე. ბარამიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. პატარაია, რ. ლალანაძე. კიდული ბაგირჯის შენელებას პერიოდის მათემატიკური აღწერა და გამოკვლევა ვაგონის მასის ცვლილების გათვალისწინებით 556
- \* გ. ბაზლაძე. მსახველთა გასწვრივ გრძივი სახსრების მქონე ლია ცილინდრული გარსების თეორიისათვის 560

### აბამრნატიკა

- გ. ანანიშვილი, ვ. ვარშავსკი, ა. გიორგაძე. საიმედობის შეფასება რიდ-მალურის მაკორექტირებელი კოდების დეკოდირებისათვის 561
- \* ლ. ბაშალეიშვილი. შემამკირებელი სისტემის ოფენტიფიკაცია 563
- \* ი. შუშტაკაშვილი. ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევის ალგორითმიზაცია შემავრთბელი და განმზოლოებადი გზების შემცველ სტოქასტიკურ ქსელურ გრაფებში 572

### ფიზიკა

- \* გ. ბაგრატიშვილი, რ. ჭანელიძე, ნ. ქურდიანი, ო. საქსაგანსკი.  $Ge_3N_4$  დიელექტრიკიანი მდნ სტრუქტურები 575
- \* ა. კოროლი. ფიზიკური კარტირების მეთოდი 579
- \* ე. გეორგაძე, ვ. კვანანაძე, რ. ქუხარსკი, ვ. ჩაგულოვი. ევროპიუმის ხელატიმ აქტივირებული პოლისტიროლის ზოგიერთი სპექტრალური მახასიათებელი 583

### ბიოფიზიკა

- \* ა. გველესიანი, ა. ხანთაძე, ე. კურცხალია. იონისფეროში ქარის გეოსტროფიულობის შესახებ 586
- \* ა. ქარცივაძე, დ. კირკიტაძე, მ. ოდიშარი, ვ. ჩიხლაძე. ლაზერული გამოსხივების შესუსტების კოეფიციენტის დამოკიდებულება ხელოვნური ნისლების წულიანობაზე 592

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- \*მ. ალექსიძე, კ. ქართველიშვილი. სიმშიმის ძალის ნორმალური ფორმულა გრავიმეტრიული მონაცემების რეგიონალური გეოლოგიური ინტერპრეტაციისათვის 596
- \*გ. სეხნიაიძე, მ. ჯანიკაშვილი. ჯავახეთის ზეგნის ანომალური მაგნიტური ველის გეოლოგიური ინტერპრეტაციის საკითხისათვის 599

#### ორბანული ძივნი

- \*ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. თალაკვაძე. მესამადი ციკლური ვინილაცეტონური სპირტების სინთეზი, პიდროსილალირება და პიდროგერმილირება 604

#### ელემენტარული

- \*რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯალიაშვილი, ს. სმოცოვა. საფერითე კაზში მინარეგების შემცირების შესაძლებლობის კვლევა 607
- \*გ. შაპოვალი, ნ. გასვიანი, ო. წიკლაური.  $MoO_4^{2-}$ -ის ელექტროქიმიური აღდგენის კინეტიკური სტადიის ოსცილომომოგრაფიული შესწავლა გამლღვალ  $KCl-NaCl$ -ის ფონზე 612

#### ქიმიური ტექნოლოგია

- \*შ. სიღამონ-ერისთავი, გ. აზმაიფარაშვილი, გ. ოდილაძე, რ. გოგორიშვილი. გამლღვალ ქლორიდებში ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორების პროცესის გამოკვლევა 616

#### ფარმაცოქივნი

- \*ლ. ბეშინთაიშვილი, მ. სულთანხოვაძე, მ. იუნუსოვი, ქ. მუჯირი. *Delphinium elisabethae* N. Busch.-ის ალკალოიდები 619

#### ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ლ. მარუაშვილი, ნ. მამაცაშვილი, რ. ხაზარაძე. გორდის პლესტოცენური ტბა 623

#### გეოლოგია

- \*ფ. შენგელია. სამეგრელოს მეოტურის შესახებ 628
- \*ნ. ძოწენიძე, ს. ყულოშვილი, ბ. თუბერიძე. ჯავახეთის ქედის ცენტრალური ნაწილის ვულკანოგენური წარმონაქმნების გეოლოგიისათვის 632
- \*შ. ადამია, მ. ბერიძე, გ. ლობჯანიძე, ზ. ლოლაძე, ო. ხუციშვილი, გ. კიკინაძე. იურულისწინა მეტამორფული ქანების ნაჩენის აღმოჩენა მდ. შოლედის ხეობაში (აფხაზეთი) 635

#### კალეონტოლოგია

- \*მ. უზნაძე, ე. ცაგარელი. გოდერძის ფლორის ახალი ადგილსაპოვებელი 639

#### კებტოლოგია

- \*ნ. თათრეიშვილი. კავკასიონის მეტამორფიტებში ამფიბოლების კრისტალოქიმიური თავისებურებანი 644
- \*მ. აბესაძე. ახალი მონაცემები ძირულის კრისტალური მასივის მეტამორფული ფიქლების (ფილიტების) დანაწილების შესახებ 647

#### გეოქივნი

- \*ნ. გოლიაძე, გ. სუბატაშვილი, გ. ჩიხრაძე. საქართველოს მდინარეების შეტენარებული ნივთიერებების მაკროქიმიური შემადგენლობის შესახებ 652

სამშენებლო მშენიანება

- \*ნ. ბულია. წრიული ზერელის მქონე მრავალფენიანი ანიზოტროპული დამრეცი გარსების ანგარიშის ახალი ზერბი 655

საბაზოთა დამუშავება და გაამდიდრება

- \*ლ. მახარაძე, დ. სულაბერიძე. გადამტუმბავი საღებურების რაოდენობისა და განლაგების აღვილის განსაზღვრა მრავალაფეხურიან მაგისტრალურ პიდრო-სატრანსპორტო სისტემებში 660

მანქანათმშობვეობა

- \*დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი. ბრტყელი შეიდრგოლა სახსრიათი მექანიზმის სინთეზის საკითხისათვის 664

ელემენტობა

- \*ა. კოტია, გ. ვადაძეკორია. სამსხივიანი პარამეტრული დენის წყაროების ოპტიმალური პროექტირების საკითხისათვის 668
- \*ე. დონიაშვილი. წრფილი ბიჭური ძრავის ლუზის ერთმხრივი მანქანური მიზიდულობის რადიალური ძალების ანგარიშის საკითხისათვის 672

ნიდაბმობა

- \*რ. პეტრიაშვილი, ა. ბობროვიცი. სამხრეთ საქართველოს მთის შემოწების და ტყის ყომრალი ნიადაგების წვრილდისპერსიული ნაწილის მინერალოგიური შედგენილობისა და თვისებების შესწავლისათვის 675

მეტაქვიზება

- \*რ. ჩაგელიშვილი. მთის ტყეების წყალშემნახავი ფუნქციის შესახებ 679
- \*ა. კანდელაკი, ე. კაპანაძე. ზრდის სტიმულატორები და მხხვლეტავი ნაძვის (*Picea pungens* Engelm.) დაფესვიანების თავისებურებანი 683
- \*თ. ჯაფარიძე. ნაძვნარ-სოკნარი ტყის გავლენა ქარის სისწრაფეზე 686

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- \*გ. ელენტი. ზამთრის ვეგეტაციის მქონე ზოგერთი მცენარის ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა 690

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ს. ნარიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. ნარიკაშვილი. სპონტანური „თითისტარის“ გავლენა ქერქის გალიზიანებით გამოწვეულ რიტმულ შემდეგმოქმედებაზე 695
- \*ა. მელია, მ. ხვინგია. ვიბრაციის გავლენა ხელის კუნთების ელექტრულ აქტივობაზე 699

ბიოქიმია

- \*თ. ჯარიაშვილი. მასალები, რომელნიც იკვლევენ ბიოგენური ამინების მოქმედების სპეციფიკას ტრანსპორტული აბზაზების აქტივობაზე 703

ფიტოკათოლოგია

- \*ი. ხუდიაკოვი, ლ. კოროლი, ა. პოპკოვი, რ. მათეშვილი, ე. კუზმინი, გ. ყალიჩაევი. 0-პიდროქსიფენოქსილის რადიკალის გაქრობის კინეტიკის შესწავლა სპილენძის იონების თანყოფენისას 708

## ენთომოლოგია

- \*ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. შონია, მ. კვინიკაძე, ი. ვერბა. პრეპარატ კლას-ს მოქმედების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში 712
- \*მ. ალექსიძე, გ. ალექსიძე, მ. თვარაძე. ნაძვის დიდი ლაფანჭამიასაგან ტყის ბიოლოგიური დაცვისათვის ზოგიერთი მათემატიკური გაანგარიშება 716

## ზოოლოგია

- \*რ. ჟორდანიას, მ. ბაქრაძე, რ. ტარტარაშვილი. ახალი მონაცემები კატის გველის (*Telescopus fallax*) არეალისათვის კავკასიაში 718

## ქისტოლოგია

- ბ. კანკავა, ნ. კინწურაშვილი. გონაღების რეაქცია უცხო ცილების შემოქმედებაზე ქათმის ემბრიოგენეზში 721

## ციტოლოგია

- \*დ. კობლაძე, ლ. გოგიაშვილი. პერიფერიული სისხლის ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურის თავისებურება ორსულთა ტოქსოპლაზმოზის დროს 728

## მასპირიმიენტული მიოფოლოგია

- \*რ. ლეჟავა. მოზრდილი ქათმის წინაგულებისა და პარკუჭების ექსტრაქტების გავლენა 11-დღიანი ქათმის ჩანსახის გულის პროლიფერაციულ აქტივობაზე 732
- \*ნ. შენგელია. გასერის კვანძის განვლიოზური უჯრედებისა და ნერვული ბოჭკოების მორფოლოგიური ცვლილებები სამწვერა ნერვის ალკოჰოლიზაციის შემდეგ 734
- \*ზიგ. ზურაბაშვილი, თ. ჭურაძე. ქრომატინულ-დეზოქსინუკლეოპროტეიდული ძაფების (ძაფი-დნპ) თავისებურებების შესწავლის საკითხისათვის 739

## მასპირიმიენტული მიციტინა

- \*ა. რომანკო. გულის ელექტრული დეპოლარიზაციის ფაზის შევიწროება და მისი გამოყენების პერსპექტივა 743
- \*გ. ტატიშვილი, ს. ენუქიძე. პოტენციომეტრული მეთოდის გამოყენება თირკმლის ქანგვა-ალდგენითი პროცესების, ტუტე-მეაფური წონასწორობისა და ელექტროლიტური ცვლის შესწავლის მიზნით 747

## ენათმეცნიერება

- დ. ქლენტი. მწკრივთა ფორმების წარმოება ბესიკის თხეულებებში 749

## ფილოლოგია

- თ. ჭაგოდნიშვილი, რ. ერისთავის ფოლკლორულ-შემკრებლობითი მუშაობის ისტორიიდან 753

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Л. В. Жвицашвили (член-корреспондент АН ГССР). О суммировании кратных тригонометрических рядов 529
- Г. В. Диханиджия. Спектральные свойства оператора, порожденного системой уравнений первого порядка 533
- А. Б. Харазишвили. О множествах со свойством однозначности в классах инвариантных мер 537
- Ш. Е. Микеладзе (академик АН ГССР). К оценке остаточного члена разложения кусочно-непрерывной функции с кусочно-непрерывными производными 541
- М. П. Замаховский, И. А. Чахтаури. Проективные пространства над алгебрами 545
- Л. Г. Замбахидзе, Б. А. Пасынков. Поведение функций размерностного типа в некоторых специальных классах пространств 549

### МЕХАНИКА

- К. М. Барамидзе (член-корреспондент АН ГССР), Д. И. Патарая, Р. Л. Гаганидзе. Математическое описание и исследование периода заедения подвесной канатной дороги с учетом изменения массы влоца 553
- Г. Ш. Базгадзе. К теории открытых цилиндрических оболочек с продольными (вдоль образующих) шарнирами 557

### КИБЕРНЕТИКА

- \* Г. Г. Ананишвили, В. Д. Варшавский, А. Х. Гиоргадзе. Оценка надежности декодеров для корректирующих кодов Рида—Маллера 563
- Д. И. Башалейшвили. Идентификация уменьшающей системы 565
- И. И. Шустакашвили. Алгоритмизация выбора оптимальных вариантов в стохастических сетевых графах, включающих соединительные и разъединительные пути 569

### ФИЗИКА

- Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джанелидзе, Н. И. Курдчани, О. В. Саксаганский. МДП-структуры на основе  $Ge_2N_4$  в качестве диэлектрика 573
- А. Н. Король. Метод физического картирования 577
- Е. З. Георгадзе, В. И. Капанадзе, Р. Н. Кухарский, В. С. Чагулов. Некоторые спектральные характеристики хелата свония в полистироле 581

### ГЕОФИЗИКА

- А. И. Гвелесиани, А. Г. Хаптадзе, Е. Г. Курцхалия. О геострофичности ветра в ионосфере 585
- А. И. Карцивадзе, Д. Д. Киркитадзе, М. А. Эдвария, В. А. Чихладзе. Зависимость коэффициента ослабления лазерного излучения от водности искусственных туманов 589

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



- М. А. Алексидзе, К. М. Қартвелишвили. Нормальная формула силы тяжести для региональной геологической интерпретации гравиметрических данных 593
- Г. А. Сехниаидзе, М. Г. Джаникашвили. К вопросу о геологической интерпретации аномального магнитного поля Джавахетского нагорья 597

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Т. Г. Талаквადзе. Синтез и гидросилилирование и гидрогермилирование третичных циклических винилацетиленовых спиртов 601

## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), М. Н. Джалиашвили, С. В. Смыкова. Исследование возможности понижения содержания примесей в ферритовом сырье 605
- В. И. Шаповал, Н. А. Гасвиани, О. Г. Циклаури. Осциллополярграфическое изучение кинетической стадии при электровосстановлении  $\text{MoO}_4^{2-}$  на фоне расплава  $\text{KCl}-\text{NaCl}$  609

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Ш. Э. Сидамон-Эристави, Г. Л. Азмайпарашвили, Г. Г. Одилвадзе, Р. П. Геґоргишвили. Исследование процесса хлорирования целестинового концентрата в расплавленных хлоридах 613

## ФАРМАКОХИМИЯ

- Л. В. Бешиташвили, М. Н. Султанходжаев, М. С. Юнусов, К. С. Муджири. Алкалоиды *Delphinium elisabethae* N. Busch. 617

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. И. Маруашвили, Н. С. Мамацашвили, Р. Д. Хазарадзе. Гордское плейстоценовое озеро 621

## ГЕОЛОГИЯ

- Ф. К. Шенгелия. О мзотисе Мегрелии 625
- Н. М. Дзоценидзе, С. И. Кулошвили, Б. Д. Тутберидзе. К геологии вулканогенных образований центральной части Джавахетского хребта 629
- Ш. А. Адамия, М. А. Беридзе, Г. П. Лобжанидзе, З. И. Леладзе, О. Д. Хуцишвили, Г. Л. Чичинадзе. Обнаружение выхода доюрских метаморфических пород в ущелье р. Шоудид (Абхазия) 633

## ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- М. Д. Узнадзе, Е. А. Цагарели. О новом местонахождении гондерской флоры 637

## ПЕТРОЛОГИЯ

- Н. Ф. Татришвили. Кристаллохимические особенности амфиболов в метаморфитах Большого Кавказа 641
- М. Б. Абесадзе. Новые данные о расчленении метаморфических сланцев (филлитов) Дзирульского кристаллического массива 645

## ГЕОХИМИЯ

- Н. С. Голиадзе, Г. Д. Сунаташвили, Г. А. Чихрадзе. О макрохимическом составе взвешенных веществ рек Грузии 649

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Н. П. Булия. Новый способ расчета многослойных анизотропных пологих оболочек с круговым отверстием 653

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Л. И. Махарадзе, Д. Г. Сулаберидзе. Определение количества и мест расположения перекачивающих станций в многоступенчатых магистральных гидротранспортных системах 657

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиташвили. К вопросу синтеза плоского семизвенного шарнирного механизма 661

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. К вопросу оптимального проектирования параметрических источников тока по трехлучевой схеме 665  
Э. С. Гониашвили. К вопросу расчета радиальных сил одностороннего магнитного притяжения якоря линейного шагового двигателя 669

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Р. А. Петриашвили, А. В. Бобровицкий. К изучению минералогического состава и свойств тонкодисперсных фракций горных черноземов и бурых лесных почв Южной Грузии 673

## ЛЕСОВОДСТВО

- Р. Г. Чагелишвили. О водоохранной функции горных лесов 677  
А. А. Канделаки, Е. Е. Капанадзе. Стимуляторы роста и особенности корнеобразования у стеблевых черенков ели колочей, голубой 681  
Т. М. Джапаридзе. Влияние елово-пихтового леса на скорость ветра 685

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Г. В. Жгенти. Динамика фотосинтеза и дыхания некоторых зимневегетирующих растений 689

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР), М. С. Нарикашвили. Отношение спонтанной вспышки «веретена» к ритмическому разряду последствия, вызванного корковым раздражением 693  
А. С. Мелия, М. В. Хвингия. Влияние вибрации на электрическую активность мышц руки 697

## БИОХИМИЯ

- Т. Я. Джариашвили. Материалы, выясняющие специфику действия биогенных аминов на активность транспортных АТФаз 701

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- И. В. Худяков, Л. Л. Короли, А. В. Попков, Р. Г. Матешвили, В. А. Кузьмин, Г. С. Каличава. Исследование кинетики гибели о-гидроксифеноксильного радикала в присутствии ионов меди 705

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Д. А. Шония, М. Д. Квиникадзе, И. П. Верба. О продолжительности действия препарата ПЛК в природных условиях 709
- М. А. Алексидзе, Г. Н. Алексидзе, М. С. Тзарадзе. О некоторых математических задачах биологической защиты лесов от большого елового лубоеда 713

## ЗООЛОГИЯ

- Р. Г. Жордания, М. А. Бакрадзе, Р. В. Тэртарашвили. Новые данные об ареале кошачьей змеи (*Telescopus fallax*) на Кавказе 717

## ГИСТОЛОГИЯ

- \* В. Л. Канкава, Н. Т. Кинцурашвили. Реакция гонад при воздействии чужеродным белком в эмбриогенезе кур 723

## ЦИТОЛОГИЯ

- Д. К. Коплатадзе, Л. Е. Гогиашвили. Ультраструктурные особенности лейкоцитов периферической крови беременных при токсоплазмозе 725

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Р. А. Лежава. Влияние экстрактов предсердий и желудочков сердца взрослой курицы на пролиферативную активность сердца 11-дневного куриного зародыша 729
- Н. Ш. Шенгелия. Морфологические изменения ганглиозных клеток тассерова узла и нервных волокон после алкоголизации тройничного нерва 733
- Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. К вопросу изучения характера хроматиновых дезоксирибонуклеотидных нитей или нитей ДНП 737

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. М. Романко. Сужение фазы дегляризации желудочков сердца и перспективность ее применения 741
- Г. Г. Татишвили, С. П. Енукидзе. Применение потенциометрического метода для изучения окислительно-восстановительных процессов, кислотно-щелочного равновесия и электролитного обмена в почке 745

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* Д. Г. Жгенти. Образование форм рядов в произведениях Бесики 751

## ФИЛОЛОГИЯ

- Т. И. Джагоднишвили. Из истории фольклорно-собирательской работы Р. Д. Эристави 756

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

|   |     |
|---|-----|
| L. V. Zhizhiashvili. On the summability of multiple trigonometric series  | 531 |
| G. V. Dikhaminjia. Spectral properties of an operator generated by a system of first order equation   | 536 |
| A. B. Kharazishvili. On sets with the uniqueness property in classes of invariant measures  | 540 |
| Sh. E. Mikeladze. On the estimation of the remainder term of the expansion of piece-wise continuous function with piece-wise continuous derivatives | 543 |
| M. P. Zamakhovskii, I. A. Chakhtauri. Projective spaces over algebras   | 548 |
| L. G. Zambakhidze, B. A. Pasyukov. On the behaviour of dimensional-type functions in some special classes of topological spaces                     | 552 |

### MECHANICS

|   |     |
|---|-----|
| K. M. Baramidze, D. I. Patariaia, R. L. Gaganidze. Mathematical description and research of the period of the slowing down of the ropeway considering the change in the mass of the cable truck | 556 |
| G. Sh. Bazgadze. A contribution to the theory of open cylindrical shells with longitudinal hinges along the generators  | 560 |

### CYBERNETICS

|   |     |
|---|-----|
| G. G. Ananiashvili, V. D. Varshavskii, A. Kh. Giorgadze. Reliability estimation for the decoders of Reed Muller error-correcting codes                        | 563 |
| D. I. Basialeishvili. Identification of a reducing system   | 568 |
| I. I. Shushtakashvili. Some algorithms for the selection of optimal variants in stochastic network graphs, including connective and disconnective path routes | 572 |

### PHYSICS

|  |     |
|--|-----|
| G. D. Bagratishvili, R. B. Janelidze, N. I. Kurdiani, O. V. Sak-sagansky. MIS-structures on $Ge_3N_4$ used as dielectrics          | 576 |
| A. N. Koroi. Physical mapping technique  | 579 |
| E. Z. Giorgadze, V. I. Karanadze, R. N. Kukharsky, V. S. Chagulo. Some spectral characteristics of europium chelate in polystyrene | 584 |

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

## GEOPHYSICS

- A. I. Gvelesiani, A. G. Khantadze, E. G. Kurtskhalia. On the geotrophicity of wind in the ionosphere 588
- A. I. Kartsvadze, D. D. Kirkitadze, M. A. Odisharia, V. A. Chikhladze. The dependence of the extinction coefficient of laser radiation on the water content of artificial fogs 592
- M. A. Aleksidze, K. M. Kartvelishvili. Normal gravity formula for the regional geological interpretation of gravimetric data 596
- G. A. Sekhniaidze, M. G. Janikashvili. Concerning the geological interpretation of the Javakheti plateau anomalous magnetic field 600

## ORGANIC CHEMISTRY

- I. M. Gverdfsiteli, T. G. Talakvadze. Synthesis, hydrosilylation and hydrogermilation of tertiary cyclic vinylacetylene carbinols 604

## ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, M. N. Jaliashvili, S. V. Smykova. Investigation of the possibility of the content reduction of impurities in ferrite raw material 607
- V. I. Shapoval, N. A. Gasviani, O. G. Tsiklauri. Oscillo-polarographic study of the kinetic stage of the electrolytic reduction of  $\text{MoO}_4^{2-}$  against the background of melted  $\text{KCl-NaCl}$  612

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- Sh. E. Sidamon-Eristavi, G. L. Azmaiparashvili, G. G. Odilavadze, R. P. Gogorishvili. Investigation of the chlorination process of celestite concentrates in molten chlorides 616

## PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- L. V. Beshitashvili, M. N. Sultankhojaev, M. S. Yunusov, K. S. Mujiri. Alkaloids of *Delphinium Elisabethae* N. Busch 619

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Maruashvili, N. S. Mamatsashvili, R. D. Khazaradze. The Pleistocene lake of Gordi 624

## GEOLOGY

- F. K. Shengelia. On the Maeotian of Megrelia 628
- N. M. Dzotsenidze, S. I. Kuloshvili, B. D. Tutberidze. On the Geology of the volcanic rocks of the central part of the Javakheti ridge 632
- Sh. A. Adamia, M. A. Beridze, G. P. Lobzhanidze, Z. I. Loladze, O. D. Khutsishvili, G. A. Chichinadze. A new exposure of the Pre-Jurassic metamorphic rocks in the Shoudid gorge (Abkhazia) 635

PALAEOBIOLOGY

- M. D. Uznadze, E. A. Tsagareli. A new location of the Goderdzi flora 639

PETROLOGY

- N. F. Tatrishvili. The crystallochemical peculiarities of amphiboles of metamorphosed rocks of the Greater Caucasus 644
- M. B. Abesadze. New data on the subdivision of metamorphic schists (phyllites) in the Dzirula crystalline mass 647

GEOCHEMISTRY

- N. S. Goliadze, G. D. Supatashvili, G. A. Chikhradze. On the macrochemical composition of suspended matter transported by the rivers of Georgia 652

STRUCTURAL MECHANICS

- N. P. Bulia. A new method of calculation of multilayer anisotropic slope shells with circular apertures 656

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- L. I. Makharadze, D. G. Sulaberidze. Determination of the number and disposition of plumping stations in main multistage hydraulic handling systems 660

MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. Concerning the synthesis of seven-link planar hinged mechanisms 664

ELECTROTECHNICS

- A. K. Kotia, G. V. Vadachkoria. On the optimal design of parametric current sources by three-ray circuit 668
- E. S. Goniashvili. On the calculation of radial forces of unidirectional magnetic attraction of linear step motor armature 672

SOIL SCIENCE

- R. A. Petriashvili, A. V. Bobrovitski. Mineralogical composition and properties of fine fraction of mountain chernozems and brown forest soils of southern Georgia 676

FORESTRY

- R. G. Chagelishvili. On the water conservation function of mountain forests 679
- A. A. Kandeljaki, E. E. Kapanadze. Growth stimulators and peculiarities of root formation in Colorado spruce franch cuttings 684
- T. M. Japaridze. The influence of spruce-fir forest on the wind velocity 687

## PLANT PHYSIOLOGY

- G. V. Zhgenti. The dynamics of photosynthesis and respiration of some winter vegetative plants 691

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- S. P. Narikashvili, M. S. Narikashvili. Influence of spontaneous spindle burst on the cortically induced rhythmic afterdischarge 695
- A. S. Melia, M. V. Khvingia. Vibration influence on the electric activity of the muscles of the arm 700

## BIOCHEMISTRY

- T. Ya. Jariashvili. Materials elucidating the specificity of the action of biogenic amines on the activity of transport ATPases 704

## PHYTOPATHOLOGY

- I. V. Khudyakov, L. L. Korolli, A. V. Popkov, R. G. Matashvili, V. A. Kuzmin, G. S. Kalichava. Decay kinetics of o-hydroxyphenoxyl radicals in the presence of cupric ions 708

## ENTOMOLOGY

- L. D. Melikadze, J. A. Shonia, M. D. Kvinikadze, I. P. Verba. On the duration of the action of the preparation PLK in natural conditions 712
- M. A. Aleksidze, G. N. Aleksidze, M. S. Tvaradze. About some mathematical tasks of the biological protection of forests from the european spruce bark beetle 716

## ZOOLOGY

- R. G. Zhordania, M. A. Bakradze, R. V. Tartarashvili. New evidence on the areal distribution of the cat snake (*Telescopus fallax*) in the Caucasus 718

## HISTOLOGY

- V. L. Kankava, N. T. Kintsurashvili. The reaction of gonads under the action of foreign albumin in chick embryogeny 723

## CYTOLOGY

- D. K. Koplatadze, L. E. Gogiashvili. Change of the ultrastructure of the placenta in the case of toxoplasmoses in pregnant women 728

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- R. A. Lezhava. The action of extracts of auricles and ventricles of adult hen on the proliferative activity in the cardiac muscle of 11-day-old chick embryo 732
- N. Sh. Shengelia. Morphological changes of Gasserian ganglionic cells and nerve fibres following alcoholization of the trigeminal nerve 735
- Zig. A. Zurabashvili, T. A. Churadze. On the study of the nature of DNP threads 738

EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. M. Romanko. A narrower of the electric depolarization period and its prospective use 743
- G. G. Tatishvili, S. P. E nukidze. The use of the potentiometric method in the study of redox processes, acidic-alkaline balance and electrolytic metabolism in the kidneys 747

LINGUISTICS

- D. G. Zhgenti The formation of tenses in Besiki's works 752

PHILOLOGY

- T. I. Jagodnishvili. From the history of R. Eristavi's activities in collecting folklore materials 756



Л. В. ЖИЖИАШВИЛИ  
 (член-корреспондент АН ГССР)

О СУММИРОВАНИИ КРАТНЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ

1. Введем сначала обозначения, которые будут использованы в дальнейшем. Через  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ , ... будем обозначать точки  $n$ -мерного ( $n \geq 1$ ) евклидова пространства  $E_n$ ; предполагается также, что  $\vec{x} + \vec{y} = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, \dots, x_n + y_n)$ ,  $k\vec{x} = (kx_1, kx_2, \dots, kx_n)$ . Далее, если  $M_n = (1, 2, \dots, n)$  и  $B$  — произвольное подмножество из  $M_n$ , то символом  $\vec{x}_B$  обозначаем те точки из  $B$ , у которых от нуля отличны лишь те координаты, индексы которых составляют множество  $B$ . Будут использованы и следующие обозначения:  $R_n = [-\pi, \pi]^n$ ,  $R_n(B) = \{\vec{x}_B: |x_{i_j}| \leq \pi, \forall i_j \in B, i_j \leq n\}$ , а  $k(B)$  — число элементов множества  $B$ . Затем, если  $B = (i_1, i_2, \dots, i_k)$ ,  $i_j \neq i_e$  при  $j \neq e$ ,  $i_k \leq n$ , то  $d\vec{x}_B = ds_{i_1} \cdot ds_{i_2} \cdot \dots \cdot ds_{i_k}$ .

2. Будем рассматривать функции  $f: R_n \rightarrow E_1$ ,  $2\pi$ -периодические относительно каждого из переменных. Если  $f \in L(R_n)$ , то через  $\sigma_n[f]$  обозначим  $n$ -кратный (см., например, [1], стр. 75) тригонометрический ряд функции  $f$ ; символом же  $\bar{\sigma}_n[f, B]$  обозначим сопряженный тригонометрический ряд для  $\sigma_n[f]$  по тем переменным (см. [1], стр. 81), индексы которых составляют множество  $B$ . Далее, если  $f \in L(R_n)$ , то выражение

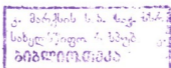
$$\bar{f}_B(\vec{x}) = \left(-\frac{1}{2\pi}\right)^{k(B)} \int_{R_n(B)} f(\vec{x} + \vec{s}_B) \prod_{i_j \in B} \operatorname{ctg} \frac{s_{i_j}}{2} ds_B$$

будем называть сопряженной функцией  $n$  переменных по совокупности тех переменных, индексы которых составляют множество  $B$  (относительно вопроса существования почти всюду сопряженных функций многих переменных см. [1], стр. 84). Обозначим через  $\bar{S}_{\vec{k}}(\vec{x}, f, B)$  частные суммы порядка  $\vec{k} = (k_1, k_2, \dots, k_n)$  ряда  $\bar{\sigma}_n[f, B]$ , где  $k_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) — целые нестрого положительные числа. Если  $B = \emptyset$ , то  $\bar{S}_{\vec{k}}(\vec{x}, f, \emptyset)$  означает частную сумму ряда  $\sigma_n[f]$ . Выражения

$$\sigma_m^\alpha(\vec{x}, f, B) = \frac{1}{A_m^\alpha} \sum_{k_1=0}^m A_{m-k_1}^{\alpha-1} \bar{S}_{k_1, k_1, \dots, k_1}(\vec{x}, f, B)$$

будем называть  $(C, \alpha)$  средними ряда  $\bar{\sigma}_n[f, B]$ , где

$$A_m^\alpha = \frac{(\alpha+1)(\alpha+2)\dots(\alpha+m)}{m!}, \quad \alpha \neq -2, \alpha \neq -3, \dots$$





3. Метод суммирования  $(C, 1)$  для рядов  $\sigma_2[f]$  впервые применил И. Марцинкевич [2]. В частности, он показал, что если  $f \in L \log^+ L$  на  $R_2$ , то почти всюду на  $R_2$

$$\lim \sigma_m^1(\bar{x}, f, \emptyset) = f(\bar{x}); \quad (1)$$

если же  $f \in C(R_2)$ , то соотношение (1) имеет место в смысле равномерной сходимости. В [3] нами были приведены утверждения, относящиеся к поведению выражения  $\sigma_m^\alpha(\bar{x}, f, \emptyset)$ ,  $\alpha > -1$  для функций  $f \in L^p(R_2)$ ,  $1 \leq p \leq +\infty$  ( $L^\infty \equiv C$ ). В [4] доказано следующее: если  $f \in L(R_2)$ , то почти всюду на  $R_2$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \sigma_m^\alpha(\bar{x}, f, \emptyset) = f(\bar{x}), \quad \alpha > 0,$$

что является существенным обобщением, соответствующим результату И. Марцинкевича [2]. Р. Таберский [5] изучал также некоторые свойства  $\sigma_m^1(\bar{x}, f, \emptyset)$  при  $f \in C(R_2)$  или  $f \in L(R_2)$ . Заметим, что некоторые утверждения (например, теорема 2) вытекают из соответствующих результатов статьи [3].

К этому же кругу вопросов относятся результаты Р. Таберского [6] и Г. Гаймазарова, М. Ф. Тимана [7].

Ниже приводятся результаты, относящиеся к поведению выражения  $\sigma_m^\alpha(\bar{x}, f, B)$ ,  $B \neq \emptyset$ , в смысле сходимости почти всюду на  $R_2$ .

**Теорема 1.** Если  $f \in L \log^+ L$  на  $R_2$ , то

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \sigma_m^\alpha(\bar{x}, f, B) = \tilde{f}_B(\bar{x}), \quad \alpha > 0, \quad B \subset M_2$$

почти всюду на  $R_2$ .

**Теорема 2.** Для любого непустого множества  $B \subset M_2$  и произвольного  $\varepsilon \in (0, 1]$  существует  $f_0 \in L(\log^+ L)^{1-\varepsilon}$  на  $R_2$ , однако

$$\overline{\lim}_{m \rightarrow \infty} |\sigma_m^\alpha(\bar{x}, f_0, B)| = +\infty, \quad \alpha > 0$$

почти всюду на  $R_2$ .

Заметим, что требование  $\alpha > 0$  в теореме 2 не является существенным, так как справедлива

**Теорема 3.** Если  $-1 < \alpha < 0$ , то существует (независимо от множества  $B$ )  $\varphi \in C(R_2)$ , для которого  $\varphi_B \in C(R_2)$ ,  $B \subset M_2$ , однако  $\lim_{m \rightarrow \infty} \sigma_m^\alpha(\bar{x}, \varphi, B)$  не существует ни в одной точке  $\bar{x} \in R_2$ .

Отметим, что для ясности результаты мы сформулировали для случая  $n=2$ , но основные утверждения верны и для случая  $n>2$  (естественно, с соответствующими изменениями в условиях и утверждениях сформулированных теорем).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.3.1975)

ლ. ჟიჟიასვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ  
რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია თეორემები, რომლებიც შეეხებიან ჯერადი შეულ-  
ლებული ტრიგონომეტრიული მწკრივების  $(C, \alpha)$ ,  $\alpha > -1$  მეთოდით შეჯამება-  
დობის საკითხებს. მიღებული შედეგები გარკვეული აზრით საბოლოოა.

MATHEMATICS

L. V. ZHIZHIASHVILI

ON THE SUMMABILITY OF MULTIPLE TRIGONOMETRIC SERIES

Summary

The theorems are given concerning the summability of multiple con-  
jugate trigonometric series by the method  $(C, \alpha)$ ,  $\alpha > -1$ . The results ob-  
tained are finite in a certain sense.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. УМН, 28, 2(170), 1973, 65—119.
2. J. Marcinkiewicz. Ann. della R. Scuola N Sup. di Pisa, 8, 1939, 149—160.
3. Л. В. Жижиашвили. Сиб. матем. ж., 8, № 3, 1967, 548—564.
4. Л. В. Жижиашвили. Изв. АН СССР, сер. матем., 32, № 5, 1968, 112—1122.
5. R. Taberski. Roczn. Polon. iow. mat., 16, Ser. 1, 1972, 113—123.
6. R. Taberski. Bull. Acad. Polon. sci. ser. math. astron. et phys., 18, № 6, 1970, 307—314.
7. Г. Гаймназаров, М. Ф. Тиман. ДАН ТаджССР, 15, № 6, 1972, 6—8.

Г. В. ДИХАМИНДЖИЯ

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОПЕРАТОРА, ПОРОЖДЕННОГО СИСТЕМОЙ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Живашвили 5.3.1975)

1. Пусть  $L$  означает оператор

$$L \equiv \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{d}{dx} + \begin{pmatrix} q_{11}(x) & q_{12}(x) \\ q_{21}(x) & q_{22}(x) \end{pmatrix} \equiv J \frac{d}{dx} + Q(x), \quad (1)$$

где  $q_{ij}(x)$  — действительные функции, определенные на полупрямой  $[0, \infty)$  и  $q_{12}(x) \equiv q_{21}(x)$ .

В настоящей статье исследуются вопросы асимптотического поведения спектральной функции и разложения по собственным вектор-функциям оператора  $L$ . Эти вопросы ранее были изучены И. С. Саргсяном в работах [1, 2], а их полные изложения содержатся в монографии Б. М. Левитана и И. С. Саргсяна [3]. И. С. Саргсян в своих исследованиях использовал предложенный им же канонический вид матрицы

$$Q(x) = \begin{pmatrix} p(x) & 0 \\ 0 & r(x) \end{pmatrix},$$

где функции  $p(x)$  и  $r(x)$  через  $q_{ij}(x)$  выражаются формулами

$$p(x) = \varphi'(x) + q_{11}(x) \cos^2 \varphi(x) + q_{12}(x) \sin 2\varphi(x) + q_{22}(x) \sin^2 \varphi(x), \quad (2)$$

$$r(x) = \varphi'(x) + q_{11}(x) \sin^2 \varphi(x) - q_{12}(x) \sin 2\varphi(x) + q_{22}(x) \cos^2 \varphi(x),$$

причем

$$\varphi(x) = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2q_{12}(x)}{q_{11}(x) - q_{22}(x)}.$$

В наших исследованиях мы будем использовать канонический вид для матрицы  $Q(x)$ , предложенный М. Г. Гасымовым [4], а именно

$$Q(x) = \begin{pmatrix} p(x) & q(x) \\ q(x) & -p(x) \end{pmatrix},$$

где функция  $p(x)$  опять определяется равенством (2), но при

$$\varphi(x) = -\frac{1}{2} \int_0^x \{q_{11}(t) + q_{22}(t)\} dt, \quad (3)$$

а функция  $q(x)$  — равенством



$$q(x) = q_{12}(x) \cos 2\varphi(x) + \frac{1}{2} [q_{22}(x) - q_{11}(x)] \sin 2\varphi(x)$$

при том же значении  $\varphi(x)$  из равенства (3).

Используя другой канонический вид, мы не только значительно упрощаем доказательства и формулы, но и, что существенно, все результаты И. С. Саргсяна, полученные в его работах [1, 2], получаем при менее ограничительных условиях на гладкость элементов матрицы  $Q(x)$ . Очевидно, что если первоначальная матрица

$$\begin{pmatrix} q_{11}(x) & q_{12}(x) \\ q_{21}(x) & q_{22}(x) \end{pmatrix}$$

имеет  $k$  производных, то матрица

$$\begin{pmatrix} p(x) & 0 \\ 0 & r(x) \end{pmatrix}$$

имеет уже  $k-1$  производных, а матрица

$$\begin{pmatrix} p(x) & q(x) \\ q(x) & -p(x) \end{pmatrix}$$

— опять  $k$  производных.

2. Рассмотрим задачу на собственные значения

$$Ly \equiv \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{dy}{dx} + \begin{pmatrix} p(x) & q(x) \\ q(x) & -p(x) \end{pmatrix} y = \lambda y, \quad y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$y_2(0) - h y_1(0) = 0, \quad (5)$$

где  $h$  — произвольное действительное число.

Для изучения асимптотического поведения спектральной функции и вопросов разложения произвольной вектор-функции по собственным вектор-функциям задачи (4)–(5) предварительно изучают задачу Коши для гиперболической системы первого порядка

$$-i \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial t} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} + \begin{pmatrix} p(x) & q(x) \\ q(x) & -p(x) \end{pmatrix} u, \quad (6)$$

$$u(x, 0) = f(x). \quad (7)$$

Для решения задачи Коши (6)–(7) справедлива

**Теорема 1.** Пусть функции  $p(x)$  и  $q(x)$  имеют суммируемые производные в каждом конечном интервале, а  $f(x)$  — вектор-функция того же класса, удовлетворяющая условию  $f_2(0) - h f_1(0) = 0$ . Тогда решение задачи (6)–(7) задается формулой:

а) при  $|t| < x$

$$u(x, t) = \frac{1}{2} \{Hf(x+t) + H^T f(x-t)\} + \frac{1}{2} \int_{x-t}^{x+t} W(x, t, s) f(s) ds,$$

где

$$H = \begin{pmatrix} 1 & i \\ -i & 1 \end{pmatrix}, \quad H^T = \begin{pmatrix} 1 & -i \\ i & 1 \end{pmatrix},$$

а матрица второго порядка  $W(x, t, s)$  является решением матричного уравнения

$$iW'_t(x, t, s) - W'_s(x, t, s)J + W(x, t, s)Q(s) = 0,$$

удовлетворяющего следующим условиям на характеристиках:

$$W(x, t, x+t)H^T = iHQ(x+t), \quad W(x, t, x-t) = iH^TQ(x-t);$$

б) при  $0 < x < t$  решение строится следующим образом: продолжим функции  $p(x)$  и  $q(x)$  на отрицательную полуось с сохранением класса, а в остальном — как угодно, а вектор-функцию  $f(x)$  — по формуле

$$f(-x) = f(x) + \int_0^x K(x, s)f(s) ds,$$

где матрица второго порядка  $K(x, s)$  есть решение задачи

$$JK'_x(x, s) + K'_s(x, s)J + Q(x)K(x, s) - K(x, s)Q(-s) = 0,$$

$$K(x, x)J - JK(x, x) = Q(x) - Q(-x), \quad K(x, 0)Jf(0) = 0.$$

Тогда решение  $u(x, t)$  выражается формулой

$$u(x, t) = \frac{1}{2} \{Hf(x+t) + H^T f(x-t)\} + \\ + \frac{1}{2} \int_0^{x+t} W(x, t, s)f(s) ds + \frac{1}{2} \int_0^{t-x} W_1(x, t, s)f(s) ds,$$

где

$$W_1(x, t, s) = H^TK(t-x, s) + W(x, t-s) + \int_s^{t-x} W(x, t-\tau)K(\tau, s) d\tau.$$

3. Обозначим через  $\varphi(x, \lambda) = \begin{pmatrix} \varphi_1(x, \lambda) \\ \varphi_2(x, \lambda) \end{pmatrix}$  решение уравнения (4), удовлетворяющее начальным условиям

$$\varphi_1(0, \lambda) = 1, \quad \varphi_2(0, \lambda) = h.$$

Пусть  $f(x)$  — произвольная вектор-функция класса  $\mathcal{L}^2(0, \infty)$ . Как известно [3], при данном  $h$  существует неубывающая, ограниченная в каждом конечном интервале, непрерывная слева функция  $\rho(\lambda)$ ,  $-\infty < \lambda < \infty$ , порождающая изометрическое отображение пространства вектор-функций  $\mathcal{L}^2(0, \infty)$  на пространство  $\mathcal{L}^2_{\{\rho(\lambda)\}}(-\infty, \infty)$  по формулам

$$F(\lambda) = \int_0^{\infty} f^T(x) \varphi(x, \lambda) dx, \quad f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\lambda) \varphi(x, \lambda) d\rho(\lambda),$$

где интегралы сходятся в метриках пространств  $\mathcal{L}^2_{\{\rho(\lambda)\}}(-\infty, \infty)$  и  $\mathcal{L}^2(0, \infty)$  соответственно и справедлива равенство Парсеваля.

Введем следующую терминологию:

1°. Функцию  $\rho(\lambda)$  будем называть спектральной функцией оператора  $L$ .

2°. Матрицу второго порядка

$$\Theta(x, s; \lambda) = \int_0^\lambda \varphi(x, \mu) \varphi^T(s, \mu) d\rho(\mu)$$

будем называть спектральным ядром оператора  $L$ .

**Теорема 2** (асимптотическое поведение спектрального ядра). *Если матрица  $Q(x)$  равномерно в каждом конечном интервале удовлетворяет условию Дини, то при каждом фиксированных  $x$  и  $s$  и при  $|\lambda| \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая формула*

$$\Theta(x, s; \lambda) - \Theta(x, s; \lambda) = \Theta^*(x, s; \lambda) - \Theta^*(x, s; \lambda) + o(1), \quad (8)$$

где  $\Theta^*(x, s; \lambda)$  — спектральное ядро оператора  $L$  при  $Q(x) \equiv 0$ .

**Теорема 3** (теорема о равносходимости). *Пусть вектор-функция  $f(x) \in \mathcal{L}^2(0, \infty)$ . Тогда если матрица  $Q(x)$  суммируема в каждом конечном интервале, то разность между разложением  $f(x)$  в обобщенный интеграл Фурье по собственным вектор-функциям оператора  $L$  и разложением в обычный интеграл Фурье стремится к нулю равномерно в каждом конечном интервале.*

Эта теорема дает окончательное решение вопроса о сходимости разложения по собственным вектор-функциям оператора  $L$  для вектор-функций с интегрируемым квадратом на полуоси.

Сухумский педагогический институт

(Поступило 6.3.1975)

მათემატიკა

ბ. ღიზამიჯია

პირველი რიგის წრფვი განტოლებათა სისტემის მიერ შემხნილი  
 ოპერატორის სპექტრალური თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია სპექტრალური ფუნქციის ასიმპტოტური ყოფაქცევის საკითხები და მისი გაშლა (4)—(5) სასაზღვრო ამოცანების საკუთრივი ვექტორ-ფუნქციით.

MATHEMATICS

G. V. DIKHAMINJIA

## SPECTRAL PROPERTIES OF AN OPERATOR GENERATED BY A SYSTEM OF FIRST ORDER EQUATION

Summary

The questions of the asymptotic behaviour of the spectral function and expansion of the proper vector functions of the limit sum (4)—(5) are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Саргсян. ДАН СССР, т. 166, № 5, 1966, 1058—1061.
2. И. С. Саргсян. ДАН СССР, т. 166, № 6, 1966, 1291—1296.
3. Б. М. Левитан, И. С. Саргсян. Введение в спектральную теорию. М., 1970.
4. М. Г. Гасымов. Труды Моск. матем. о-ва, 19, 1968, 41—77.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О МНОЖЕСТВАХ СО СВОЙСТВОМ ОДНОЗНАЧНОСТИ  
 В КЛАССАХ ИНВАРИАНТНЫХ МЕР

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 18.12.1974)

Будем обозначать через  $G$  произвольную подгруппу группы  $D_n$  всех изометрических преобразований  $n$ -мерного евклидова пространства  $E_n$ .  $G$ -мерой назовем всякую  $G$ -инвариантную меру  $\mu$ , такую, что  $\mu([0, 1]^n) = 1$ .

Пусть  $X$  — часть  $E_n$ . Будем говорить, что  $X$  обладает свойством однозначности в классе  $G$ -мер, если соотношение  $(\exists \mu) (\mu \text{ — } G\text{-мера} \ \& \ X \text{ принадлежит области определения } \mu \ \& \ t = \mu(X))$  однозначно по  $t$  (см. [1]).

Счетной  $G$ -конфигурацией множества  $X \subset E_n$  назовем любую часть  $X'$  пространства  $E_n$ , для которой найдется последовательность  $(g_i)_{i \in N}$  движений из  $G$ , такая, что  $X'$  содержится в объединении семейства  $(g_i(X))_{i \in N}$ .

Мы скажем, что  $X \subset E_n$  есть множество с сильным свойством однозначности, если каждая счетная  $G$ -конфигурация  $X$  имеет свойство однозначности в классе  $G$ -мер.

В дальнейшем везде предполагается, что в группу  $G$  входит всюду плотное в  $E_n$  множество параллельных переносов  $E_n$  с мощностью  $2^{\aleph_0}$ .

Предложение 1. Следующие два утверждения насчет части  $X$  пространства  $E_n$  эквивалентны:

- а) для произвольной счетной  $G$ -конфигурации  $X'$  множества  $X$  справедливы соотношения  $(\exists \mu) (\mu \text{ — } G\text{-мера} \ \& \ \mu(X') = 0)$  и  $(\forall \mu) ((\mu \text{ — } G\text{-мера} \ \& \ X' \text{ — элемент области определения } \mu) \Rightarrow \mu(X') = 0)$ ;
- б)  $X$  обладает сильным свойством однозначности.

В пункте а) этого предложения утверждается, что  $X$  представляет собой  $G$ -абсолютно нульмерную часть  $E_n$  (см. [2]).

Будем говорить, что множество  $X \subset E_n$  имеет свойство продолжимости в классе  $G$ -мер, если для всякой его счетной конфигурации  $X'$  и для любой  $G$ -меры  $\mu$  существует продолжающая  $\mu$   $G$ -мера  $\mu'$ , области определения которой принадлежит  $X'$ .

Предложение 2. Класс частей  $E_n$  со свойством продолжимости совпадает с классом  $G$ -абсолютно нульмерных подмножеств  $E_n$ .

Заметим, что доказательство последнего предложения опирается на тот известный факт, что каждое множество  $X \subset E_n$  с  $\mu^*(X) > 0$  содер-





жит  $\mu$ -неизмеримую часть (теорема Витали). Даже если на группу  $G$  не накладывать никаких ограничений, то, приняв континуум-гипотезу<sup>(1)</sup>, можно показать существование  $\mu$ -неизмеримого подмножества  $X$  (см. [3]).

Однозначно определенными мерами будем называть  $G$ -меры, задаваемые на  $\sigma$ -алгебрах множеств со свойством однозначности.  $G$ -меру назовем нормальной, если произвольный элемент ее области определения представим в виде  $(X \cup X_1) \setminus X_2$ , где  $X_1$  и  $X_2$  —  $G$ -абсолютно нульмерные части  $E_n$ , а  $X$  — измеримое в смысле Лебега подмножество  $E_n$ .

Ясно, что всякая нормальная мера является однозначно определенной. Обратное, как мы увидим ниже, неверно (тем самым получается ответ на вопрос, поставленный в [2]).

Лемма. При  $n \geq 1$  найдется разбиение  $\{A, B\}$  пространства  $E_n$ , такое, что выполняются следующие соотношения:

1) пересечение множества  $A$  с любой замкнутой частью  $E_n$  со строго положительной борелевской мерой континуально;

2) пусть  $\bar{O}$  — нуль аддитивной группы  $E_n$  и  $f$  — центральная симметрия относительно нуля, тогда  $\bar{O} \in A$ , а  $A \setminus \{\bar{O}\} = f(B)$ ;

3) если  $h$  — трансляция  $E_n$ , то  $\text{Card}(h(A) \Delta A) < 2^{\aleph_0}$ .

Рассмотрим  $\sigma$ -алгебру частей  $E_n$ , порожденную множеством  $\{A, B\} \cup L_n \cup \mathfrak{F}(E_n)$ , где  $L_n$  — класс измеримых в смысле Лебега подмножеств  $E_n$ , а  $\mathfrak{F}(E_n)$  — класс неконтинуальных частей  $E_n$ . Элементами этой  $\sigma$ -алгебры служат множества вида  $((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1) \setminus Z_2$  ( $X \in L_n$ ,  $Y \in L_n$ ,  $Z_1 \in \mathfrak{F}(E_n)$ ,  $Z_2 \in \mathfrak{F}(E_n)$ ). Зададим вещественнозначную функцию  $\lambda$  равенством  $\lambda(((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1) \setminus Z_2) = \frac{1}{2} (I_n(X) + I_n(Y))$  (здесь  $I_n$  — мера Лебега в  $E_n$ ).

Предложение 3. Пусть  $G$  — группа движений  $E_n$  ( $n \geq 1$ ), порождаемая центральными симметриями и параллельными переносами. Тогда введенная выше функция  $\lambda$  представляет собой однозначно определенную  $G$ -меру, не являющуюся нормальной.

Доказательство. То, что отображение  $\lambda$  есть  $G$ -мера, устанавливается непосредственно. Возьмем любое множество  $((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1) \setminus Z_2$  из области определения  $\lambda$  и пусть  $\mu$  — некоторая  $G$ -мера, заданная на  $G$ -инвариантной  $\sigma$ -алгебре  $S$ , причем  $((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1) \setminus Z_2$  принадлежит  $S$ . Не нарушая общности рассуждений, будем считать, что мера  $\mu$  полна и что класс  $\mathfrak{F}(E_n)$  входит в  $S$ . Если  $I_n(X \Delta Y) = 0$ , то, как легко видеть, имеет место равенство  $\mu(((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1) \setminus Z_2) = I_n(X)$  и в этом случае доказывать нечего. Предположим теперь, что  $I_n(X \setminus Y) > 0$ . Множество  $A \cap (X \setminus Y)$  принадлежит области определения  $\mu$  и с точностью до подмножеств  $E_n$   $I_n$ -меры нуль исчерпывает  $A$  посредством счетного

<sup>(1)</sup> Или более слабое предположение, что любое несчетное кардинальное число, не превосходящее  $2^{\aleph_0}$ , достижимо.

семейства трансляций  $E_n$ . Отсюда вытекает, что  $A \in S$ ,  $B \in S$ . Взяв произвольный куб  $K$  в  $E_n$ , обозначим через  $f_K$  симметрию относительно центра  $K$ . Непересекающиеся части куба  $A \cap K$  и  $B \cap K$  почти переходят друг в друга при отображении  $f_K$ . Поэтому выполняется соотношение  $\mu(A \cap K) = \mu(B \cap K) = \frac{1}{2} I_n(K)$ . Если  $U$  — открытое подмножество  $E_n$ , то  $U$  представимо в виде объединения последовательности попарно неперекрывающихся кубов и, таким образом,  $\mu(A \cap U) = \mu(B \cap U) = \frac{1}{2} I_n(U)$ . Поскольку  $X$  и  $Y$  аппроксимируются по мере  $I_n$  открытыми частями  $E_n$ , то имеем окончательно  $\mu(A \cap X) = \frac{1}{2} I_n(X)$ ,  $\mu(B \cap Y) = \frac{1}{2} I_n(Y)$ ,  $\mu((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1 \setminus Z_2) = \frac{1}{2} (I_n(X) + I_n(Y))$ . Совершенно также разбирается случай, когда  $I_n(Y \setminus X) > 0$ . Тем самым предложение доказано, ибо при  $I_n(X) > 0$   $A \cap X$  не будет множеством вида  $(Z \cup Z') \setminus Z''$ , где  $Z \in L_n$ , а  $Z'$ ,  $Z''$  —  $G$ -абсолютно нульмерные части  $E_n$ .

Пусть  $\Pi_n$  — группа всех параллельных переносов  $E_n$ . Ясно, что функция  $\lambda_1$ , задаваемая равенством  $\lambda_1((A \cap X) \cup (B \cap Y) \cup Z_1 \setminus Z_2) = I_n(X)$ , есть  $\Pi_n$ -мера, отличная от  $\lambda$ . Следовательно,  $\lambda$  не является однозначно определяемой мерой в классе  $\pi_n$ -мер.

Отметим, что разбиения  $E_n$ , аналогичные разбиению  $\{A, B\}$ , фигурирующему в лемме, строились различными авторами (см., например, [2] и [4]).

Обозначим через  $M_G$  класс тех  $G$ -инвариантных мер  $\mu$ , которые удовлетворяют следующему условию: всякое дизъюнктивное семейство  $\mu$ -измеримых подмножеств  $E_n$  со строго положительными мерами не более чем счетно.

Предложение 4. Для того чтобы часть  $Y$  пространства  $E_n$  обладала свойством продолжимости в классе  $M_G$ , необходимо и достаточно, чтобы для каждой счетной  $G$ -конфигурации  $Y'$  нашлась последовательность  $(g_i)_{i \in \mathbb{N}}$  движений из  $G$ , такая, что  $\bigcap_{i \in \mathbb{N}} g_i(Y') = \emptyset$ .

Легко видеть, что предложение 4 остается справедливым и при замене в его формулировке класса  $M_G$  классом всех  $\sigma$ -конечных  $G$ -инвариантных мер пространства  $E_n$ .

Пусть  $L_n^\circ$  — множество частей  $E_n$   $I_n$ -меры нуль,  $P$  — множество частей  $E_n$ , обладающих свойством продолжимости в классе  $M_G$ . Если  $Y$  принадлежит  $L_n^\circ$  и дополнение к  $Y$  есть множество первой категории, то ясно, что  $Y$  не принадлежит  $P$ . С другой стороны, при  $n \geq 1$  существует неизмеримое в смысле Лебега подмножество  $E_n$ , любая счетная  $G$ -конфигурация которого исчезает посредством четырех параллельных переносов из  $G$  (см. [5]). Таким образом,  $L_n^\circ$  и  $P$  несравнимы по отношению включения.

Согласно общим определениям теории множеств (см. [1]), гомоморфизмом пространства с мерой  $(X_1, S_1, \mu_1)$  в пространство с мерой  $(X_2, S_2, \mu_2)$  называется такое отображение  $f: X_1 \rightarrow X_2$ , что  $(fY)(Y \in S_2) = f^{-1}(Y) \in S_1$  &  $\mu_1(f^{-1}(Y)) = \mu_2(Y)$ .

Имеет место

Предложение 5. Пусть  $2^{\aleph_0} = \aleph_1$  и  $n \geq 1$ . Тогда существует  $D_n$ -инвариантная мера  $\mu$ , сосредоточенная на почти инвариантной части  $E_n$ , принадлежащей  $L_n^0$ , причем лебеговская мера  $l_n$  служит гомоморфным образом  $\mu$ .

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 7.2.1975)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ინვარიანტულ ზომათა კლასებში ცალსახობის  
 თვისების მქონე სიმრავლეების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ევკლიდეს სივრცეებში ინვარიანტულ ზომათა ზოგიერთი თვისება, რომელიც დაკავშირებულია ამ ზომების გაგრძელებადობისა და ცალსახად განსაზღვრულობის საკითხებთან.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

## ON SETS WITH THE UNIQUENESS PROPERTY IN CLASSES OF INVARIANT MEASURES

Summary

The paper deals with some properties of invariant measures in Euclidean spaces connected with the questions of extendability and unique definability of these measures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. Ш. С. Пхакაძე. Труды Тбилисского матем. ин-та АН ГССР, XXV, 1958.
3. S. Ulam. Zur Masstheorie in der allgemeinen Mengenlehre. *Fund. Math. t. XVI, 1930.*
4. P. Erdős. *Some remarks on set theory.* Ill. Michigan Math. J., 2, 1953.
5. А. Б. Харазшвили. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.



შ. ე. მიკელაძე  
 (აკადემიკ ან გსსრ)

К ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНОГО ЧЛЕНА РАЗЛОЖЕНИЯ КУСОЧНО-  
 НЕПРЕРЫВНОЙ ФУНКЦИИ С КУСОЧНО-НЕПРЕРЫВНЫМИ  
 ПРОИЗВОДНЫМИ

1. Пусть однозначная функция  $y(x)$  вещественной переменной  $x$  и ее  $n$  первых производных  $y'(x), y''(x), \dots, y^{(n)}(x)$  непрерывны (кусочно непрерывны) на замкнутом промежутке  $[a, b]$ , за исключением быть может конечного числа точек разрыва (первого рода), непрерывны справа в точке  $a$  и непрерывны слева в точке  $b$ ; для определенности будем считать, что  $a < b$ . Эти условия впредь будут предполагаться выполненными.

Разделим промежуток  $[a, b]$  на произвольное число более мелких промежутков, отличных друг от друга точками этого промежутка

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_m = b, \tag{1}$$

вообще неравноотстоящими друг от друга так, чтобы в их числе были и все точки разрыва  $a_s$  (если таковые вообще имеются).

При этих условиях в [1] и [2] (§ 22) нами было выведено разложение

$$y^{(k)}(x) = \sum_{\nu=0}^{n-k-1} \frac{(x-a)^\nu}{\nu!} y^{(k+\nu)}(a) + H + R(n, k, x, t) \quad (0 \leq k \leq n-1), \tag{2}$$

где

$$H = \sum_{\nu=k}^{n-1} \frac{1}{(\nu-k)!} \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^\nu (x-a_s)^{\nu-k},$$

в котором  $a_s$  и  $\delta_s^\nu$  суть точки разрыва и соответствующие им скачки промежутка (1), заключенные между  $a$  и  $x$ , определенные соотношениями

$$\delta_s^\nu = y^{(\nu)}(a_s + 0) - y^{(\nu)}(a_s - 0) \quad (\nu = 0, 1, \dots, n-1),$$

а

$$R(n, k, x, t) = \int_a^x \frac{(x-t)^{n-k-1}}{(n-k-1)!} y^{(n)}(t) dt \tag{3}$$

—остаточный член с абсциссой  $x$ . Подобное разложение единственно.

Этот абзац справедлив и в случае множества точек разрыва  $y^{(n)}(t)$ , имеющего лебеговскую меру 0. Поэтому интеграл (3) не изменится по величине, если пренебречь ими (множествами).



Отметим мимоходом, что позднее (спустя 16 лет) частный случай разложения (2), а именно случай  $k=0$  неоднократно переоткрывался (и печатался) как новый, без ссылок на работы [1, 2] (см., в частности, [3—6]).

2. Формула (2) имеет локальный характер, т. е. ею можно пользоваться вообще для значений  $x$ , достаточно близких к  $a$ . Поэтому, ввиду многочисленных приложений этой формулы, приобретает особый интерес возможность оценки величины  $R$  для произвольного  $x \in [a, b]$  при любом разбиении промежутка (1) на частные промежутки.

Пусть  $t$  изменяется в промежутке  $[a, x]$ , т. е.  $a \leq t \leq x$ , и попытаемся выразить  $R(n, k, x, t)$  через  $y^{(n)}(t)$  на всем этом промежутке. Из (3) вытекает соотношение

$$(n-k-1)! R(n, k, x, t) = \sum_{\nu=1}^{\mu} \int_{x_{\nu-1}}^{x_{\nu}} (x-t)^{n-k-1} y^{(n)}(t) dt + \\ + \int_{x_{\mu}}^x (x-t)^{n-k-1} y^{(n)}(t) dt,$$

справедливое для любого  $x$  из промежутка  $x_{\mu} \leq x \leq x_{\mu+1}$ , где  $x_{\mu}$  суть точки разбиения (1). Поскольку первые множители подынтегральных функций этого соотношения при этих  $x$  не меняют знака, на основании теоремы о среднем можно написать

$$(n-k-1)! R(n, k, x, t) = \sum_{\nu=1}^{\mu} y^{(n)}(\xi_{\nu}) \int_{x_{\nu-1}}^{x_{\nu}} (x-t)^{n-k-1} dt + \\ + y^{(n)}(\xi_x) \int_{x_{\mu}}^x (x-t)^{n-k-1} dt,$$

где, например,  $y^{(n)}(\xi_{\nu})$ —значение  $y^{(n)}(t)$  в некоторой точке  $\xi_{\nu}$  стрелка  $[x_{\nu-1}, x_{\nu}]$ . Так как, кроме того, справедливо равенство

$$\frac{(x-a)^{n-k}}{n-k} = \sum_{\nu=1}^{\mu} \int_{x_{\nu-1}}^{x_{\nu}} (x-t)^{n-k-1} dt + \int_{x_{\mu}}^x (x-t)^{n-k-1} dt,$$

у которого все интегралы отличны от нуля, мы можем, используя два предыдущих равенства и лемму, сформулированную в книге [7], написать (для любого  $x \geq a$ )

$$m \frac{(x-a)^{n-k}}{(n-k)!} \leq R(n, k, x, t) \leq M \frac{(x-a)^{n-k}}{(n-k)!}, \quad (4)$$



где  $m$  и  $M$  обозначают соответственно наименьшее и наибольшее из значений  $y^{(n)}(t)$  в  $a \leq t \leq x$ .

Это и есть интересующая нас оценка остаточного члена  $R$ .

Оба знака равенства в (4) имеют место одновременно лишь в том случае, когда  $y^{(n)}(t)$  постоянно на отрезке  $[a, x]$ .

В частности, при  $k = 0$  и  $H = 0$  мы получим из (4) оценку остаточного члена с помощью формулы Тейлора для  $y(x)$ , выведенную Н. Бурбаки [8].

Формула (2) может быть с успехом применена для вычисления производных порядка  $k \geq 0$ , когда они существуют. Вычисление погрешности может быть выполнено при помощи неравенства (4). В частности, эти вычисления сильно упрощаются, если  $y^{(n)}(t)$  является монотонной функцией на отрезке  $a \leq t \leq x$ .

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

(Поступило 27.3.1975)

ათმეაბრტბა

შ. მიქელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

უბან-უბან უწყვეტი წარმობებების მართე უბან-უბან უწყვეტი  
ფუნქციის გაშლის ნაშთითი წივრის შეფასების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ყოველ  $a \leq x \leq b$  მონაკვეთზე უბან-უბან უწყვეტი  $y^{(k)}(x)$  ( $k=0, 1, \dots, n-1$ ) ფუნქციის გაშლის  $R$  ნაშთითი წივრი შეიძლება შეფასდეს (4) უტოლობების საფუძველზე  $[a, b]$  მონაკვეთის ყოველ  $x$  წერტილში.

MATHEMATICS

Sh. E. MIKELADZE

ON THE ESTIMATION OF THE REMAINDER TERM OF THE  
EXPANSION OF PIECE-WISE CONTINUOUS FUNCTION WITH  
PIECE-WISE CONTINUOUS DERIVATIVES

Summary

It is shown that the remainder term  $R$  of the expansion of the piecewise continuous (on any segment  $a \leq x \leq b$ ) function  $y^{(k)}(x)$  ( $k = 0, 1, \dots, n - 1$ ) may be estimated on the basis of inequalities (4) at any point  $x$  in the interval  $[a, b]$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. ДАН СССР, 52, 9, 1946.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
3. Т. С. Зверкина. Труды Семинара по теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, 1, 1962, 76—93.
4. Т. С. Зверкина. Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 4, 4, 1964, 149—160.
5. С. Б. Норкин. Дифференциальные уравнения второго порядка с запаздывающим аргументом. М., 1965, 331.
6. Л. Э. Эльсгольц, С. Б. Норкин. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. М., 1971, 213.
7. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы математического анализа. М., 1953, 34.
8. Н. Бурбаки. Функции действительного переменного. М., 1965, 47.



М. П. ЗАМАХОВСКИЙ, И. А. ЧАХТАУРИ

ПРОЕКТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВА НАД АЛГЕБРАМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 3.3.1975)

Пусть  $A$  — ассоциативная алгебра с единицей над полем  $\underline{R}$  вещественных чисел. Правый модуль  $M(A)$  над алгеброй  $A$  — это векторное пространство над полем  $\underline{R}$ , наделенное такой структурой правого модуля над кольцом  $A$ , что для  $a \in \underline{R}$ ,  $\alpha \in A$ ,  $x \in M(A)$  выполняются соотношения

$$\underline{x}(a\alpha) = (\underline{x}a)\alpha = (a\underline{x})\alpha. \tag{1}$$

Аналогично определяется левый модуль над алгеброй [1]. Мы будем иметь дело только с правыми модулями над алгеброй  $A$  и поэтому будем называть их просто модулями.

Подмодулем  $N(A)$  модуля  $M(A)$  называют такое подпространство в  $M(A)$ , что  $N(A)A \subset N(A)$ .

Пусть пространство  $M(A)$   $n$ -мерное, а ранг алгебры  $A$  равен  $m$ . Тогда всякий вектор  $\underline{x}$  из  $M(A)$  можно представить в виде

$$\underline{x} = \underline{e}_i x_a^i \varepsilon^a \quad (x_a^i \in \underline{R}), \tag{2}$$

где  $\underline{e}_i$  и  $\varepsilon^a$  — соответственно базисные элементы пространства  $M(A)$  и алгебры  $A$ .

Если, наряду с разложением (2), имеется другое разложение

$$\underline{x} = \underline{e}'_i x_a^i \varepsilon^a, \tag{3}$$

то, вычитая (3) из (2), получаем

$$\underline{o} = (x_a^i - 'x_a^i) \underline{e}_i \varepsilon^a, \tag{4}$$

откуда следует, что необходимыми и достаточными условиями единственности разложения (2) являются условия

$$\underline{e}_i \varepsilon^a \neq 0. \tag{5}$$

Легко проверить, что отличные от нуля-вектора векторы  $\underline{e}_i \varepsilon^a$  линейно независимы над полем  $\underline{R}$  (условимся такие векторы называть  $\underline{R}$ -линейно независимыми). Поэтому если условия (5) выполнены, то максимальное число  $\underline{R}$ -линейно независимых векторов модуля  $M(A)$  равно  $nm$ . В





этом случае число  $n$ —размерность векторного пространства  $M(A)$ —можно рассматривать как отношение максимального числа  $\overline{R}$ -линейно независимых векторов модуля  $M(A)$  и ранга алгебры  $A$ ; это отношение назовем размерностью модуля  $M(A)$ .

Если условия (5) не имеют места и среди векторов  $\underline{e}_i \varepsilon^a$   $k$  векторов равны нуль-вектору (это возможно лишь в том случае, когда среди базисных элементов  $\varepsilon^a$  имеются делители нуля), то максимальное число  $\overline{R}$ -линейно независимых векторов есть  $nm - k$ , а размерность модуля  $M(A)$  равна  $\frac{nm - k}{m} = n - \frac{k}{m}$ .

Коэффициенты  $\underline{x}^i = x_a^i \varepsilon^a$  разложения (2), где координаты  $x_a^i$  при базисных элементах  $\underline{e}_i \varepsilon^a = \underline{o}$  равны нулю, назовем координатами вектора  $\underline{x}$ .

Автоморфизмом модуля  $M(A)$  называют взаимно однозначное отображение  $F$  этого модуля на себя, обладающее свойствами

$$F(\underline{x} + \underline{y}) = F(\underline{x}) + F(\underline{y}) \quad (6)$$

и

$$F(\underline{x} \alpha) = F(\underline{x}) f(\alpha), \quad (7)$$

где  $f$ —автоморфизм алгебры  $A$ .

Автоморфизм модуля  $M(A)$  в координатах имеет вид

$$\underline{x}^i = \alpha_j^i f(\underline{x}^j). \quad (8)$$

В самом деле, в силу свойства (6) и (7) имеем

$$\underline{x} = F(\underline{e}_i \underline{x}^i) = F(\underline{e}_i) \cdot f(\underline{x}^i) \quad (9)$$

или, обозначая координаты векторов  $\underline{x}$  и  $F(\underline{e}_i)$  соответственно  $\alpha_j^i$  и  $\underline{x}^j$ ,

$$\underline{e}_i \alpha_j^i = \underline{e}_i \alpha_j^i f(\underline{x}^j), \quad (10)$$

откуда вытекает формула (8).

Определим проективное пространство  $P_{n/m}(A)$  над  $m$ -алгеброй  $A$  как множество одномерных подмодулей правого  $\left(\frac{n}{m} + 1\right)$ -мерного модуля над алгеброй  $A$ . Эти одномерные подмодули назовем точками, а координаты их несобственных векторов, определенные с точностью до умножения справа на ненулевой общий множитель из  $A$ , не являющийся делителем нуля, проективными координатами точек пространства  $P_{n/m}(A)$ .

Множество точек пространства  $P_{n/m}(A)$ , являющихся одномерными подмодулями, лежащими в  $\left(\frac{s}{m} + 1\right)$ -мерном подмодуле, называется

$\frac{s}{m}$ -плоскостью, при  $\frac{s}{m} = 1$ —прямой, а при  $\frac{s}{m} = \frac{s}{m} - 1$ —плоскостью.

Точки пространства  $P_{n/m}(A)$  представляются векторами (2), где  $i = 0, 1, \dots, \frac{n}{m}$ , если  $\frac{n}{m}$  — целое, и  $i = 0, 1, \dots, \left[\frac{n}{m}\right] + 1$ , если  $\frac{n}{m}$  — дробное, а координатное уравнение  $\frac{s}{m}$ -плоскости имеет вид

$$z^i = \alpha_a^i \tau^a, \quad (11)$$

где  $a = 0, 1, \dots, \frac{s}{m}$ , если  $\frac{s}{m}$  — целое, и  $a = 0, 1, \dots, \left[\frac{s}{m}\right] + 1$ , если  $\frac{s}{m}$  — дробное. Можно показать, что уравнение (11) плоскости  $\left(\frac{s}{m} = \frac{n}{m} - 1\right)$  равносильно уравнению

$$\omega_i z^i = 0. \quad (12)$$

Уравнение (12) называется общим уравнением плоскости, а элементы  $\omega_i$ , определенные с точностью до умножения слева на элемент алгебры  $A$ , не являющийся нулем или делителем нуля, называются проективными координатами плоскости.

Так как проективные координаты точек и плоскости входят в уравнение (12) равноправным образом, то в пространстве  $P_{n/m}(A)$ , так же как в вещественном проективном пространстве имеет место принцип двойственности.

В пространстве  $P_{n/m}(A)$ , так же как и в вещественном (или комплексном) проективном пространстве, определяются коллинеации и корреляции. Можно показать, что коллинеации и корреляции пространства  $P_{n/m}(A)$  в координатах имеют соответственно вид

$$z'^i \beta = \alpha_j^i f(z^j) \quad (13)$$

и

$$\beta^i \omega_i = \varphi(z^j) \alpha_{ij}, \quad (14)$$

где  $f$  и  $\varphi$  — соответственно непрерывные автоморфизм и антиавтоморфизм алгебры  $A$ , а  $(\alpha_j^i)$  и  $(\alpha_{ij})$  — неособенные матрицы с элементами из алгебры  $A$ . Коллинеации и корреляции составляют группу, называемую группой проективных преобразований пространства  $P_{n/m}(A)$ .

Двойным отношением четырех точек  $M_1(\underline{x}_1)$ ,  $M_2(\underline{x}_2)$ ,  $M_3(\underline{x}_1 + \underline{x}_2 \alpha)$  и  $M_4(\underline{x}_1 + \underline{x}_2 \beta)$  одной прямой называется элемент

$$\delta = \alpha^{-1} \cdot \beta. \quad (15)$$

Можно показать, что при коллинеациях пространства  $P_{n/m}(A)$  элемент (15) инвариантен с точностью до непрерывного автоморфизма алгебры  $A$ . Поэтому за проективные инварианты четырех точек одной прямой пространства  $P_{n/m}(A)$  можно принять собственные числа матрицы регулярного представления элемента (15),



т. е. собственные числа матрицы линейного оператора  $R_\delta: \alpha \rightarrow \delta\alpha$  векторного  $(m+1)$ -мерного пространства над полем  $P$ . В случае неполупростых алгебр  $A$  пространства  $P_{n/m}(A)$  могут обладать дополнительными проективными инвариантами (см., например, [2]).

Проективные пространства целой размерности над простыми и полупростыми алгебрами подробно рассматривались в книге [3], а над квазипростыми алгебрами изучались Б. А. Розенфельдом и его учениками [2]. Проективные пространства дробной размерности над алгебрами матриц и квазиматриц рассматривались в наших работах [4, 5].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.3.1975)

მათემატიკა

მ. ზამახოვსკი, ი. ჩახტაური

პროექციული სივრცეები ალგებრებზე

რეზიუმე

განხილულია  $\frac{n}{m}$  განზომილების პროექციული სივრცეები ერთეულის მქონე  $m$  რანგის ნამდვილ ასოციატიურ ალგებრაზე, ამ სივრცის კოლინეაციები და კორელაციები, აგრეთვე ერთი წრფის ოთხი წერტილის პროექციული ინვარიანტები.

MATHEMATICS

M. P. ZAMAKHOVSKI, I. A. CHAKHTAURI

PROJECTIVE SPACES OVER ALGEBRAS

Summary

Projective spaces of the dimension  $\frac{n}{m}$  over real associative algebra with 1 of the rank  $m$ , as well as collineations and correlations of this space are determined, and projective invariants of four points of one straight line are also given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ван-дер-Варден. Современная алгебра, ч. I, М., 1947.
2. Б. А. Розенфельд, И. Г. Лушницкая, Л. М. Маркина и Л. С. Никитина. Труды Семинара по векторному и тензорному анализу, МГУ, вып. XV, 1970, 153—164.
3. Б. А. Розенфельд. Неевклидовы геометрии. М., 1955.
4. И. А. Чахтаური. Сообщения АН ГССР, 63, № 1, 1971, 29—32.
5. М. П. Замаховский, И. А. Чахтаური. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1971, 541—544.



Л. Г. ЗАМБАХИДЗЕ, Б. А. ПАСЫНКОВ

## ПОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИЙ РАЗМЕРНОСТНОГО ТИПА В НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ КЛАССАХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.4.1975)

Целью данной статьи является дальнейшее изучение класса чешуйчатых пространств, введенных в [1]. Кроме того, мы определим новые классы пространств и изучим поведение размерностных и размерностно-подобных функций в них, а также рассмотрим взаимоотношения введенных классов пространств с известными ранее.

В дальнейшем все рассматриваемые пространства предполагаются по крайней мере хаусдорфовыми, а отображения непрерывными и «на».

п. 1. Прежде всего приведем основное

**Определение 1** (см. [1]). Дизъюнктное покрытие  $\omega$  топологического пространства  $X$  назовем чешуйчатым, если оно представляется в виде счетной суммы таких своих подсистем  $\omega_i$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$ , что  $\omega_0 = \emptyset$ , система  $\omega_1$  дискретна в  $X$  и состоит из замкнутых в  $X$  множеств, а при  $i > 1$  система  $\omega_i$  состоит из замкнутых во множестве  $X_i = X \setminus \bigcup_{j < i} \omega_j$  множеств и дискретна в этом множестве  $X_i$ .

**Определение 2.** Покрытие подпространства  $G \subseteq X$  топологического пространства  $X$  назовем  $F_\sigma$ -чешуйчатым, если оно чешуйчатое в  $G$  и каждый элемент каждой системы является множеством типа  $F_\sigma$  в  $X$ .

Пространство  $X$  будем называть чешуйчатым ( $F_\sigma$ -чешуйчатым), если в любое его открытое покрытие можно вписать чешуйчатое ( $F_\sigma$ -чешуйчатое) покрытие.

**Определение 3.** Наследственно нормальное пространство  $X$  назовем totally чешуйчатым, если каждое его открытое подмножество  $G$  имеет  $F_\sigma$ -чешуйчатое покрытие.

Для  $F_\sigma$ -чешуйчатых, чешуйчатых и totally чешуйчатых пространств справедливы следующие часто используемые в дальнейшем предложения, большинство из которых сформулировано в [1]:

- 1) каждое слабо паракомпактное (слабо паракомпактное и нормальное) пространство является чешуйчатым ( $F_\sigma$ -чешуйчатым);
- 2) каждое нормальное чешуйчатое пространство счетно паракомпактно;
- 3) коллективно нормальное чешуйчатое пространство паракомпактно;
- 4) каждое  $\sigma$ -паракомпактное пространство является чешуйчатым;
- 5) каждое слабо totally нормальное [2] (= даукеровского типа [3]) пространство является totally чешуйчатым;

б) если  $X = A \cup B$ , где  $A$  дискретно в индуцированной топологии и замкнуто в  $X$ ,  $B$  — чешуйчатое пространство и  $A \cap B = \emptyset$ , то  $X$  — чешуйчатое пространство.

В связи с утверждениями, сформулированными выше, рассмотрим некоторые примеры:

1. Пример наследственно нормального не слабо паракомпактного пространства, каждое подмножество которого является  $F_\sigma$ -чешуйчатым.

Можно показать, что таким является пространство  $X$ , построенное Бингом (см. [4], пример  $G_1$ ).

2. Пример паракомпактного тотально чешуйчатого пространства, которое не является слабо тотально нормальным.

Действительно, пусть  $X$  — пространство, о котором говорилось в примере 1. Можно показать, что  $X$  локально паракомпактно. Следовательно, по теореме Мрувки [5], существует одноточечная паракомпактификация  $\alpha X$  пространства  $X$ . Используя теорему 1 из работы [3], можно показать, что  $\alpha X$  обладает всеми требуемыми свойствами.

В работе [6] вместе с даукеровскими (= слабо тотально нормальными) пространствами были рассмотрены также  $\sigma$ -даукеровские пространства.

Имеет место

*Теорема 1. Пространство  $X$  является  $\sigma$ -даукеровским тогда и только тогда, когда оно слабо тотально нормально.*

В связи с примером 1 представляет интерес

*Теорема 2. Пространство  $X$  является слабо паракомпактным тогда и только тогда, когда оно равномерно нормально [7] и чешуйчатое.*

Имеют место также следующие теоремы, используемые в дальнейшем:

*Теорема 3. Компактное пространство  $X$  бикompактно тогда и только тогда, когда  $X$  — чешуйчатое пространство.*

*Теорема 4. Пусть  $f: X \rightarrow Y$  — слабо замкнутое отображение [8] счетно-нормального [9] чешуйчатого пространства  $X$  на  $q$ -пространство (см., например, [8])  $Y$ . Тогда для каждой точки  $y \in Y$ , граница  $F_f^{-1}(y)$  — бикompакт.*

п. 2.

*Теорема 5. Если  $X$  — нормальное чешуйчатое пространство, то*

$$\text{locdim } X = \dim X.$$

*Замечание 1.* Используя теорему 5 и одну теорему В. Золотарева, можно показать, что если  $X$  — локально вполне паракомпактное нормальное чешуйчатое пространство, то  $\dim X \leq \dim Y$  для каждого нормального  $Y \supseteq X$ . Кроме того, если  $X \times Y$  является локально вполне паракомпактным чешуйчатым пространством, то

$$\dim X \times Y \leq \dim X + \dim Y.$$

Для тотально чешуйчатых пространств имеют место следующие теоремы:

**Теорема 6.** Пусть  $X$  — тотально чешуйчатое пространство и  $A \subseteq X$ . Тогда  $\dim A \leq \dim X$ .

**Теорема 7.** Пусть  $X$  — тотально чешуйчатое пространство и  $A \subseteq X$ . Тогда  $\text{Ind } A \leq \text{Ind } X$ .

Заметим, что в произвольных наследственно нормальных пространствах монотонность размерностей  $\dim$  и  $\text{Ind}$  не имеет места (В. В. Филиппов [10], В. В. Федорчук).

**Теорема 8.** Пусть  $X$  — тотально чешуйчатое пространство и  $X = A \cup B$ , где  $\text{Ind } A \leq n$ ,  $\text{Ind } B \leq n$  и  $A$  замкнуто в  $X$ . Тогда  $\text{Ind } X \leq n$ .

**Теорема 9.** Пусть  $X$  — тотально чешуйчатое пространство и  $X = \bigcup_{i=1}^{\infty} F_i$ , где каждое  $F_i$  замкнуто в  $X$  и  $\text{Ind } F_i \leq n$ , ( $i=1, 2, \dots$ ). Тогда  $\text{Ind } X \leq n$ .

**Теорема 10.** Пусть  $X$  — тотально чешуйчатое и чешуйчатое пространство. Тогда  $\text{locInd } X = \text{Ind } X$ .

**Следствие.** Если  $X$  — тотально чешуйчатое и чешуйчатое пространство, то  $\text{locInd } X = \text{locInd } \beta X$ , где  $\beta X$  — стоун-чеховское расширение  $X$ .

**Замечание 3.** Можно показать, что для нормального и локально бикompактного пространства  $S$ , построенного Ю. М. Смирновым [11],  $\text{locInd } S = 1$ , а  $\text{locInd } \beta S > 1$ . Тем самым строгательно решается вопрос, поставленный в [12].

Нижеследующие теоремы выясняют соотношения между функциями  $\text{Ind } X$ ,  $\text{ind } X$ ,  $\dim X$  и размерностью  $\gamma X$ , определенной в [3]:

**Теорема 11.** Пусть  $X$  — чешуйчатое и тотально чешуйчатое пространство, для которого  $I(X) < +\infty$  (определение функции  $I(X)$  см. в [13]). Тогда  $\gamma X = \text{Ind } X = \text{ind } X$ .

**Следствие.** Если  $X \times Y$  — чешуйчатое и тотально чешуйчатое пространство, для которого  $I(X \times Y) < +\infty$ , то  $\gamma(X \times Y) \leq \gamma X + \gamma Y$ .

**Теорема 12.** Пусть  $X$  — чешуйчатое и тотально чешуйчатое  $Z$ -пространство (в смысле А. В. Зарелуа), для которого  $I(X) < +\infty$ , тогда  $\dim X = \text{ind } X = \gamma X = \text{Ind } X$ .

**Определение 4.** Скажем, что нормальное пространство  $X$  обладает свойством  $\Sigma$ , если в каждом подмножестве  $X_0$  типа  $F_\sigma$  справедлива теорема суммы для конечного числа замкнутых в  $X_0$  слагаемых для размерности  $\text{Ind}$ .

**Теорема 13.** Пусть нормальное пространство  $X$  обладает свойством  $\Sigma$ . Тогда для каждого подмножества  $A$  типа  $F_\sigma$  в  $X$  справедливо соотношение  $\text{Ind } A \leq \text{Ind } X$ .

**Следствие.** Пусть  $X$  — нормальное пространство, обладающее свойством  $\Sigma$ , а  $A \subseteq X$  сильно паракомпактно. Тогда  $\text{Ind } A \leq \text{Ind } X$ .

**Теорема 14.** Пусть  $X$  — наследственно нормальное  $F_\sigma$ -чешуйчатое пространство, обладающее свойством  $\Sigma$ . Тогда  $\text{locInd } X = \text{Ind } X$ .

**Следствие.** Пусть  $X$  — наследственно нормальное и локально бикompактное  $F_\sigma$ -чешуйчатое пространство, обладающее свойством  $\Sigma$ . Тогда  $\text{locInd } X = \text{Ind } X = \gamma X$ .

В заключение приведем один результат, являющийся аналогом теоремы В. Гуревича о понижении для функции  $I(X)$ :

**Теорема 15.** Пусть  $f: X \rightarrow Y$  — замкнутое отображение счетно-нормального вполне регулярного чешуйчатого пространства  $X$  на вполне регулярное  $q$ -пространство  $Y$ . Тогда  $I(X) \leq I(Y) + I(f)$ , если  $I(f)$  четно и  $I(X) \leq I(Y) + I(f) + 1$ , если  $I(f)$  нечетно, где  $I(f) = \sup \{I(f^{-1}(y)) : y \in Y\}$ .

**Замечание 4.** Построением соответствующих примеров можно показать, что полученные оценки для функции  $I(X)$  являются точными.

Тбилисский государственный  
университет

Московский физико-технический  
институт

(Поступило 6.6.1975)

მათემატიკა

ლ. ზამბახიძე, ბ. პასინკოვი

სივრცეთა ზომიერობის სპეციალური კლასები განზომილების ტიპის  
ფუნქციების ურთიერთობის შესახებ

რეზიუმე

შრომის მიზანია ე. წ. ფხვან სივრცეთა შემდგომი შესწავლა [1]. განსაზღვრულია სივრცეთა ახალი კლასები და შესწავლილია განზომილების ტიპის ფუნქციების ურთიერთობა მათში. გარდა ამისა გამოკვლეულია დამოკიდებულებები სივრცეთა შემოტანილ კლასებსა და ადრე ცნობილ კლასებს შორის.

MATHEMATICS

L. G. ZAMBAKHIDZE, B. A. PASYNKOV

ON THE BEHAVIOUR OF DIMENSIONAL-TYPE FUNCTIONS IN  
SOME SPECIAL CLASSES OF TOPOLOGICAL SPACES

Summary

The note is devoted to a further investigation of scaly spaces (1). New classes of the spaces are defined and the behaviour of dimensional-type functions are studied in them. The relations between the introduced and earlier known classes of topological spaces are elucidated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Пасынков. ДАН СССР, 202, № 6, 1972, 1274—1276.
2. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972, 21—24.
3. Б. А. Пасынков. ДАН СССР, 175, № 2, 1967, 292—295.
4. R. H. Bing. Canad. J. Math., 3, 1951, 175—186.
5. S. Mrowka. Bull. Acad. Pol. Sci. cl. III, 5, 1957.
6. И. К. Лифанов и Б. А. Пасынков. Вестник МГУ, сер. матем. мех. 3, 1970, 33—37.
7. В. Л. Ключини. Вестник МГУ, сер. матем. мех., 4, 1966, 54—57.
8. Н. В. Величко. Сибирский матем. ж., XIII, № 3, 1972.
9. П. С. Александров и П. С. Урысон. Мемуар о компактных топологических пространствах. М., 1971.
10. В. В. Филиппов. ДАН СССР, 209, № 4, 1973, 805—807.
11. Ю. М. Смирнов. Матем. сб., 29, 1951, 157—172.
12. V. Mancuso. Lect. Notes Math., 378, 1974, 267—270.
13. Л. Г. Замбахидзе. Сб. Topology and its Applications. Budva, 1973, 242—248.



К. М. БАРАМИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Д. И. ПАТАРАЯ,  
 Р. Л. ГАГАНИДЗЕ

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДА ЗАМЕДЛЕНИЯ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ВАГОНА

В СССР разработана новая система автоматизированного привода подвесной канатной дороги (ПКД) маятникового типа [1]. Предполагается построить несколько канатных дорог с применением новой системы привода. Поэтому необходимым и весьма актуальным является предварительное теоретическое исследование свойств этой системы в наиболее ответственных режимах работы (переходные процессы в периоде замедления и при переходе вагоном опоры).

Нашей целью было исследование в периоде замедления переходных процессов отвальной ПКД, выполненной по новой системе привода. Объектом исследования была выбрана отвальная ПКД, характеризующаяся наиболее сложной динамикой, что позволяет распространить результаты исследования на другие типы ПКД, являющиеся частным случаем отвальной.

В периоде замедления можно выделить два основных этапа:

1. После включения регулируемого тормоза в системе возникает переходной процесс, обусловленный действием регулируемого тормоза и изменением нагрузки дороги в зависимости от месторасположения вагона. Этот этап исследован в работе [2].

2. На последующем этапе на вышеуказанные факторы накладывается возмущение, вызванное разгрузкой вагона у отвала; после разгрузки вагон перемещается с ползучей скоростью.

Предметом исследования данной работы являлся второй этап замедления. Конкретной задачей было определение оптимальных значений параметров для условий Чиатурской отвальной ПКД.

Составлена система дифференциальных уравнений, описывающих движение ПКД с учетом разгрузки вагона у отвала:

$$a_1(t) \cdot \ddot{S} + a_2(t) \cdot \ddot{Z} = K_1(\dot{S} + 2\dot{Z}) + F_D(\dot{S}) - F_T(Z) - F_H(S, Z),$$

$$a_2(t) \cdot \ddot{S} + a_3(t) \cdot \ddot{Z} = 2K_1(\dot{S} + 2\dot{Z}) - 2B \cdot Z - 2\gamma \cdot \dot{Z} - 2F_H(S, Z).$$

Начальные условия:

$$S(0) = 0, \quad \dot{S}(0) = \dot{S}_0, \quad Z(0) = -\frac{F_H(\psi_0)}{B}, \quad \dot{Z}(0) = 0,$$

где  $S, Z$  — обобщенные координаты, определяющие соответственно положение приводного шкива и натяжного груза;  $\dot{S}, \dot{Z}, \ddot{S}, \ddot{Z}$  — скорости и ускорения по этим координатам;  $\psi$  — координата вагона, определяемая по формуле

$$\psi = 2(Z - Z_0) + (S - S_0) + \psi_0;$$



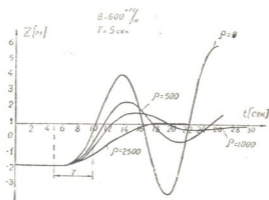


$a_1(t)$ ,  $a_2(t)$ ,  $a_3(t)$  — приведенные массы основных элементов ПКД;  $F_D(S)$ ,  $F_T(Z)$  — функции, характеризующие движущее и тормозное усилия;  $F_H(S, Z)$  — нелинейная функция, описывающая изменение нагрузки;  $K_1$  — коэффициент, характеризующий интенсивность разгрузки вагона;  $B$  — вес одного метра тяжелой цепи;  $\rho$  — коэффициент сопротивления демпфера.

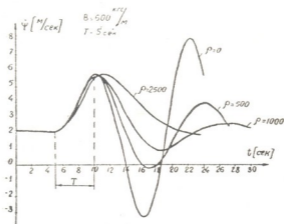
При этом приняты основные допущения: пружинящее действие провесов канатов в пролете незначительно; функция разгрузки вагона во времени линейна.

Была разработана методика определения функции нагрузки привода  $F_H(S, Z)$ , которая, наряду с расположением вагона на трассе, учитывает процесс разгрузки вагона.

Поскольку система дифференциальных уравнений нелинейна и содержит переменные коэффициенты, то ее решение проводилось численно на ЭЦВМ для данных Чиатурской отвалной ПКД. На рис. 1, 2, 3 приведены отдельные результаты решения.



а



б

Рис. 1

Как видно, при отсутствии демпфера натяжных грузов переходной процесс неустойчив, т. е. система без демпфера непригодна для экс-

платации. С увеличением коэффициента демпфирования до некоторого значения качество переходного процесса улучшается — уменьшается амплитуда и частота колебаний (рис. 1, а и 1, б).

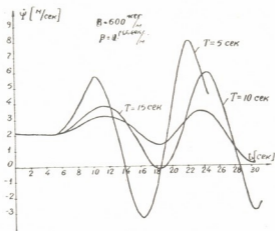
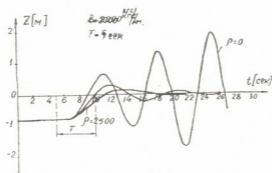
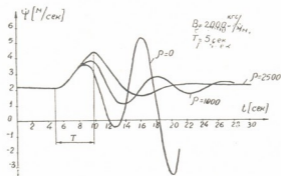


Рис. 2



а



б

Рис. 3

С уменьшением времени разгрузки  $T$  характер переходных процессов не меняется, но увеличивается амплитуда колебаний (рис. 2). Это полностью совпадает с физическим объяснением процесса.



При увеличении параметра  $B$ , как показывает анализ переходных процессов, уменьшаются ход натяжного груза и амплитуда колебаний скорости вагона (ср. рис. 3,а 3,б с рис. 1,а, 1,б). Уменьшение хода натяжного груза имеет большое практическое значение — удешевляется и упрощается приводная станция. Исходя из этого желательно увеличить вес одного метра тяжелой цепи или заменить ее пружинной батареей большей жесткости.

Таким образом, составленная математическая модель привода отвальной ПКД, учитывающая разгрузку вагона, позволяет теоретически изучить ее динамические свойства в периоде замедления. Исследуемая система привода в состоянии обеспечить получение приемлемого переходного процесса замедления на отвальной ПКД. Для данных Чиатурской отвальной ПКД можно рекомендовать следующие значения параметров:  $\rho = 2000 \div 2500$  кгс·сек/м;  $B = 2000 \div 3000$  кгс/м;  $T \geq 5 \div 8$  сек.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 17.4.1975)

შეჯამება

კ. ბარამიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), დ. პატარაია,  
რ. ლაღანიძე

კიდული ბაგირგზის შენელების პერიოდის მათემატიკური აღწერა  
და გამოკვლევა ვაგონის მასის ცვლილების გათვალისწინებით

რეზიუმე

გამოკვლეულია ორიგინალური კონსტრუქციის ამძრავის მქონე სანაყარო ბაგირგზის დინამიკა. შედგენილია დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა, რომელიც ამოიხსნა ციფრულ გამოთვლელ მანქანაზე. დადგენილია ქ. ჭიათურის სანაყარო ბაგირგზის პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობები.

MECHANICS

K. M. BARAMIDZE, D. I. PATARAIA, R. L. GAGANIDZE

### MATHEMATICAL DESCRIPTION AND RESEARCH OF THE PERIOD OF THE SLOWING DOWN OF THE ROPEWAY CONSIDERING THE CHANGE IN THE MASS OF THE CABLE TRUCK

Summary

Dynamics of a ropeway whose mover system has an original construction is studied. A system of differential equations is built which is solved with the help of a digital computer. Some concrete expressions of parameters are suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Барамидзе. Новая система автоматизированного привода родвесной канатной дороги маятникового типа. Тбилиси, 1971.
2. К. М. Барамидзе, Д. И. Патараия, Р. Л. Гаганидзе. Сб. трудов «Наука — производству», ч. II. Тбилиси, 1975.



Г. Ш. БАЗГАДЗЕ

К ТЕОРИИ ОТКРЫТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С ПРОДОЛЬНЫМИ (ВДОЛЬ ОБРАЗУЮЩИХ) ШАРНИРАМИ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 9.4.1975)

В статье М. Ш. Микеладзе [1] на основе полубезмоментной расчетной схемы исследуется упругое равновесие открытых цилиндрических оболочек с продольными (вдоль образующих) шарнирами. При этом в целях упрощения задачи, согласно Шореру (см. [2], стр. 585), считается возможным удержать в разрешающем уравнении лишь производные наивысшего порядка, что равносильно пренебрежению перерезывающей силой во втором уравнении статики.

Целью настоящей заметки является оценка влияния принятого упрощения задачи на точность ее решения.

В отличие от [1], разрешающее уравнение задачи относительно прогиба оболочки  $W$  имеет вид

$$\frac{d^8 W}{d\theta^8} + \left[ \frac{d^6 W}{d\theta^6} \right] + AW = -Bp \cos \theta, \quad (1)$$

где

$$A = \frac{12 \pi^4 a^6}{h^2 l^4}, \quad B = \frac{24 a^4}{E h^3},$$

$a$  обозначает радиус срединной поверхности оболочки.  $\theta$  — центральный угол,  $h$  — толщину оболочки,  $E$  — модуль упругости ее материала,  $l$  — длину, а  $p$  — величину интенсивности распределенной нагрузки в центре конструкции.

Здесь и в дальнейшем в квадратные скобки будем заключать члены, обусловленные сохранением перерезывающей силы во втором уравнении статики [1].

С помощью обобщенной Ш. Е. Микеладзе формулы Маклорена [3] дифференциальное уравнение (1) можно свести к интегральному уравнению типа Вольтерра второго рода, которое пишем применительно к данной задаче с учетом граничных условий вдоль среднего продольного сечения ( $\theta=0$ ) [1]:

$$W^{(8)}(\theta) = \varphi(\theta) - \int_0^\theta K(\theta - t) W^{(8)}(t) dt, \quad (2)$$

где

$$K(\theta - t) = A \frac{(\theta - t)^7}{7!} + [(\theta - t)],$$

$$\varphi(\theta) = -Bp \cos \theta - A \left\{ W(0) + \frac{\theta^2}{2!} W^{(2)}(0) + \frac{\theta^4}{4!} W^{(4)}(0) + \right.$$

$$\left. + \frac{\theta^6}{6!} W^{(6)}(0) + \sum_{s=1}^r \delta_S^0 + \sum_{s=1}^r \delta_S^1 (\theta - \theta_S) \right\} - [W^{(6)}(0)].$$

В этой формуле

$$\theta_S < \theta (s = 1, 2, \dots, r),$$

$$\delta_S^0 = W(\theta_S + 0) - W(\theta_S - 0) \text{ и } \delta_S^1 = W^{(1)}(\theta_S + 0) - W^{(1)}(\theta_S - 0)$$

обозначают соответственно точки разрывов и скачки прогиба и его первой производной в промежутке  $(0, \theta)$ .

Решение (2), построенное с помощью резольвенты, имеет вид

$$W(\theta) = \sum_{m=0}^3 \frac{\theta^{2m}}{2m!} W^{(2m)}(0) + \sum_{n=0}^1 \sum_{s=1}^r \frac{(\theta - \theta_S)^n}{n!} \delta_S^n +$$

$$Bp \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^{k-1} A^k \left( \cos \theta - \sum_{m=0}^{4k+3} (-1)^m \frac{\theta^{2m}}{2m!} \right) +$$

$$+ \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{m=0}^3 (-1)^{k-1} A^{k+1} \frac{\theta^{2m+8k+8}}{(2m+8k+8)!} W^{(2m)}(0) +$$

$$+ \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^1 \sum_{s=1}^r (-1)^{m-1} A^{m+1} \frac{(\theta - \theta_S)^{8m+n+8}}{(8m+n+8)!} \delta_S^n +$$

$$+ \left[ A \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{m=0}^3 (-1)^{k-1} \frac{\theta^{2m+2k+8}}{(2m+2k+8)!} W^{(2m)}(0) + \right.$$

$$\left. + A \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=0}^1 \sum_{s=1}^r (-1)^{m-1} \frac{(\theta - \theta_S)^{2m+n+8}}{(2m+n+8)!} \delta_S^n - \right.$$

$$\left. - Bp \sum_{k=0}^{\infty} \left( \cos \theta - \sum_{m=0}^{k+4} (-1)^m \frac{\theta^{2m}}{2m!} \right) + \right.$$

$$\left. + W^{(6)}(0) \sum_{m=0}^{\infty} (-1)^{m-1} A^m \frac{\theta^{8m+8}}{(8m+8)!} + W^{(6)}(0) \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^{m-1} \frac{\theta^{2m+8}}{(2m+8)!} + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^3 (-1)^{n-h+1} (k+n+2) A^{h+2} \frac{\theta^{2m+2n+8k+18}}{(2m+2n+8k+18)!} W^{(2m)}(0) + \\
 & + \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=0}^1 \sum_{s=1}^r (-1)^{m+h} (k+m+1) A^{h+2} \frac{(\theta-\theta_s)^{2m+8k+n+16}}{(2m+8k+n+16)!} \delta_s^n + \\
 & + B\rho \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^{n-1} (n+k+1) A^n \left( \cos \theta - \sum_{m=0}^{4n+k+4} (-1)^m \frac{\theta^{2m}}{2m!} \right) + \\
 & + W^{(6)}(0) \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^{m+k} (m+k+1) A^{h+1} \frac{\theta^{2m+8k+16}}{(2m+8k+16)!} \Big].
 \end{aligned}$$

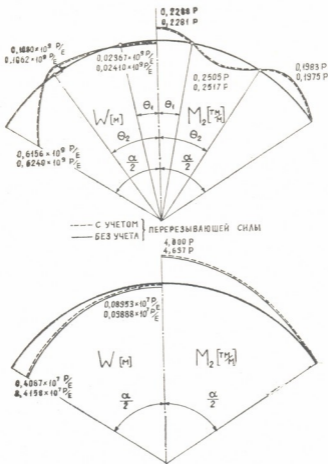


Рис. 1

Для определения  $W(0)$ ,  $W^{(2)}(0)$ ,  $W^{(4)}(0)$ ,  $W^{(6)}(0)$  и скачков угла поворота  $\delta_s^1$  ( $s=1, 2, \dots, r$ ) мы располагаем четырьмя гра-



ნიჩნыми условиями, а также условием отсутствия изгибающих моментов в шарнирах ( $\theta = \theta_s$ ,  $s = 1, 2, \dots, r$ ).

В качестве примера была рассмотрена цилиндрическая оболочка со свободными прямолинейными краями ( $l = 50$  м;  $a = 5,942$  м;  $h = 0,06$  м;  $\alpha/2 = 1$ ) под действием распределенной нагрузки типа собственного веса.

Эпюры  $W$  и поперечного изгибающего момента  $M_2$ , для оболочек с шарнирами вдоль  $\Theta_1 = 0,2$  и  $\Theta_2 = 0,6$  и без них изображены соответственно на рис. 1.

Анализ эпюр свидетельствует о возможности пренебрежения влиянием перерезывающей силы как в случае монолитной оболочки, так и с большей степенью точности, в случае оболочки с шарнирами.

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

(Поступило 10.4.1975)

შემაჯავრობა

ბ. ბაზგაძე

მსახველთა გასწვრივ გრძივი სახსრების მქონე ღია ცილინდრული  
 გარსების თეორიისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია გავლენა, რასაც ამოცანის ამონახსენზე ახდენს სტატიკის მეორე განტოლებაში გადაშვრული ძალის შენარჩუნება ისეთი ღია ცილინდრული გარსების ნახევრადუმომენტო თეორიაში [1], რომელთაც მსახველთა გასწვრივ გრძივი სახსრები გააჩნიათ.

MECHANICS

G. Sh. BAZGADZE

## A CONTRIBUTION TO THE THEORY OF OPEN CYLINDRICAL SHELLS WITH LONGITUDINAL HINGES ALONG THE GENERATORS

### Summary

The influence of the neglecting of shearing force in the second equilibrium equation is investigated concerning the semi-momentless theory of elastic open cylindrical shells with longitudinal hinges along the generators [1].

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
2. С. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки, М., 1963.
3. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.



ბ. ანანიაშვილი, ვ. მარუაშვილი, ა. ბიორაძე

საიმედოების შეფასება რიდ—მალერის მაკორექტირებადი  
 კოდების დეკოდირებისათვის

(წარმოდგინა აკადემიოსმა ვ. ქვექვიძემ 5.3.1975)

განხილულია რიდ—მალერის [1, 2] მაკორექტირებელი კოდების გამოყენების შესაძლებლობა დისკრეტულ მოწყობილობათა (ავტომატების) საიმედოობის გაზრდისათვის. აღნიშნული კოდები იძლევიან მაკორიტირებული დეკოდირების საშუალებას და სხვა კოდებთან შედარებით ნაკლები სირთულით გამოირჩევიან.

$m$  და  $r$  ( $r < m$ ) პარამეტრების მქონე რიდ—მალერის კოდის  $n = 2^m$  შესასვლელიანი დეკოდერის სქემა შედგება  $r+1$  მიმდევრობით ჩართული სექციისაგან, რომელთაგან, გარდა პირველი და მეორე სექციისა, ყველა იდენტურია. ამასთან თითოეული  $l$ -ური (შუალედური) სექცია თავის მხრივ 5 ცალკეულ ბლოკს შეიცავს [3]. სიგნალი, რომელიც  $l$ -ური სექციის ბოლო ბლოკის გამოსასვლელიდან გადაეცემა ( $l-1$ )-ური სექციის პირველი ბლოკის შესასვლელზე — დეკოდერის გამოსასვლელი სიგნალია და ამავე დროს კოდის  $C_m^l$  საინფორმაციო სიმბოლოს წარმოდგენს.

საიმედობის მნიშვნელობა ( $P_{RM}$ ) რიდ—მალერის კოდის დეკოდერისათვის უდრის დეკოდერის ყველა გამოსასვლელზე სწორი (დაუმახინჯებელი) სიგნალების არსებობის ალბათობას. თუ გავითვალისწინებთ სექციების მიმდევრობით განლაგებას, ხოლო  $A_i^k$ -ით აღვნიშნავთ ხდომილებას, რომ  $i$ -ური სექციის  $j$ -ური გამოსასვლელი სწორია, დეკოდერის საიმედოობა გამოისახება შემდეგი თანადარდობით:

$$P_{RM} = \prod_{l=0}^r \prod_{k=1}^{C_m^l} P[A_i^k / (\prod_{j=1}^{C_m^{l+1}} A_{i+1}^j) \cap (\prod_{j=1}^{k-1} A_i^j)]. \quad (1)$$

ამასთან, თუ  $k=1$ , საიმედოობის ზედა შეფასება იქნება

$$P_{RM} \leq \prod_{l=0}^r P(A_i^1 / \prod_{j=1}^{C_m^{l+1}} A_{i+1}^j) = P_{RM}^l. \quad (2)$$

ვინაიდან  $A_i^k$  ( $k=1, 2, \dots, C_m^l$ ) დამოკიდებული ხდომილებებია, დეკოდერის საიმედოობის ქვედა საზღვარი გამოისახება ასე:

$$P_{RM}^k = \prod_{l=0}^r \prod_{k=1}^{C_m^l} P(A_i^k / \prod_{j=1}^{C_m^{l+1}} A_{i+1}^j) \leq P_{RM}. \quad (3)$$

საბოლოოდ, მოწყობილობის სტრუქტურის გათვალისწინებით, რიდ—მალერის კოდების დეკოდერებისათვის საიმედოობის ზედა ( $P_{RM}^U$ ) და ქვედა ( $P_{RM}^L$ ) შეფასებები ჩაიწერება:



$$P_{RM}^U = \prod_{l=0}^r \left\{ 1 - v_l + 2^{-2^{m-l}} (2v_l - 1) \sum_{j=0}^{2^{m-l-1}-1} C_{2^{m-l}}^j [1 - (2u-1)^{2^l c} \times \right. \\ \left. \times (2q-1)^{2^l(c+1)-1} \right]^j \cdot [1 + (2u-1)^{2^l c} \cdot (2q-1)^{2^l(c+1)-1}]^{2^{m-l}-j} \Big\}, \quad (4)$$

სადაც

$$c = \begin{cases} C_m^{l+1}, & \text{თუ } l \neq r; \\ 0, & \text{თუ } l = r; \end{cases} \quad (5)$$

და

$$P_{RM}^L = \prod_{l=0}^r \left\{ 1 - v_l + 2^{-2^{m-l}} \cdot (2v_l - 1) \sum_{j=0}^{2^{m-l-1}-1} C_{2^{m-l}}^j \times \right. \\ \left. \times \left[ 1 - (2u-1)^{2^l \left( \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right)} (2q-1)^{2^l \left( 1 + \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right) - 1} \right]^j \times \right. \\ \left. \times \left[ 1 + (2u-1)^{2^l \left( \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right)} \right] \times \right. \\ \left. \times (2q-1)^{2^l \left( 1 + \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right) - 1} \right]^{2^{m-l}-j} C_m^j \Big\}.$$

მოცემულ თანადარდობებში  $q$  არის ბლოკებში შემაველი სუმატორების საიმედობა,  $u-1$  ბლოკის შემადგენელი თითოეული მოწყობილობის საიმედობა, ხოლო  $v_l$  — მაქორიტარული ორგანოს ( $2^{m-l}$  შესასვლელით) საიმედობა.

როდესაც  $v_l=1$  და  $u=1$ , (4) გამოსახულებიდან მივიღებთ

$$P_{RM}^U = \prod_{l=0}^r \left\{ 2^{-2^{m-l}} \sum_{j=0}^{2^{m-l-1}-1} C_{2^{m-l}}^j [1 - (2q-1)^{2^l(c+1)-1}]^j \times \right. \\ \left. \times [1 + (2q-1)^{2^l(c+1)-1}]^{2^{m-l}-j} \right\},$$

ხოლო თუ გავითვალისწინებთ  $c$ -ს მნიშვნელობას (5)-დან, გვექნება

$$P_{RM}^L = \prod_{l=0}^r \left\{ 2^{-2^{m-l}} \sum_{j=0}^{2^{m-l-1}-1} C_{2^{m-l}}^j \times \right.$$

$$\times \left[ 1 - (2q-1) 2^l \left( 1 + \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right) - 1 \right]^j \times$$

$$\times \left[ 1 + (2q-1) 2^l \left( 1 + \sum_{i=l+1}^{r+1} C_m^i - C_m^{r+1} \right) - 1 \right]^{2^{m-l} - j} C_m^l$$

რიდ-მალერის კოდის მაკოდირებელი მატრიცის სტრუქტურიდან გამომდინარე [4] შესაძლებელია ბოლო თანაფარდობების რეკურენტული სახით ჩაწერა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.3.1975)

### КИБЕРНЕТИКА

Г. Г. АНАНИАШВИЛИ, В. Д. ВАРШАВСКИЙ, А. Х. ГИОРГАДЗЕ

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДЕКОДЕРОВ ДЛЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ РИДА—МАЛЛЕРА

### Резюме

В работе получены оценки надежности декодеров для кодов Рида—Маллера. Полученные результаты фактически определяют сферу приложения этих кодов при заданных параметрах кодов и вероятностных характеристиках элементов, из которых строится декодер.

### CYBERNETICS

G. G. ANANIASHVILI, V. D. VARSHAVSKI, A. Kh. GIORGADZE

## RELIABILITY ESTIMATION FOR THE DECODERS OF REED-MULLER ERROR-CORRECTING CODES

### Summary

Decoder reliability estimations for Reed-Muller codes are obtained. The results define the sphere of application of the codes under various probabilistic characteristics of the decoder components.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. У. У. Питерсон. Коды, исправляющие ошибки. М., 1964.
2. М. С. Рид. Кибернетический сб., 1, 1960.
3. Ю. Л. Сагалович. Проблемы передачи информации, т. 1, № 7, 1971.
4. K. N. Levitt, W. H. Kautz. IEEE Trans. on Inf. Theory, JT-15, № 5, 1969.

Д. И. БАШАЛЕИШВИЛИ

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ УМЕНЬШАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 20.3.1975)

Определение уменьшающей системы дано в [1]. Под идентификацией линейной уменьшающей системы  $B$  мы понимаем задачу определения уравнения вход-выход или уравнения вход-выход-параметр с помощью одной упорядоченной пары  $(f, \varphi) \in R_{(0, \infty)}$ , где  $f$  и  $\varphi$  — плотности распределения потоков частиц соответственно на входе и выходе уменьшающего объекта  $B$ .

В работе [2] показано, что уравнение вход-выход-параметр линейной уменьшающей системы  $B$  имеет вид

$$\varphi(x) = \int_x^{\infty} W(x-y, y) f(y) dy \quad (1)$$

при условии, что параметр  $\mu$  является нулевым вектором (см. [1]).

Таким образом, задача идентификации системы  $B$  сводится к решению линейного функционального уравнения (1) относительно  $W(x-y, y)$ . Нетрудно убедиться в том, что уравнение (1) имеет множество решений, а именно

$$W(x-y, y) = \frac{\varphi(x) \psi(x, y)}{f(y) \int_x^{\infty} \psi(x, z) dz}, \quad (2)$$

где  $\psi(x, y)$  — произвольная непрерывная функция. Линейная система должна иметь единственную характеристику  $W(x-y, y)$ , поэтому необходимо выделить из множества решений (2) такое решение  $W(x-y, y)$ , которое удовлетворяет условию плотности

$$\int_0^y W(x-y, y) dx = 1. \quad (3)$$

Подставляя выражение (2) в (3), получаем нелинейное функциональное уравнение относительно  $\psi(x, y)$ :

$$\int_0^y \frac{\varphi(x) \psi(x, y)}{\int_x^{\infty} \psi(x, z) dz} dx = f(y). \quad (4)$$

Если решение уравнения (4) существует, то решением будет также и  $\alpha\psi(x, y)$ , где  $\alpha$  — произвольная постоянная или функция от  $x$ . Следовательно, как это видно из выражения (2), функция  $W(x-y, y)$  будет единственной, удовлетворяющей условию (3).

Если система  $B$  описывается линейным дифференциальным уравнением вход-выход, тогда функция  $W(x-y, y)$  должна быть разделяющейся и для уравнения первого порядка вместо уравнения (4) будет иметь место следующее нелинейное интегральное уравнение относительно  $\psi(y)$ :

$$\int_0^y \frac{\varphi(x)}{\int_x^\infty \psi(z) dz} dx = \frac{f(y)}{\psi(y)}. \quad (5)$$

Общих методов аналитического решения уравнений (4) и (5) нет, однако во многих случаях удастся его найти.

В отличие от укрупняющей системы  $A$  [1, 3], для линейной уменьшающей системы  $B$  дифференциальное уравнение вход-выход всегда имеет переменные коэффициенты, так как допущение инвариантности функции  $W(x-y, y)$  относительно начала отсчета на оси размеров из-за неотрицательности размеров частиц неправомерно (функция  $W(x-y)$  перешла бы на отрицательную полуось)<sup>(1)</sup>.

Зная функцию  $W(x-y, y)$ , можно определить порядок  $m$  и переменные коэффициенты дифференциального уравнения вход-выход. Действительно, по определению,  $W(x-y, y)$  является решением однородного уравнения (см. [4])

$$\sum_{i=0}^m b_{m-i}(x) W_x^{(i)}(x-y, y) = 0 \quad (6)$$

при начальных условиях

$$W_x^{(i)}(x-y, y)|_{x=y} = 0 \quad i = 0, 1, 2, \dots, m-2 \text{ и}$$

$$W_x^{(m-1)}(x-y, y)|_{x=y} = \frac{1}{b_0(y)}. \quad (7)$$

Поэтому в начале определяются производные функции  $W(x-y, y)$  до порядка  $k$ , при котором  $W_x^{(k)}(x-y, y)|_{x=y} \neq 0$ . Стсюда определяются порядок  $m$  и коэффициент  $b_0(x)$ , т. е.  $m = k + 1$  и  $b_0(y) = (W_x^{(m-1)}(x-y, y)|_{x=y})^{-1}$ . Далее, подставляя все производные функции  $W(x-y, y)$  в (6), получаем полином степени  $m$  относительно  $x$ . Из равенства нулю коэффициентов полинома приходим к системе алгебраических уравнений относительно искомым коэффициентов  $b_i(x)$   $i=1, 2, \dots, m$ .

Удобнее пользоваться другим методом — определяя дифференциальное уравнение с помощью фундаментальной системы решений [5].

<sup>(1)</sup> Этот факт не был учтен нами в работе [2].

Следовательно, уравнение вход-выход системы  $B$  принимает вид (см. [4])

$$\sum_{i=0}^m b_{m-i}(x) \varphi^{(i)}(x) = -f(x). \quad (8)$$

Пример 1. На входе и выходе уменьшающей системы  $B$  заданы плотности распределения соответственно  $f(x) = \frac{x}{2} e^{-x} \int_0^x \frac{y^2}{y+1} dy =$   
 $= \frac{x}{2} e^{-x} \left[ \frac{x^2}{2} - x + \ln(x+1) \right]$  и  $\varphi(x) = \frac{x^2}{2} e^{-x}$ . Требуется определение функции  $W(x-y, y)$  и дифференциального уравнения вход-выход.

Из уравнения (5) находим  $\psi(y) = y e^{-y}$ . Следовательно, из выражения (2) получаем  $W(x-y, y) = \frac{x^2}{(x+1) \left[ \frac{y^2}{2} - y + \ln(y+1) \right]}$ . Так

как  $W(x-y, y)|_{x=y} \neq 0$ , то  $m=1$  и  $b_0(x) = \frac{(x+1) \left[ \frac{x^2}{2} - x + \ln(x+1) \right]}{x^2}$ .

$b_1(x)$  определяется из уравнения  $\frac{(x+1) \left[ \frac{x^2}{2} - x + \ln(x+1) \right]}{x^2} \frac{dW}{dx} + b_1(x) = 0$ ,

что дает  $b_1(x) = -\frac{(x^2 + 2x) \left[ \frac{x^2}{2} - x + \ln(x+1) \right]}{x^4}$ . Сократительно уравнение вход-выход запишется так:

$$(x+1) \frac{d\varphi(x)}{dx} - \left( 1 + \frac{2}{x} \right) \varphi(x) = -f(x),$$

а уравнение вход-выход-параметр —

$$\varphi(x) = \int_x^{\infty} \frac{x^2}{(x+1) \left[ \frac{y^2}{2} - y + \ln(y+1) \right]} f(y) dy.$$

Нетрудно проверить, что для любой плотности  $f(x)$  функция  $\varphi(x)$  также является плотностью.

Пример 2. На входе и выходе системы  $B$  заданы плотности распределения соответственно

$$f(x) = x e^{-x} \left[ \frac{x^2}{2} + x \left( 1 + 2 \ln \frac{2}{2+x} \right) + 4x \ln \frac{2}{2+x} \right] =$$

$$= x e^{-x} \int_0^x \frac{y(x-y)}{2+y} dy \quad \text{и} \quad \varphi(x) = x e^{-x}.$$

Уравнение (4) имеет решение  $\psi(x, y) = y(y-x)e^{-y}$ . Из выражения (2) находим

$$W(x-y, y) = \frac{x}{x+2} \frac{y}{\int_0^y \frac{z(y-z)}{2+z} dz} - \frac{x^2}{x+2} \frac{1}{\int_0^y \frac{z(y-z)}{2+z} dz}.$$

Определитель Вронского  $d = -\frac{x^3 + 2x^2}{(x+2)^3} \neq 0$  для любого  $x$  из интервала  $(0, \infty)$ . Следовательно, функции  $\frac{x}{x+2}$  и  $-\frac{x^2}{x+2}$  представляют собой фундаментальную систему решений искомого дифференциального уравнения. В результате вычислений по методу [5] находим уравнение вход-выход системы В:

$$x^2 \frac{d^2 \varphi(x)}{dx^2} - \frac{8x}{(x+2)^2} \frac{d\varphi(x)}{dx} + \frac{4}{x+2} \varphi(x) = -f(x).$$

Уравнение вход-выход-параметр принимает вид

$$\varphi(x) = \int_x^\infty \frac{x(y-x)}{(x+2) \int_0^y \frac{z(y-z)}{2+z} dz} f(y) dy.$$

Можно показать, что для любой плотности  $f(x)$  функция  $\varphi(x)$  однозначно определяется и является плотностью.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.3.1975)

კიბერნეტიკა

დ. ბაშალეიშვილი

შემამცირებელი სისტემის იდენტიფიკაცია

რეზიუმე

მოცემულია ცვლადკოეფიციენტებიანი ჩვეულებრივი წრფივი დიფერენციალური განტოლებით აღწერილი შემამცირებელი სისტემის იდენტიფიკაციის მეთოდი.

CYBERNETICS

D. I. BASHALEISHVILI

### IDENTIFICATION OF A REDUCING SYSTEM

#### Summary

A method is presented for the identification of a reducing system which is described by an ordinary linear differential equation with variable coefficients.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Башалейшвили. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975.
2. Д. И. Башалейшвили. Автоматика и телемеханика, № 12, 1964.
3. Д. И. Башалейшвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.
4. Д. И. Башалейшвили. Автоматика и телемеханика, № 10, 1966.
5. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. М., 1953.



И. И. ШУШТАКАШВИЛИ

## АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ В СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕВЫХ ГРАФАХ, ВКЛЮЧАЮЩИХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ И РАЗЪЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 15.4.1975)

Как известно, в настоящее время стохастическое сетевое планирование используется при разработке новых сложных комплексов в условиях высокой степени неопределенности. К такого рода комплексам в первую очередь относятся объекты новой техники, не имеющие близкого прототипа и связанные с реализацией большого количества научно-исследовательских работ, носящих поисковый характер. Логическая связь между операциями, составляющими такого рода разработки, осуществляется на основе стохастических сетевых графов альтернативного типа, в состав которых входят как соединительные, так и разъединительные пути. Такого рода альтернативные сетевые модели еще недостаточно изучены. В работах [1—4] и др. изучались альтернативные вполне разделимые сети при некоторых ограничениях: однородные стохастические и однородные детерминированные сети некоторых видов, смешанные без соединительных путей и др. В данной статье будут рассмотрены смешанные вполне разделимые сети, содержащие как соединительные, так и разъединительные пути.

Смешанное дерево исходов  $D(A, V)$  можно рассматривать как объединение чисто стохастических деревьев исходов, отражающих некоторые стохастические сетевые проекты; последние получают при различном выборе направлений в управляемых вершинах. Такие стохастические деревья исходов, входящие в состав смешанного дерева исходов, называются совокупными вариантами реализации детерминированно-стохастического сетевого проекта.

Совокупный вариант может быть выделен из исходного графа путем «закрепления» определенных направлений во взаимосвязанных вершинах типа  $\bar{\alpha}$  и отсечения незакрепленных направлений. Иначе говоря, каждый совокупный вариант может рассматриваться как один из детерминированных вариантов реализации проекта, содержащих внутри себя вероятностные ситуации и имеющих ряд возможных стохастических конечных состояний.

Пусть  $\alpha_i$  — вершина типа  $\bar{\alpha}$ , из которой возможны  $n_i$  исходов. Будем называть эти исходы направлениями и обозначать  $\bar{h}_{ik}$ . Все направления

из одной вершины  $\alpha_i$  нумеруются натуральными числами  $1, \dots, n_i$ . В случае, когда событие, отображаемое вершиной  $\alpha_i$ , не реализуется, будем полагать соответствующее  $h_{i_k}$  равным нулю.

Пусть  $\bar{A} = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$  — множество  $\bar{\alpha}$ -вершин дерева исходов  $D(A, V)$ . Каждый совокупный вариант характеризуется выбором определенных направлений в некоторых из этих вершин  $\alpha_{i_1}, \alpha_{i_2}, \dots, \alpha_{i_r}$ , т. е. некоторым набором

$$(\alpha_{i_1}, h_{i_1}, \alpha_{i_2}, h_{i_2}, \dots, \alpha_{i_r}, h_{i_r}). \quad (1)$$

Такой набор, указывающий множество  $\bar{\alpha}$ -вершин и направления в них и однозначно определяющий совокупный вариант, будем называть допустимым планом или управлением.

Несмотря на то что допустимый план может содержать не все вершины, будем, тем не менее, для упрощения записи обозначать его набором вида

$$(\alpha_1, h_1, \alpha_2, h_2, \dots, \alpha_n, h_n), \quad (2)$$

т. е. перечислять все вершины и направления в них, но для тех из них, в которых не производится выбор направления, будем полагать направление  $h_i$  равным нулю. Таким образом, каждому допустимому плану (а значит, и каждому совокупному варианту) соответствует единственный набор вида (2), причем некоторые значения  $h_i$  могут при этом быть нулевыми. Обратное неверно, т. е. не каждому набору вида (2) соответствует допустимый план.

Целью данной статьи является нахождение таких допустимых планов (управлений) для альтернативных моделей описанного типа, которые оптимизируют параметры соответствующего совокупного варианта.

В качестве критерия оптимальности для совокупных вариантов можно принять величину

$$F(S) = \sum_{\omega_i \in \Omega_S} P_i f(\omega_i), \quad (3)$$

где  $S$  — рассматриваемый совокупный вариант,  $\Omega_S$  — множество входящих в него полных вариантов,  $f(\omega_i)$  — величина критерия оптимальности для  $i$ -го полного варианта,  $P_i$  — вероятность реализации  $i$ -го полного варианта в рассматриваемом совокупном варианте. Таким образом, задачу оптимального планирования для рассматриваемой модели можно рассматривать как задачу нахождения такого допустимого плана (управления), для которого соответствующий совокупный вариант минимизирует величину (3).

Процесс построения оптимального плана для альтернативной сетевой модели рассматриваемого типа можно разбить на следующие основные этапы:

1 этап. Определение в сети контуров, петель, начальных и конечных вершин.



Этот этап не зависит от особенностей альтернативной модели и может быть осуществлен с помощью какого-либо из имеющихся алгоритмов, в результате работы которого выдаются коды вершин, образующих в сети контуры, петли, входы и выходы.

II этап. Исправление ошибок в задании исходной информации о топологии сети.

На этом этапе осуществляются внемашиный анализ результатов I этапа и корректировка исходной информации.

III этап. Замена контуров эквивалентными дугами с расчетом эквивалентных параметров.

IV этап. Построение дерева исходов и расчет характеристик его ветвей.

На данном этапе осуществляется построение дерева исходов для рассматриваемой вполне разделимой сети. Для его построения можно использовать разработанную нами процедуру преобразования сети. В результате работы процедуры получается дерево исходов с вершинами типа  $\bar{\alpha}$  и  $\bar{\alpha}$ , содержащее, вообще говоря, соединительные и разъединительные пути.

V этап. Выделение совокупных вариантов и расчет их характеристик.

В процессе работы этого блока производится выбор всех допустимых планов, для каждого из них строится совокупный вариант и вычисляются его вероятность  $P_S$  и величина  $F(S)$ .

VI этап. Выбор оптимального совокупного варианта.

Выбор производится путем анализа величин  $F(S)$  и  $P_S$ , как описано выше. Опишем общую схему решения задачи. Пусть  $D(A, V)$  — дерево исходов вполне разделимой альтернативной сетевой модели смешанного типа с соединительными и разъединительными путями. Процедуру перебора всех совокупных вариантов дерева исходов  $D(A, V)$  и расчета их характеристик можно расчленить на четыре независимых алгоритма:

1. Построение дерева исходов  $D$  для вполне разделимой сети.

2. Построение  $\bar{\alpha}$ -остова  $\bar{D}$  дерева исходов  $D$ .

3. Лексикографический перебор путей в  $\bar{D}$ .

4. Построение совокупных вариантов.

Назначение алгоритмов состоит в следующем. Для того чтобы эффективно перебрать все допустимые планы, следует знать зависимость  $\bar{\alpha}$ -вершин в дереве исходов, так как допустимый план определяется выбором направлений в множестве зависимых вершин. Эта зависимость  $\bar{\alpha}$ -вершин отражается специальным графом  $\bar{D}$  ( $\bar{\alpha}$ -остовом), состоящим только из  $\bar{\alpha}$ -вершин, за исключением, может быть, начальной вершины  $\alpha_0$ . Алгоритм 2 позволяет построить  $\bar{D}$  по имеющемуся дереву исходов  $D$ . В  $\bar{\alpha}$ -остов специальным образом вводится понятие пути так, что

между множеством путей в  $\bar{D}$  и множеством допустимых планов существует взаимно однозначное соответствие. Теперь для перебора всех допустимых планов достаточно уметь перебирать все пути в  $\bar{D}$ . Это осуществляется с помощью алгоритма 3, позволяющего лексикографически перебрать все пути, одновременно вычисляя вероятность каждого пути. Множеству допустимых планов, как известно, взаимно однозначно соответствует множество совокупных вариантов. Алгоритм 4 позволяет реализовать это соответствие, вычисляя для каждого допустимого плана соответствующий совокупный вариант. Расчет характеристик совокупного варианта сводится к перебору полных вариантов, входящих в рассматриваемый совокупный. Поскольку совокупный вариант содержит вершины только типа  $\alpha$ , то задача сводится к анализу однородного стохастического дерева исходов и ее можно решить с помощью известных алгоритмов [1—4].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.4.1975)

კიბერნეტიკა

ი. შუსტაკშვილი

ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევის ალგორითმის აღწერა  
 შემავსებელი და განმარტებელი გზების შემცველ  
 სტოქასტიკურ ქსელურ გრაფებში

რეზიუმე

განხილვა მიზნის მიღწევის ოპტიმალური გზების აგების ალგორითმის აღწერის საკითხები სავსებით განცალკევებული სტოქასტიკური ქსელებისათვის, რომელთა შემადგენლობაშია როგორც შემავსებელი, ისე განმარტებელი გზები.

CYBERNETICS

I. I. SHUSHTAKSHVILI

SOME ALGORITHMS FOR THE SELECTION OF OPTIMAL VARIANTS  
 IN STOCHASTIC NETWORK GRAPHS, INCLUDING CONNECTIVE  
 AND DISCONNECTIVE PATH ROUTES

Summary

The paper investigates questions of algorithmation of a construction of optimum path routes for achieving the object for the fully divisible stochastic graphs having in their structure connective as well as disconnective path routes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Голенко, Статистические модели в управлении производством. М., 1973.
2. Д. И. Голенко, Статистические методы сетевого планирования и управления. М., 1968.
3. С. Е. Лившиц, Моделирование в исследовании сложных систем с многовариантными структурами. Автореферат. Рига, 1972.
4. В. Г. Воропаев, Некоторые вопросы моделирования долгосрочных программ капитальных вложений. Автореферат. М., 1971.



Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Р. Б. ДЖАНЕЛИДЗЕ, Н. И. КУРДИАНИ,  
О. В. САКСАГАНСКИЙ

### МДП-СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ $Ge_3N_4$ В КАЧЕСТВЕ ДИЭЛЕКТРИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 12.5.1975)

В интегральной электронике значение диэлектриков очень велико. Здесь они играют роль основных рабочих элементов схемы (в управляемых емкостях, изоляции и т. д.). Важное значение имеет при этом свойство границы диэлектрической пленки с полупроводником.

Нанесение широкоизвестных диэлектриков  $SiO_2$ ,  $Si_3N_4$ ,  $Al_2O_3$  на полупроводниковую подложку осуществляется обычно при высоких температурах (600—1000°C). Однако в случае  $GaAs$  в качестве полупроводника уже при температуре 550°C наблюдается термодесорбция мышьяка, а при 650—700° — галлия, следствием чего является существенное изменение приповерхностного слоя  $GaAs$ . В случае германия затруднения получения качественных МДП-структур вызваны механическими напряжениями в контакте германий-диэлектрик из-за большой разницы в коэффициентах термического расширения. И в этом случае необходимо максимально понизить температуру осаждения диэлектрика.

Нами были получены МДП-структуры на  $GaAs$ ,  $Si$  и  $Ge$  с нитридом германия в качестве диэлектрика. Тонкие аморфные слои  $Ge_3N_4$  наносились при температуре 350°C по методике [1].

Исследование границ раздела полупроводник —  $Ge_3N_4$  осуществлялось путем измерения высокочастотных  $C-V$ -характеристик в диапазоне частот 0,1—30 мГц. Распределение поверхностных состояний в запрещенной зоне качественно оценивалось с помощью методов [2, 3]. Согласно этим работам, первая производная зависимости емкости от напряжения является мерой плотности поверхностных состояний и зависит от их распределения по энергии в запрещенной зоне полупроводника:

$$\frac{dC}{dV}(V) = f(C_{FS}, \varphi_S),$$

где  $C_{FS}$  — емкость поверхностных состояний,  $\varphi_S$  — поверхностный потенциал.

Распределение поверхностных состояний в запрещенной зоне полупроводника можно определить и с использованием низкочастотных квазистатических  $C(V)$ -характеристик [4]. Сущность метода состоит в том, что при подаче на исследуемую МДП-структуру медленно изменяющегося (линейного по времени) напряжения смещения  $V(t)$  с помощью электрометра легко измерить ток перезарядки конденсатора:



$$J(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{dV} \Big|_{V(t)} \cdot \frac{dV}{dt} = C(V) \cdot v,$$

отсюда  $C_{нч}(V) = \frac{J(t)|_{V(t)}}{v}$ , ( $v=5 \div 500$  мв/сек).

Сравнивая теоретическую низкочастотную  $C(V)$ -характеристику [4] с полученной квазистатической, можно рассчитать распределение поверхностных состояний.

Если на МДП-структуру подать импульсное напряжение, соответствующее режиму глубокого обеднения, то после снятия импульса структура возвращается к квазиравновесному состоянию в течение некоторого промежутка времени. Цербст [5] разработал методику, которая позволяет из вида релаксационной кривой МДП-емкости определить как генерационное время жизни  $\tau_g$ , так и скорость поверхностной рекомбинации носителей  $S$ .

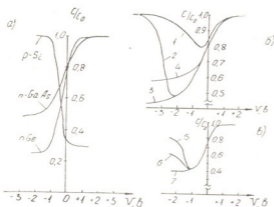


Рис. 1. а— $C$ - $V$ -характеристики системы  $Al-Ge_3N_4$ —полупроводник ( $GaAs-Ge-Si$ ); б— $C$ - $V$ -характеристики структуры  $Al-Ge_3N_4-GaAs$  при различных частотах: 1—квазистатическая; 2—теоретическая низкочастотная; 3—0,1÷15 мГц; 4—30 мГц; в— $C$ - $V$ -характеристики структуры  $Al-Ge_3N_4-Ge$  при различных частотах: 5—0,15 мГц; 6—0,5 мГц; 7—1÷15 мГц

На рис. 1 показаны  $C$ - $V$ -характеристики, снятые при различных частотах переменного сигнала. Область изменения  $C$ - $V$ -характеристик для структур  $Si-Ge_3N_4-Al$  приходится на участок отрицательных напряжений. Суммарный заряд на границе раздела  $Si-Ge_3N_4$  составляет  $3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ . Согласно [3], из кривой  $dC/dV(V)$  (рис. 2) была оценена плотность поверхностных состояний. Оказалось, что максимальная плотность составляет  $5 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2} \text{ в}^{-1}$  у краев запрещенной зоны кремния с глубоким минимумом около ее середины. Интегрированием по ширине запрещенной зоны можно оценить плотность заряда поверхностных состояний ( $\sim 2,5 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ ). Это указывает на то, что в формировании суммарного заряда на границе раздела полупроводник—диэлектрик основную роль играет захват электронов поверхностными состояниями.

Плотность суммарного заряда на границе раздела полупроводник — диэлектрик у структур  $GaAs-Ge_3N_4-Al$  и  $Ge-Ge_3N_4-Al$  составляет по данным  $C$ - $V$ -характеристик (рис. 1)  $2 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-2}$ . На рис. 1, б, в показаны соответственно частотные дисперсии емкости указанных структур. Видно, что в области 0,1—15,0 мГц зависимости от частоты практически не наблюдалось (правые ветви  $C$ - $V$ -характери-

стик). Это указывает на то, что время релаксации поверхностных состояний этих структур менее  $10^{-7}$  сек.

Производилась оценка плотности поверхностных состояний по методу емкостной производной (рис. 2), согласно работе [3], для МДП-структур на *GaAs* и *Ge*. Однако достоверных результатов получить не удалось, что, видимо, связано с ограниченностью метода расчета [3] в выборе полупроводникового материала кремнием.

Оценка распределения поверхностных состояний по энергии в запрещенной зоне *GaAs* оказалась возможной по методу [4] путем сравнения квазистатической и низкочастотной теоретической характеристик (рис. 1, б, кривые 1 и 2 соответственно).

Результат, полученный после соответствующих расчетов, показывает, что имеется глубокий минимум в области значения поверхностного потенциала  $\varphi_s=0$  и наблюдается быстрый рост плотности как в сторону дна зоны проводимости, так и, в еще большей степени, к середине запрещенной зоны арсенида галлия, где максимальное значение составляет  $10^{13}\text{см}^{-2}\text{В}^{-1}$ .

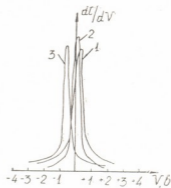


Рис. 2.  $dC/dV(V)$ -характеристики для МДП-структур на *GaAs* (1), *Ge* (2) и *Si* (3)

Из вышесказанного видно, что распределение поверхностных состояний по энергии в запрещенной зоне для кремния и арсенида галлия существенно различно. Это обстоятельство позволяет предположить, что работоспособность приборов со структурой МДП на основе *GaAs* при напряжениях, близких к напряжению плоских зон ( $\varphi_s=0$ ), по сравнению с кремниевыми, будет в меньшей мере определяться поверхностными состояниями (при  $\varphi_s=0$  для *GaAs* имеется минимум плотности поверхностных состояний, а для кремния — величина, близкая к максимальной).

На структурах *GaAs-Ge<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Al* были сняты релаксационные  $C(V)$ -характеристики после подачи большого отрицательного импульса. Расчет по методу [5] позволил определить генерационное время жизни  $\tau_g \approx 10^{-7}$  сек и скорость поверхностной рекомбинации  $S \approx 4 \cdot 10^4$  см/сек. Было оценено генерационное время жизни и для МДП-структур на кремнии, которое составило  $10^{-5}$  сек. Эти данные позволяют предположить о работоспособности приборов на *GaAs* в более высоких частотных пределах, чем кремниевых.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 14.3.1975)

ბ. ბაბრატიშვილი, რ. ჯანელიძე, ნ. კურდიანი, ო. სასაგანსკი

### $Ge_3N_4$ დიელექტრიკიანი მდნ სტრუქტურები

რეზიუმე

განხილულია გერმანიუმის ნიტრიდისა და ნახევარგამტარის ( $Si$ ,  $Ge$ ,  $GaAs$ ) გამყოფი ზედაპირის ელექტროფიზიკური თვისებები. განსაზღვრულია ზედაპირული მდგომარეობების მთლიანი მუხტი და მათი განაწილება ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაში. დადგენილია, რომ გერმანიუმის ნიტრიდისა და ნახევარგამტარის გამყოფ ზედაპირს ახასიათებს დამაკმაყოფილებელი ელექტროფიზიკური თვისებები.

PHYSICS

G. D. BAGRATISHVILI, R. B. JANELIDZE, N. I. KURDIANI,  
O. V. SAKSAGANSKY

### MIS-STRUCTURES ON $Ge_3N_4$ USED AS DIELECTRICS

Summary

The electrical properties of the  $Ge_3N_4$ -semiconductor ( $Si$ ,  $Ge$ ,  $GaAs$ ) interface have been studied. The total charge is determined as well as surface state density distribution in the band gap of semiconductors. The  $Ge_3N_4$ -semiconductor interface has been found to have satisfactory parameters.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelidze, Н. И. Курдиани, О. В. Саксаганский. Микроэлектроника, 2, вып. 2, 1973, 173.
2. G. F. Amelio. Surf. Sci., 29, 1972, 125.
3. A. P. Gorban, V. G. Litovchenko, P. Ch. Peikov. Phys. Stat. Sol. (a), 10, 1972, 289.
4. M. Kuhn. Solid-State Electron., 13, 1970, 873.
5. M. Zerbst. Z. Ang. Phys., 22, 1966, 30.

А. Н. КОРОЛЬ

## МЕТОД ФИЗИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 7.4.1975)

С развитием электроники и вычислительной техники перед физическим картированием, как процессом отображения распределения физических характеристик исследуемого объекта, открываются широкие возможности развития и применения.

Нами предлагается метод физического картирования, обеспечивающий автоматическое получение материала в виде изображений, пригодных как для оперативного анализа с целью выявления количественных зависимостей между исследуемыми параметрами объекта, так и для составления физических карт традиционного вида.

Упрощенная блок-схема реализации метода представлена на рис. 1.

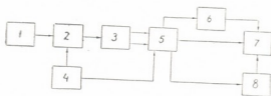


Рис. 1.1 — исследуемый объект, 2—сканирующее устройство, 3—преобразователь исследуемых параметров в изображения-основы в электрические сигналы, 4—синхрогенератор, 5—запоминающее устройство, 6—дифференциальный амплитудный дискриминатор, 7—дисплей, 8—развертки дисплея

Исследуемый объект 1 сканируется устройством 2 с целью одновременного измерения исследуемых параметров и параметра, составляющего изображение-основу. После их измерения с преобразованием в электрический сигнал устройством 3 процесс получения изображений заканчивается запоминанием в устройстве 5. При обработке изображение-основа вводится в дисплей 7 непосредственно для отображения, а сигнал исследуемого изображения одновременно пропускается через дифференциальный амплитудный дискриминатор 6 с целью выделения на воспроизведенном дисплее изображения-основе областей с заданными величинами исследуемого физического параметра.

Геометрическое соответствие изображений исследуемому объекту обеспечивается сканирующим устройством 2 и синхрогенератором 4 в процессе преобразования координат во время, при получении изображений, и развертками 8 дисплея при обратном преобразовании в процессе их воспроизведения. Эти устройства могут содержать соответствующие геометрические коррекции и преобразования. Память 5, в

принципе не обязательная при исследовании стационарных объектов с возможностью многократного получения изображений либо с применением многоканальности аппаратуры их обработки, как например в [1], придает универсальность и гибкость методу, так как обеспечивает, кроме того, многоплановый анализ «мгновенных» изображений меняющихся свойств, а также независимость процессов получения изображений и их обработки.

Метод разработан и применен в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР в процессе исследования поляризационных свойств протяженных небесных объектов, проводимого под руководством В. П. Джапиашвили. Сканирование оптического изображения осуществляется в фокальной плоскости телескопа. После прохождения сквозь вращающийся анализатор световой сигнал преобразуется в электрический с помощью ФЭУ, работающего в режиме кольцевой АРУ [2]. Яркостный и поляриметрический сигналы, занимающие полосы частот, отстоящие друг от друга на величину, определяемую скоростью вращения анализатора, разделяются и вместе с синхронизирующими импульсами, импульсами подсветки границ объекта и линиями геометрической привязки (либо координатной сетки) записываются на магнитную ленту способом [3]. При обработке записей яркостный сигнал используется для построения дисплеем полутонного видимого изображения-основы объекта, а поляриметрический — для выделения на нем областей с заданной поляризацией. Границы диапазона поляризации устанавливаются уровнями дифференциального амплитудного дискриминатора.



Рис. 2. Исополяриметрическое изображение Луны на фоне яркостного. Подсвеченные области обладают степенью поляризации от 8 до 9%

Рис. 2 иллюстрирует результирующее изображение на дисплее, а в [4] приведена одна из опытных поляриметрических карт Луны, составленных на основе подобных изображений в Институте географии им. Вахушти АН Грузинской ССР.



Применение многоканального дифференциального дискриминатора с соответствующим дисплеем, например с цветным отображением, позволяет за один кадр получить изополяриметрические линии различных уровней на изображении-основе либо изображение-карту, подобную упоминавшейся выше.

Академия наук Грузинской ССР  
 Абастуманская астрофизическая обсерватория

(Поступило 11.4.1975)

ფიზიკა

ა. კოროლი

ფიზიკური კარტირების მეთოდი

რეზიუმე

აღწერილია ფიზიკური კარტირების მეთოდი განფენილი ობიექტების ფიზიკური თვისებების განაწილების ოპერატიული ანალიზის ჩასატარებლად და ფიზიკური რუკების შესადგენად. მეთოდი საშუალებას იძლევა ავტომატურად მიღებულ იქნეს იზოგამოსახულებანი და იზონახები გამოსახულება-საფუძველზე, აგრეთვე — გამოსახულება-რუკები.

PHYSICS

A. N. KOROL

PHYSICAL MAPPING TECHNIQUE

Summary

A physical mapping technique designed to facilitate the analysis of distribution of the physical properties of extended objects as well as the complication of physical maps has been developed. The technique permits auto-production of iso-images and iso-lines against the background-pictures map-like-images are also obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Джапашвили, А. Н. Король, Л. В. Ксанфомалити, В. К. Лохов. Физика Луны и планет. М., 1972.
2. Л. В. Ксанфомалити. Авт. свид. №146070. Бюлл. изобр., № 7, 1962.
3. А. Н. Король, В. К. Лохов. Авт. свид. № 402903. Бюлл. ОИПОТЗ, № 42, 1973.
4. В. П. Джапашвили. АЦ, № 788, 1973.



Е. З. ГЕОРГАДЗЕ, В. И. КАПАНАДЗЕ, Р. Н. КУХАРСКИЙ, В. С. ЧАГУЛОВ

### НЕКОТОРЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЕЛАТА ЕВРОПИЯ В ПОЛИСТИРОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Сагадзе 19.2.1975)

В работах, связанных с исследованием хелатов редких земель в полимерных основах, в качестве полимерного материала в основном используется полиметилметакрилат [1—4]. Этот материал выбран в качестве основы благодаря его хорошей прозрачности и легкости изготовления из него образцов, например пленок и волокон сравнительно небольшой длины (70—80 мм). Волокна большей длины вытянуть не удастся из-за свойств самого полиметилметакрилата. В таких образцах излучение распространяется вдоль образцов, многократно отражаясь от зеркал, нанесенных на торцы.

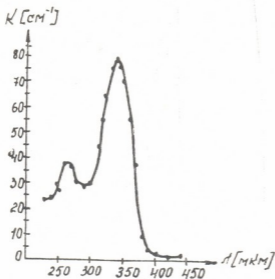


Рис. 1. Спектр поглощения образца из полистирола толщиной 0,09 мм, активированного 0,01 вес. %  $\text{Eu}(\text{TТА})_4\text{HP}$

В работе [5] в качестве основы для хелата  $\text{Eu}(\text{BA})_4\text{P}$  применялся стирол.

Цель данной работы — более детальное исследование спектральных характеристик хелата в стироле и полистироле. В эту основу введен хелат  $\text{Eu}(\text{TТА})_4\text{HP}$  (европей теноилтрифторацетонат с добавкой пиперидина).

Область поглощения полистирола лежит в УФ-части спектра до  $3000 \text{ \AA}$ , а в остальной области он прозрачен. Из полистирола можно легко изготовить образцы любой конфигурации и размеров.

Исследуемый хелат имеет две линии поглощения с максимумами  $2700$  и  $3400 \text{ \AA}$ . На рис. 1 представлен спектр поглощения образца толщиной  $0,09 \text{ мм}$  из полистирола, активированного  $0,01 \text{ вес. \%}$   $\text{Eu}(\text{TТА})_4\text{Нр}$ . Коэффициент поглощения при концентрации хелата  $0,5 \text{ вес. \%}$  равен  $1,4 \times 10^4 \text{ см}^{-1}$ .

Для определения пригодности стирола как основы для активного вещества исследованы люминесцентные свойства хелата  $\text{Eu}(\text{TТА})_4\text{Нр}$  в нем и проведено сравнение их с люминесцентными свойствами спиртового раствора этого же хелата, так как спиртовые растворы считаются хорошими основами для хелатов.

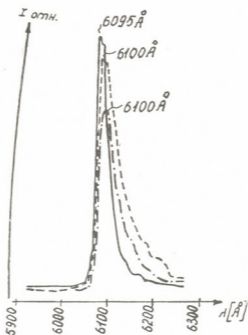


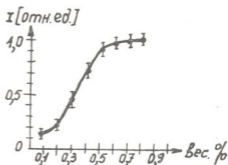
Рис. 2. Спектры люминесценции  $\text{Eu}(\text{TТА})_4\text{Нр}$ : — в свободном виде (молекулярные кристаллы); - - - в мономере стирола; - · - · в полистироле

На рис. 2 даны спектры люминесценции исследуемого хелата в свободном виде (молекулярные кристаллы), в мономере стирола и полистироле в области от  $6000$  до  $6250 \text{ \AA}$ , что соответствует полосе излучения перехода  ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_2$ . Полуширина линии излучения люминесценции свободного хелата  $\sim 25 \text{ \AA}$ . Максимум линии приходится на  $6095 \text{ \AA}$ . В мономере стирола и полистироле линия излучения уширя-

ется до  $\sim 40 \text{ \AA}$  (рис. 2), что объясняется влиянием поля основной из рисунка, максимум полосы незначительно смещается в длинноволновую область.

При сравнении соответствующих линий люминесценции исследуемого хелата в мономере стирола и в спиртовом растворе обнаружено, что относительная интенсивность люминесценции  $\text{Eu}(\text{TAA})_4\text{HP}$  одного порядка и, кроме того, не наблюдается перераспределения энергии между различными линиями перехода  ${}^5\text{D}_0 - {}^7\text{F}_2$  (как это имеет место в полиметилметакрилате). Концентрация хелата в обоих случаях составляет 0,1 вес. %.

Рис. 3. Экспериментальная кривая зависимости относительной интенсивности люминесценции  $\text{Eu}(\text{TAA})_4\text{HP}$  в полистироле от концентрации



Следует отметить хорошую растворимость хелата в стироле. Нами установлена зависимость относительной интенсивности люминесценции  $\text{Eu}(\text{TAA})_4\text{HP}$  от концентрации (рис. 3). Как видно из кривой, интенсивность люминесценции растет с увеличением концентрации и достигает максимума при 0,5 вес. % хелата.

При дальнейшем увеличении концентрации интенсивность люминесценции не изменяется. Кроме того, при концентрации хелата 0,8 вес. % в образцах из полистирола со временем наблюдаются помутнение и выкристаллизация вещества.

Результаты работы показывают, что введение хелатов в стирольную основу не приводит к изменениям спектральных характеристик.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 6.3.1975)

ფიზიკა

მ. გომრგამძე, ვ. კახანაძე, რ. კახარაძე, ვ. ჩაბულოძე

მეცნიერების ხელატიმ აქტივირებული პოლიმერიზაციის  
ზომიერთი სპექტრალური მახასიათებელი

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად გამოვლენილია ევროპიუმის ხელატის სპექტრალური მახასიათებლები სტიროლის მონომერში და პოლისტიროლში. დადგენილია, რომ ხელატების შეყვანა სტიროლში არ ცვლის აქტიური ნივთიერების სპექტრალურ მახასიათებლებს. გარდა ამისა, სტიროლის საფუძველზე შეიძლება ნებისმიერი სიგრძის აქტიური ბოჭკოს მიღება.

E. Z. GEORGADZE, V. I. KAPANADZE, R. N. KUKHARSKY,  
 V. S. CHAGULOV

## SOME SPECTRAL CHARACTERISTICS OF EUROPIUM CHELATE IN POLYSTYRENE

### Summary

The spectral characteristics of europium chelate in styrene monomer have been experimentally studied. It has been found that introduction of chelate into the styrene base does not lead to changes of the spectral characteristics of the active substance. In addition, the styrene base enables the production of active fibres of any length.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Whittaker. *Nature*, 228, 10, 1970, 157—159.
2. N. E. Wolff, R. Y. Pressley. *Applied Physics Letters*, 2, № 8, 1963, 152—154.
3. E. H. Huffman. *Nature*, 203, № 4952, 1964, 1373—1374.
4. E. H. Huffman. *Physics Letters*, 7, № 4, 1963, 237—239.
5. Ц. Н. Вардოსანიძე, Ш. Ш. Гватуა, Е. З. Георгадзе, В. И. Капанадзе, В. В. Мумладзе, В. А. Ханевичев, В. В. Чавчანიძე, В. С. Чагулов, Л. В. Чхиквишвили. *Сообщения АН ГССР*, 63, № 3, 1971, 581—584.

А. И. ГВЕЛЕСИАНИ, А. Г. ХАНТАДЗЕ, Е. Г. КУРЦАЛИЯ

О ГЕОСТРОФИЧНОСТИ ВЕТРА В ИОНОСФЕРЕ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 7.4.1975)

Среди проблем физики верхней атмосферы наиболее важной и наименее изученной является проблема динамики ветровых и дрейфовых движений, что обусловлено одновременно практическими требованиями и трудностями проведения непрерывных систематических измерений динамических и кинетических параметров ионосферы, а также недостаточностью известных теоретических схем. В [1] детально обсуждались эти вопросы и были обобщены результаты теоретических исследований крупномасштабных горизонтальных ветров в ионосфере.

В настоящей статье с использованием экспериментальной модели верхней нейтральной атмосферы Яккия-70 [2] отыскиваются зональная и меридиональная составляющие горизонтального ветра в нижней и верхней ионосфере, позволяющие судить об условиях сохранения и нарушения геострофичности ветра и глобальном распределении системы ветров в ней.

Из уравнений движения, записанных в сферических координатах [1], без учета сил вязкости и инерционных членов, для зональной ( $U$ ) и меридиональной ( $V$ ) составляющих скорости ветра будем иметь

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{1}{\rho r (\lambda'^2 + \Omega^2)} \left( \Omega \frac{\partial P}{\partial \theta} + \frac{\lambda'}{\sin \theta} \frac{\partial P}{\partial \lambda} \right), \\
 V &= \frac{1}{\rho r (\lambda'^2 + \Omega^2)} \left( \lambda' \frac{\partial P}{\partial \theta} - \frac{\Omega}{\sin \theta} \frac{\partial P}{\partial \lambda} \right),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $r, \theta, \lambda$  — соответственно расстояние до центра Земли, дополнение широты, долгота;  $P, \rho$  — давление и плотность атмосферы;  $\lambda' = v_l \beta$ ,  $\beta = [1 + (v_{im} / \Omega_n)^2]^{-1}$ ,  $\Omega_n = eH / m_l c$ ,  $H = 0,5 H_p \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$ ,  $\Omega = 2 \omega \cos \theta - v_l \alpha$ ,  $v_l = v_{im} N_l / N_m$ ,  $v_{im} = 4,6 \cdot 10^{-11} T^{0.14} N_m$  [3],  $\alpha = v_{im} \beta / \Omega_n$ ;  $v_{im}$  — частота столкновений ионов с нейтральными частицами;  $N_l, N_m$  — концентрации ионов и нейтральных молекул;  $\omega$  — угловая скорость вращения Земли;  $e$  — заряд электрона;  $m_l$  — масса иона;  $c$  — скорость света;  $H$  — напряженность магнитного поля Земли;  $H_p$  — значение  $H$  у полюса.

Проведены численные расчеты на ЭВМ-220 М для случая, когда давление не зависит от долготы  $\lambda$ . Получены значения  $U$  и  $V$  для различных сезонов года и времени суток в северном и южном полушариях в интервале высот между 90 и 400 км. Данные расчетов позволяют построить глобальное распределение параметров периодических компонент скорости ветра, а также распределение параметров преобладающего ветра в рассматриваемом интервале высот. В качестве примера приводим графики годографа скоростей для равноденствия в пол-

ночь и полдень на северном и южном полушариях. Положительные значения широты соответствуют северной широте, отрицательные — южной; слева находятся кривые, соответствующие полуночи, справа — полудню.

Анализ результатов расчетов показывает, что независимо от времени года в высотном профиле  $U$  и  $V$  имеются максимумы, которые в направлении от полюсов к экватору опускаются вниз с 220 до 200 км для  $U$  и с 380 до 260 км для  $V$  в полночь. В полдень же максимумы скоростей опускаются на 100—260 км: при склонениях Солнца  $\delta = \pm 23,4^\circ$  для северного и южного полюсов  $U_{\max}$  находится примерно между 130 и 140 км, а для экватора — на высоте около 90 км;  $V_{\max}$  для  $\varphi = \pm 90^\circ$  приходится на уровень 150 км, а для экватора — 90 км. При равноденствии ( $\delta = 0$ )  $U_{\max}$  лежит в интервале высот 110—140 км, а  $V_{\max}$  — 120—170 км. Отметим, что в ранних моделях независимо от времени года скорости не имели максимума скоростей и возрастали монотонно с высотой (модели Деба, Йерга и др.) [4].

Таким образом, высоты максимумов скоростей  $U_{\max}$ ,  $V_{\max}$  находятся в пределах рассматриваемого интервала высот и для всех сезонов меняются примерно одинаково.

Из полученных результатов также следует, что летом и зимой максимальные значения скоростей в полночь на 1—2 порядка больше значений скоростей, принимаемых в полдень, а в период равноденствия эта разница выражена несколько слабее (рис. 1), что хорошо согласуется с экспериментальными данными [4—9]. В рассматриваемом случае, как и ранее [4], летние ночные значения скоростей превзошли зимние.

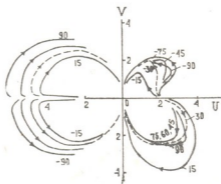


Рис. 1

Как видно из годографов скоростей, по мере поднятия вверх вектор скорости в северном полушарии вращается по часовой стрелке, а в южном — против часовой стрелки. Это также хорошо установленный экспериментальный факт [4—6].

Из расчетов  $U$  и  $V$ , проведенных для фиксированных значений высот (110 и 270 км), следует, что вектор скорости совершает вращение во времени с различным периодом: в нижней ионосфере почти на всех широтах колебание скорости происходит с периодом 24 часа, причем в северном полушарии в приэкваториальной области период колебаний возрастает в 1,5—2 раза, а в южном полушарии в верхней ионосфере с приближением к полюсу от широты  $\varphi \approx -60^\circ$  становится рав-

ным 12 часам. Сделанные выводы согласуются с экспериментальными и теоретическими данными [5, 6].

Расчеты приводят также к следующему заключению: летом в ночной ионосфере на всех широтах скорости ветра возрастают от полюса к экватору, в то время как в равноденствие для того же времени суток наблюдается обратная картина.

Рассмотрим более детально поведение зимней ночной ионосферы, а также дневной ионосферы в период равноденствия. В первом случае от экватора к широте  $\varphi \approx -20^\circ$  скорость уменьшается и обращается на последний в нуль, затем с увеличением широты возрастает, достигая максимума на широте  $\varphi \approx -60^\circ$ ; по мере приближения к  $\varphi \approx -70^\circ$  скорость убывает, обращается в нуль и далее вновь возрастает (принимая на широте  $-75^\circ$  значение, одинаковое со значением на  $\varphi \approx -15^\circ$ ). А во втором случае поворот вектора скорости ветра происходит вблизи широты  $\varphi \approx +25^\circ$ .

Описанная картина зимней системы ветров в южном полушарии согласуется с известной моделью циркуляции ветра в ионосфере, построенной Пергом [4, 5]. Что же касается системы ветров в дневной равноденственной ионосфере, то она качественно согласуется с предлагаемой в [5] схемой циркуляционных движений.

Как известно, довольно противоречивые результаты получаются для приэкваториальной области [7]. Стеканье ветров к экватору, полученное в работах Гейслера, Коула и Кинга [7] в области F2 на высоте 300 км, согласно нашим расчетам, должно иметь место в период равноденствия в полдень выше 200 км, а в полночь выше 400 км должна наблюдаться обратная картина—растекание ветров от экватора. Двигаясь на указанных высотах к полюсам, в первом случае вектор скорости поворачивает в северном полушарии на юго-восток, а во втором случае в северном полушарии — на северо-запад, а в южном — на юго-запад. В отличие от известных схем (Деб, Перг, Келлог—Шиллинг и др. [4, 5]), согласно которым направление ветра меняется резко на диаметрально противоположное при переходе от нижней ионосферы к верхней, в рассматриваемом случае имеет место плавный поворот вектора скорости в пределах  $90^\circ$ .

Анализ показывает, что в нижней ночной ионосфере во все времена года геострофичность ветра  $U \gg V$  сохраняется до высоты  $\sim 200$  км. В дневной же ионосфере геострофичность ветра нарушается выше 120 км.

Сужение области геострофичности ветра, уменьшение высоты расположения максимума меридиональной составляющей скорости ветра от полюса к экватору, суточное и сезонное изменения величины и направления скоростей, как видим, диктуются выбранной моделью нейтральной атмосферы [2] и заданием сил ионного торможения. В частности, возрастание скоростей летом можно приписать неучету существенного увеличения концентрации электронно-ионного газа, в особенности в нижней ионосфере в это время года.

Очевидно, что более полная картина ветров будет построена при учете градиентов давления по долготе, сил вязкости и прочих членов в уравнениях движения, а также более реальных профилей ионных концентраций для различных широт и сезонов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 24.4.1975)



ა. გველესიანი, ა. ხანთაძე, ე. კურცხალია

იონოსფეროში ქარის გეოსტროფიულობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ზედა ატმოსფეროში ქარების სისტემის გეოსტროფიულობის პირობები. იაკია-70 ატმოსფეროს მოდელის საფუძველზე აგებულია იონოსფეროში ცირკულაციური მოძრაობების გლობალური სურათი.

GEOPHYSICS

A. I. GVELESIANI, A. G. KHANTADZE, E. G. KURTSKHALIA

ON THE GEOSTROPHICITY OF WIND IN THE IONOSPHERE

Summary

The conditions of the geostrophicity of the wind system in the upper atmosphere have been investigated. On the basis of the Jacchia-70 atmospheric model the global pattern of geostrophical movements in the ionosphere has been constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. G. Khantadze, A. I. Gvelesiani, E. G. Kurtskhaliya, Изв. вузов, Радиофизика, № 4, 1975.
2. L. G. Jacchia, Smith. Astroph. Observ. Spec. Rep., 312, 1970.
3. H. Kohl, J. W. King, D. Eccles, J. Atm. Terr. Phys., v. 30, № 11, 1968.
4. И. А. Хвостиков, Высокие слои атмосферы, Л., 1964.
5. В. М. Поляков, Л. А. Щепкин, Э. С. Казимировский, В. Д. Кекоуров, Ионосферные процессы, Новосибирск, 1968.
6. A. G. Khantadze, Некоторые вопросы динамики проводящей атмосферы, Тбилиси, 1973.
7. Сб. «Ветер в ионосфере» (под ред. Э. С. Казимировского), Л., 1969.
8. P. Rothwell, R. Mountford, G. Martelli, J. Atm. Terr. Phys., v. 36, № 11, 1974.
9. J. W. Meriwether, J. P. Heppner, J. D. Stolarik, E. M. Weskott, J. Geoph. Res., v. 78, 1973, 6643.

А. И. КАРЦИВАДЗЕ, Д. Д. КИРКИТАДЗЕ, М. А. ОДИШАРИЯ,  
В. А. ЧИХЛАДЗЕ

## ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ВОДНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ ТУМАНОВ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 7.4.1975)

В настоящее время одной из важных задач изучения облаков и туманов является исследование их оптических свойств. Наибольшую ценность при этом представляют данные об оптических свойствах облаков, получаемые в видимой и инфракрасной (ИК) областях спектра и сопровождающиеся одновременными тщательными измерениями микроструктуры.

Такие исследования крайне необходимы для расчета радиационного режима облаков и всей толщи атмосферы в целом и для решения ряда других задач атмосферной оптики. Тем не менее для естественных облаков и туманов эти данные пока немногочисленны. Подобное положение легко объяснимо, если принять во внимание большие затраты и технические трудности при постановке экспериментов в естественных облаках, а также особенности последних.

В связи со сказанным значительный интерес представляют исследования оптических и микрофизических характеристик искусственных туманов, корректно моделирующих соответствующие характеристики естественных облаков и туманов. В этом случае результаты, полученные в камере после их тщательного анализа, можно перенести на реальные облака и туманы.

Известно, что одной из важнейших микрофизических характеристик, определяющих величину ослабления в жидкокапельных образованиях, является водность. Анализ результатов многочисленных измерений водности в облаках и туманах [1] показал, что эта характеристика весьма изменчива, зависит от вида и стадии развития облаков и меняется в пределах  $0,1-4$  г/м<sup>3</sup>, а в мощных кучевых облаках может достигать даже  $43$  г/м<sup>3</sup>. Целью данной работы являлось исследование зависимости коэффициента ослабления интенсивности лазерного излучения от водности искусственных туманов.

Все измерения лазерного излучения проводились в камере объемом  $8$  м<sup>3</sup>, туман в которой создавался методом парения, при нормальном атмосферном давлении и температуре воздуха  $21-23^{\circ}\text{C}$ .

Принципиальная схема приведена на рис. 1. Источником излучения (1) служит He—Ne лазер типа ЛГ-56 непрерывного действия, мощностью  $2$  мвт и длиной волны  $0,63$  мкм. Модулятор (2) модулирует лазерный пучок частотой  $10$  кгц. Исходя из рекомендаций [2] выбрана такая конструкция модулятора, при которой ширина его прозрачной части равна ширине непрозрачной части и диаметру сечения луча лазера. Приемником излучения служат фотодиоды (4, 5), которые подобраны попарно с идентичными параметрами. Конструкция устрой-

ства позволяет применять в качестве фотоприемников и фототранзисторы типа ФТ-1.

Излучение от лазера (1) полупрозрачным зеркалом (3) направляется по двум каналам: I (канал сравнения) и II (рабочий канал) и попадает на фотодиод (4) непосредственно от источника света, а на фотодиод (5) — пройдя некоторый путь через исследуемую среду. Фотометрические свойства световых пучков, проходящих в обоих каналах, одинаковы. Выравнивание световых потоков достигается диафрагмой (6). Сигналы от световых потоков I и II после фотоприемников попадают в схему сравнения (7), разностный сигнал от которого усиливается усилителем (8). С выхода усилителя сигнал регистрируется на бумажной ленте быстродействующего самописца типа И327—3. При равенстве световых потоков в канала I и II сигнал на вход усилителя не поступает, а поступает только при изменении оптической плотности среды в канале II и пропорционален ему.

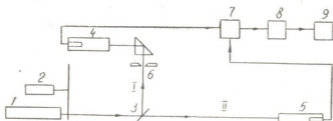


Рис. 1. Принципиальная схема эксперимента: 1 — лазер ЛГ-56; 2 — модулятор; 3 — полупрозрачное зеркало; 4, 5 — фотоприемники; 6 — диафрагма; 7 — схема сравнения; 8 — усилитель; 9 — регистрирующее устройство

Измерения проводились по дифференциальной методике, которая состояла в следующем. До впуска тумана в камеру измерялась в относительных единицах мощность пучка  $\Phi_{0\lambda}$ , прошедшего расстояние 2 м 50 см. Затем камера заполнялась туманом и определялся сигнал  $\Phi_{1\lambda}$ . Во время измерений контролировалась мощность излучения лазера. Оказалось, что мощность излучения лазера в течение опыта практически не изменяется. Результаты контроля использовались для дальнейшей обработки.

В связи с изменчивостью оптических и микрофизических характеристик тумана измерения проводились синхронно и не менее 10—15 в серии для получения статически обоснованных данных.

Коэффициент ослабления определялся через минутные интервалы времени по формуле

$$\alpha = \frac{1}{l} \ln \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{1\lambda}} \cdot 10^{-2} \text{ (см}^{-1}\text{)},$$

где  $\Phi_{0\lambda}$  — поток принимаемого излучения до образования тумана в камере,  $\Phi_{1\lambda}$  — поток принимаемого излучения, прошедшего слой тумана толщиной  $l=2$  м 50 см.

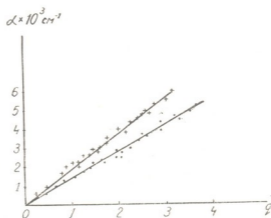
При обработке результатов наблюдений для оценки ошибок метода и достоверности полученных данных водность определялась двумя

способами: с помощью прибора Зайцева  $q$  и по формуле  $q_{\text{теоретич}} = \frac{M}{v}$ , где  $M$  — количество выпариваемой воды,  $v$  — объем камеры.

Экспериментальные данные, характеризующие зависимость коэффициента ослабления от водности  $q$  на волне  $0,63$  мкм с различными среднеквадратичным диаметром капель, представлены на рис. 2.

Спектр размеров капель определялся седиментационным способом. Реализовались два типа микроструктуры со среднеквадратичным диаметром  $6$  и  $10$  мкм.

Рис. 2. Зависимость коэффициента ослабления лазерного излучения на длине волны  $\lambda = 0,63$  мкм от водности для туманов с различным среднеквадратичным диаметром капель: 1 —  $D_2 = 6$  мкм, 2 —  $D_2 = 10$  мкм



Для всех серий измерений данные эксперимента хорошо аппроксимируются прямыми вида  $\alpha = \bar{K}_q q$ , где  $\bar{K}_q$  — среднее значение коэффициента соответствия, вычисленное по результатам отдельных измерений  $\alpha$  и  $q$ . Из данных эксперимента можно сделать вывод, что при одной и той же водности туманы с различными размерами капель характеризуются различными значениями коэффициента ослабления  $\alpha$ . В частности, с ростом среднего диаметра капель наблюдается уменьшение  $\bar{K}$ . Для двух типов микроструктуры  $6$  и  $10$  мкм, реализующих в нашем эксперименте значения  $\bar{K}_q$ , равны соответственно  $2,1 \cdot 10^{-3}$  и  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}/\text{гм}^{-3}$ . Полученные нами значения  $\bar{K}$  в пределах ошибок эксперимента находятся в хорошем соответствии с результатами работы [3]. Сравнение данных нашего эксперимента с результатами работы [4] свидетельствует также о том, что в области  $0,63$  мкм закономерности ослабления лазерного излучения в исследованных туманах не отличаются от закономерностей ослабления обычного некогерентного излучения тепловых источников.

Учитывая, что исследованные искусственные туманы по своим микрофизическим характеристикам близки к реальным облакам и туманам, сделанный вывод можно распространить на естественные условия.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 10.4.1975)

ა. კარცივაძე, დ. კირკიტაძე, მ. ოდიშარია, ვ. ჩიხლაძე

ლაზერული გამოსხივების შესუსტების კოეფიციენტის  
 დამოკიდებულება ხელოვნური ნისლევის წყლიანობაზე

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად გამოკვლეულია ლაზერული გამოსხივების შესუსტების კოეფიციენტის  $K$  დამოკიდებულება ხელოვნური ნისლების წყლიანობაზე, როდესაც ტალღის სიგრძე  $\lambda=0,63$ . ნაჩვენებია, რომ ეს დამოკიდებულება ატარებს ხაზოვან ხასიათს. აღმოჩნდა, რომ ერთი და იგივე წყლიანობის დროს შესუსტების კოეფიციენტი დამოკიდებულია წვეთების ზომების სპექტრზე. წვეთის ზომის გაზრდასთან ერთად იზრდება  $K$ .

GEOPHYSICS

A. I. KARTSIVADZE, D. D. KIRKITADZE, M. A. ODISHARIA,  
 V. A. CHIKHLADZE

THE DEPENDENCE OF THE EXTINCTION COEFFICIENT OF LASER  
 RADIATION ON THE WATER CONTENT OF ARTIFICIAL FOGS

Summary

The dependence of the laser radiation extinction coefficient  $K$  at the wavelength  $\lambda=0.63$  on the water content of artificial fogs has been investigated experimentally. This dependence is shown to be linear. It has been found that the extinction coefficient for one and the same water content also depends on the droplet size spectrum.  $K$  increases with the growth of the droplet size.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Дж. Мейсон. Физика облаков. Л., 1961.
2. Ю. Г. Якушенков. Основы теории и расчета оптико-электронных приборов. М., 1971.
3. М. А. Колосов, А. В. Соколов, Л. В. Федоров, Р. А. Ширей. Изв. АН СССР, ФАО, т. V, № 6, 1969.
4. В. И. Букатый, М. В. Кабанов, В. П. Кошелев, Б. А. Савельев, С. С. Хмелевцов. Изв. вузов СССР, Физика, № 8, 1967.

М. А. АЛЕКСИДZE, К. М. КАРТВЕЛИШВИЛИ

## НОРМАЛЬНАЯ ФОРМУЛА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 15.4.1975)

При интерпретации гравиметрических данных используется аномалия силы тяжести, представляющая собой разность между измеренным —  $g$  и нормальным —  $\gamma$  значениями силы тяжести. Заметим, что во всех существующих модификациях вывода нормальных формул для силы тяжести не заложены какие-либо физико-геологические предпосылки, способствующие их успешному применению для целей геологической интерпретации гравиметрических данных. По-видимому, это обстоятельство объясняется тем, что необходимость вывода нормальной формулы силы тяжести возникла для решения основных проблем высшей геодезии — изучения фигуры, размеров и внешнего гравитационного поля Земли. Позднее как понятие нормальной формулы, так и все виды редукции силы тяжести механически были перенесены из геодезической гравиметрии в гравиметрическую разведку. Однако были сделаны попытки [1, 2] так подобрать внутреннее строение Земли, чтобы оно удовлетворяло нормальным формулам, но при этом отдельные зоны Земли отождествлялись со сферами, что следует считать весьма грубой моделью Земли.

Ниже дается вывод нормальной формулы силы тяжести для «нормальной» Земли, которая близка к реальной геологической модели Земли.

На основе богатого экспериментального материала и теоретических соображений о внутреннем строении Земли в настоящее время построен целый ряд моделей планет земной группы и, в частности, модели Земли, наибольшей популярностью среди которых пользуются модели Земли Буллена и разные их модификации. Во всех существующих моделях Земли не учитывается эллиптическое сжатие поверхностей равной плотности. Поэтому в качестве геологической модели Земли примем модификацию существующих сферических моделей Земли, заключающуюся в том, что каждая  $i$ -я зона геосферы преобразуется в однородный эллиптический слой, заключенный между двумя concentрическими эллипсоидами вращения. Для нахождения экваториальной —  $a$  и полярной —  $c$  осей эллипсоида вращения возникает необходимость знания сжатия эллиптических слоев. Для этого используем урав-



нение Клеро, которое служит для определения закона изменения сжатия —  $e$  от одного эллипсоида к другому, в случае, если задан закон изменения плотности  $\rho$  от расстояния  $r$  от центра эллипсоида:

$$e'' + \frac{6\rho}{Dr} e' - \left( \frac{6}{r^2} - \frac{6\rho}{Dr^2} \right) e = 0, \quad (1)$$

где

$$D = \frac{3}{r^3} \int_0^r \rho(r) r^2 dr.$$

Граничными условиями дифференциального уравнения (1) являются

$$e \Big|_{r=6371} = \frac{1}{298,24}, \quad \frac{de}{dr} \Big|_{r=0} = 0.$$

Зная значение сжатия  $i$ -го эллипсоида вращения, воспользуемся зависимостью

$$e_i = \frac{a_i - c_i}{a_i} \quad (2)$$

и условием, что объем  $i$ -го эллипсоида равен объему равновеликой сферы радиусом  $r_i$

$$\frac{4}{3} \pi r_i^3 = \frac{4}{3} \pi a_i^2 c_i. \quad (3)$$

Решая (2) и (3) относительно  $a_i$  и  $c_i$ , получаем

$$a_i = \frac{r_i}{\sqrt[3]{1-e_i}}, \quad c_i = r_i \sqrt[3]{(1-e_i)^2}. \quad (4)$$

Фундаментальные исследования по вопросу притяжения софокусных эллипсоидов даны в работах П. Пицетти [3], А. А. Михайлова [1] и др. Для вывода формулы потенциала притяжения двухосного эллипсоида вращения воспользуемся общим выражением потенциала притяжения трехосного эллипсоида, приведенного в работе Н. Е. Жуковского [4], которое в нашем случае будет иметь вид

$$U(P) = \pi \bar{\rho}_i \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{(1 + \frac{s}{a_i^2})^2 (1 + \frac{s}{c_i^2})}} \left\{ 1 - \frac{z^2}{s + c_i^2} - \frac{x^2 + y^2}{s + a_i^2} \right\} ds, \quad (5)$$

где  $U(P)$  — значение потенциала притяжения  $i$ -го эллипсоида вращения во внешней точке  $P(x, y, z)$  с постоянной плотностью  $\bar{\rho}_i = \rho_i - \rho_{i-1}$  ( $i=1, \dots, n$ ;  $\rho_0=0$ );  $a_i$  — большая полуось;  $c_i$  — малая полуось;  $\bar{z}_i$  — малая полуось эллипсоида, софокусного данному  $i$ -му эллипсоиду и проходящего через точку  $P$ ;  $s$  — переменная Дирихле, по которой производится интегрирование.

Интегрируя (5) по  $s$ , после несложных преобразований получаем

$$U(P) = \pi f \rho_i \left\{ \frac{2a_i^2}{\alpha_i} \left( 1 + \frac{z^2}{\mu_i} - \frac{x^2 + y^2}{2\mu_i} \right) \operatorname{arctg} \frac{\alpha_i c_i}{\bar{c}_i} + \frac{a_i^2 \bar{c}_i (x^2 + y^2)}{\alpha_i^2 c_i (\bar{c}_i^2 + \mu_i)} - \frac{2z^2 a_i^2}{\alpha_i^2 c_i \bar{c}_i} \right\}, \quad (6)$$

где  $\alpha_i = \frac{\sqrt{a_i^2 - c_i^2}}{c_i}$  — второй эксцентриситет  $i$ -го эллипсоида и  $\mu_i = a_i^2 - c_i^2$ .

Выразим  $\bar{c}_i$  через параметры данного  $i$ -го эллипсоида вращения и координаты точки  $P$ . Для этого будем исходить из уравнения софокусного эллипсоида

$$\frac{x^2}{\bar{a}_i^2} + \frac{y^2}{\bar{a}_i^2} + \frac{z^2}{\bar{c}_i^2} = 1 \quad (7)$$

и из условия софокусности эллипсоидов

$$\bar{a}_i^2 - a_i^2 = \bar{c}_i^2 - c_i^2. \quad (8)$$

Определяя из (8)  $\bar{a}_i^2$  и подставляя в (7), получаем уравнение относительно  $\bar{c}_i$ :

$$\bar{c}_i^4 - \bar{c}_i^2 (x^2 + y^2 + z^2 - \mu_i) - \mu_i z^2 = 0,$$

решение которого дает

$$\bar{c}_i = \sqrt{\frac{x^2 + y^2 + z^2 - \mu_i + \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2 - \mu_i)^2 + 4\mu_i z^2}}{2}}. \quad (9)$$

Обозначая  $d_i = \frac{c_i}{\bar{c}_i}$  и вводя первый эксцентриситет  $\alpha_i = \frac{\sqrt{a_i^2 - c_i^2}}{a_i}$ , нормальный потенциал силы тяжести, соответствующий выбранной геологической модели Земли, состоящей из  $n$  концентрических эллипсоидальных слоев, будет иметь вид

$$U_0 = \pi f \sum_{i=1}^n \rho_i \left\{ \frac{1}{\alpha_i \bar{\alpha}_i^2} (2\alpha_i^2 c_i^2 + 2z - x^2 - y^2) \operatorname{arctg} \alpha_i d_i + \frac{(x^2 + y^2) d_i}{\alpha_i^2 (1 + \alpha_i^2 d_i^2)} - \frac{2z d_i}{\alpha_i^2} \right\} + \frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2). \quad (10)$$

Для нахождения выражения нормального значения силы тяжести  $\gamma$  будем исходить из соотношения

$$\gamma = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}, \quad (11)$$

где  $X, Y, Z$  — составляющие силы тяжести по координатным осям  $x, y, z$ , равные производной от  $U_0$  по соответствующим осям:

$$\begin{aligned} X &= -2\pi f x \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{\alpha_i^2} \left( \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i - \frac{d_i}{1 + \alpha_i^2 d_i^2} \right) + x \omega^2, \\ Y &= -2\pi f y \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{\alpha_i^2} \left( \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i - \frac{d_i}{1 + \alpha_i^2 d_i^2} \right) + y \omega^2, \\ Z &= -4\pi f z \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{\alpha_i^2} \left( d_i - \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i \right). \end{aligned} \quad (12)$$



С учетом (12) и (11) выражение нормального значения силы тяжести во внешней точке с координатами  $x, y, z$  будет иметь вид

$$\gamma = 2\pi f \sqrt{(x^2 + y^2) \left\{ \left[ \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\rho}_i}{\alpha_i^2} \left( \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i - \frac{d_i}{1 + \alpha_i^2 d_i^2} \right) - \frac{\omega^2}{2\pi f} \right]^2 + 4z^2 \left[ \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\rho}_i}{\alpha_i^2} \left( d_i - \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i \right) \right]^2 \right\}} \quad (13)$$

или в полярной системе координат

$$\gamma = 2\pi f r \sqrt{\cos^2 \varphi \left[ \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\rho}_i}{\alpha_i^2} \left( \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i - \frac{d_i}{1 + \alpha_i^2 d_i^2} \right) - \frac{\omega^2}{2\pi f} \right]^2 + 4\sin^2 \varphi \left[ \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\rho}_i}{\alpha_i^2} \left( d_i - \frac{1}{\alpha_i} \operatorname{arctg} \alpha_i d_i \right) \right]^2} \quad (14)$$

В частном случае, если точка  $P$  лежит на поверхности наружного эллипсоида  $d_1=1$  и  $r$  определяется из соотношения

$$r = \frac{a_1 c_1}{\sqrt{c_1^2 \cos^2 \varphi + a_1^2 \sin^2 \varphi}}$$

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 25.4.1975)

გეოფიზიკა

ა. ალექსიძე, კ. კარტველიშვილი

სიმძიმის ძალის ნორმალური ფორმულა გრავიმეტრიული  
მონაცემების რეგიონალური გეოლოგიური  
ინტერპრეტაციისათვის

რეზიუმე

გამოყვანილია სიმძიმის ძალის ნორმალური მნიშვნელობის ფორმულა დედამიწის მოდელისათვის, რომელიც წარმოდგენილია მუდმივი სიმკვრივის მქონე მბრუნავი ელიფსოიდალური კონცენტრიული ფენებით.

GEOPHYSICS

M. A. ALEKSIDZE, K. M. KARTVELISHVILI

NORMAL GRAVITY FORMULA FOR THE REGIONAL GEOLOGICAL  
INTERPRETATION OF GRAVIMETRIC DATA

Summary

Normal gravity formula is derived for the Earth's model representing concentric ellipsoidal layers of rotation with a constant density.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Михайлов. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли. М. 1939.
2. Н. Хаалск. Die gravimetrischen Verfahren der angewandten Geophysik. Berlin, 1929.
3. П. Пидетти. Основы механической теории фигуры планет. М.—Л., 1933.
4. Н. Е. Жуковский. Теоретическая механика. М.—Л., 1950.



Г. А. СЕХНИАИДZE, М. Г. ДЖАНИКАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
 АНОМАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЖАВАХЕТСКОГО  
 НАГОРЬЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 4.4.1975)

В 1973—1974 гг. Аэромагнитная партия Комплексной геолого-геофизической экспедиции Грузинского производственного геологического управления провела аэромагнитную съемку на территории Южной Грузии, включая Джавахетское нагорье. Регистрация геомагнитного поля проводилась протонным аэромагнитомером АМП-7, установленным на самолете АН-2. Полеты велись на фиксированной высоте 3500 м н. у. м. по прямолинейным широтным маршрутам вкострости простирающихся господствующих геологических структур. Расстояние между маршрутами аэромагнитной съемки составляло 2 км. Погрешность измерения абсолютных значений полного вектора (Т) магнитного поля Земли составляла  $\pm 8$  гамм.

В результате камеральной обработки полевых аэромагнитных материалов составлена карта аномального магнитного поля Джавахетского нагорья в масштабе 1:200 000.

Целью настоящей статьи является качественная геологическая интерпретация аномального магнитного поля Джавахетского нагорья, т. е. установление связи между характером магнитного поля района и его поверхностной и глубинной тектоники.

Район исследования характеризуется сложным геологическим строением, здесь широко распространены эффузивные образования разных возрастов и неоднородного петрографического состава. На территории Южной Грузии (в пределах Джавахетского и Эрүшетского нагорья) наиболее древними являются карбонатные отложения верхнего мела, на которых залегают палеогеновые образования. На эрозионной поверхности последних залегает комплекс вулканогенов верхнего миоцена-нижнего плиоцена, в которых четко выделяются нижняя пирокластолитовая и верхняя лавовая части. Весь этот комплекс с угловым несогласием перекрывается эффузивами акчагыл-апшеронского возраста, представленными андезитами, андезито-базальтами и долеритами. Сравнительно ограниченно распространены кислые и основные вулканы верхнего плейстоцена-голоцена.

Джавахетское вулканическое нагорье из-за частой смены знака магнитных аномалий характеризуется сложным магнитным полем мозаичного строения. Основные особенности этого поля — чередование отрицательных и положительных аномалий, преимущественное простирание осей магнитных аномалий в меридиональном или в близком к нему направлении и наличие цепочки изометричных локальных аномалий вдоль Самсарского хребта, разделенных отрицательными магнитными полями.



Специфика аномального магнитного поля обусловлена особенностями геологического строения, вулканизма и тектоники Джавахетского нагорья и типична для районов с молодым вулканизмом [1].

Магнитные свойства у молодых лав исследуемого района очень высокие. Наблюдается преобладание величины остаточной намагниченности над индуктивной намагниченностью. Определением магнитных свойств образцов установлено, что магнитные параметры вулканитов Джавахетского нагорья очень изменчивы и колеблются в широких пределах. Магнитная восприимчивость андезитов меняется от 0 до  $1,2 \times 10^{-3}$  ед. СГС (среднее  $0,2 \times 10^{-3}$  ед. СГС), дацитов — от 0 до  $12,2 \times 10^{-3}$  ед. СГС (среднее  $0,8 \times 10^{-3}$  ед. СГС), долеритов — от 0 до  $65,0 \times 10^{-3}$  ед. СГС (среднее  $1,4 \times 10^{-3}$  ед. СГС). Средние значения остаточной намагниченности составляют: для андезитов  $1,4 \times 10^{-3}$  СГС, для дацитов  $1,0 \times 10^{-3}$  ед. СГС, а для долеритов  $1,6 \times 10^{-3}$  ед. СГС.

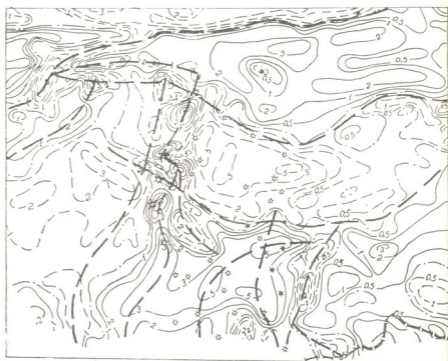


Рис. 1. Карта аномального магнитного поля Джавахетского нагорья и смежных с ним районов: 1 — изолинии положительных значений ( $\Delta T_{\Delta}$ ); 2 — изолинии отрицательных значений ( $\Delta T_{\Delta}$ ); 3 — нулевые изолинии; 4 — вулканические формы; 5 — эрозионно-тектонические формы; 6 — линии предполагаемых разломов

В силу сильномагнитности покровов андезитовых, андезито-базальтовых и долеритовых лав над Джавахетским нагорьем наблюдаются интенсивные магнитные аномалии обоих знаков. Как видно из карты аномального магнитного поля (рис. 1), интенсивность отрица-



тельных и положительных аномалий на Джавахетском нагорье одинаковая — экстремальные значения достигают 5 мэ.

По морфологии магнитного поля Джавахетское нагорье резко отличается от Аджаро-Триалетской системы и Болнисской зоны, благодаря преимущественному меридиональному направлению осей магнитных аномалий. Почти все аномалии обоих знаков вытянуты вдоль меридиана, чего не наблюдается в других геотектонических единицах Грузии.

Выходящие на дневную поверхность сильномагнитные лавы Джавахетского нагорья являются экраном, препятствующим с помощью магниторазведки изучить залегание кристаллического фундамента. Однако особенности магнитного поля могут дать определенные сведения о глубинной разрывной тектонике района. По преимущественному направлению осей магнитных аномалий можно судить с том, что для данной зоны характерно господство меридиональных разломов. Наличие меридиональных разломов было установлено геологическими [2] и сейсмологическими исследованиями. Как известно, все потухшие вулканы Джавахетского нагорья, конусы которых прекрасно сохранились до наших дней, расположены вдоль меридиональных линий на Самсарском и Джавахетском хребтах; вулканы же, как правило, приурочены к зонам глубинных разломов.

Меридиональное расположение эпицентров зарегистрированных джавахетских землетрясений также указывает на направление зон разломов. Результаты аэромагнитных данных подтверждают указанные наблюдения и выводы. Мы считаем, что два региональных разлома, которые устанавливают геологи и сейсмологи по цепи вулканов и очагов землетрясений, хорошо выражены в магнитном поле цепочкой локальных положительных аномалий на Самсарском хребте и удлиненными в меридиональном направлении эпицентрами магнитных аномалий на Джавахетском хребте.

Кроме указанных разломов, в Джавахетской зоне по магнитным данным выделяется несколько разломов глубокого заложения и разного направления, которые дробят лавовые образования на глыбы, из-за чего магнитное поле над исследованным районом приобретает пестрый мозаичный вид.

По нашему мнению, наблюдаемая картина аномального магнитного поля Джавахетского нагорья обуславливается тремя основными факторами: 1) влиянием сильно пересеченного рельефа, сложенного магнитными вулканогенными породами неоднородного петрографического состава, 2) наличием сложной разрывной тектоники, 3) влиянием обратной намагниченности лавовых покровов, существование которой доказано исследованиями ученых [3, 4].

Грузинское производственное геологическое управление

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.4.1975)

გეოფიზიკა

ა. ხახინაძე, ა. ჯანიკაშვილი

ჯავახეთის ზეგნის ანომალური მაგნიტური ველის გეოლოგიური ინტერპრეტაციის საკითხისათვის

რეზიუმე

ანომალური მაგნიტური ველის გეოლოგიური ინტერპრეტაციის საფუძველზე დადგინდა, რომ ჯავახეთის ზეგნის მაგნიტურ ველს აქვს რთული ხასიათი. მაგნიტური ანომალიის ღერძების მიმართულებების მიხედვით გაბატონებულია

მერიდიანული სტრუქტურები. დადებითი და უარყოფითი ანომალების ჯაჭვი, რომელიც სივრცობრივად სამსარისა და ჯავახეთის ქედის მიმართულებას ემთხვევა, ადასტურებს მათ ქვეშე სიღრმული რღვევების არსებობას.

GEOPHYSICS

G. A. SEKHNIADZE, M. G. JANIKASHVILI

CONCERNING THE GEOLOGICAL INTERPRETATION OF THE  
 JAVAKHETI PLATEAU ANOMALOUS MAGNETIC FIELD

Summary

Geological interpretation of the anomalous magnetic field shows that the anomalous magnetic field of the Javakheti plateau is of complicated character. Due to the directions of the axes of magnetic anomalies meridional structures prevail. The chain of positive and negative anomalies, which coincides spatially with the directions of the Samsari and Javakheti ridges, corroborates the existence of deep faults under them.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Ривош, Г. С. Штейнберг. Геология и геофизика, № 7, 1964.
2. Н. И. Схиртладзе. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1958.
3. М. М. Рубинштейн, Ш. А. Адамия, Д. И. Девдарანი, В. Н. Добрынин, Л. И. Розентур. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1972.
4. Ц. Г. Акопян. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XIV, Тбилиси, 1955.



УДК 547.361+547.346

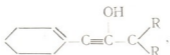
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Т. Г. ТАЛАКВАДЗЕ

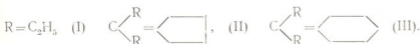
СИНТЕЗ И ГИДРОСИЛИЛИРОВАНИЕ И  
 ГИДРОГЕРМИЛИРОВАНИЕ ТРЕТИЧНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ  
 ВИНИЛАЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ

Цель работы заключалась в получении третичных винилацетиленовых карбинолов с замещенными винильными группами и изучении реакций гидросилилирования и гидрогермилирования.

Методом Гриньяра—Иоича были синтезированы диэтил-( $\Delta'$ -циклогексенилэтинил)карбинол (I), 1-оксициклопентил- $\Delta'$ -циклогексенилэтинил (II), 1-оксициклогексил- $\Delta'$ -циклогексенилэтинил (III), отвечающие формуле



где

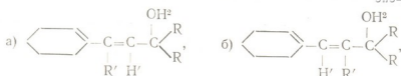


Для идентификации полученных соединений было проведено спектроскопическое исследование.

ИК-спектры карбинолов содержат характерные полосы поглощения следующих групп: —ОН— (3386—3350  $\text{cm}^{-1}$ ), —C≡C— (2200—2120  $\text{cm}^{-1}$ ) и =C—H связи в циклогексеновом цикле соответствует частота 3030  $\text{cm}^{-1}$ .

Изучение ацетиленовых спиртов методом радиоспектроскопии показало, что в спектрах ПМР сигналы насыщенных протонов проявляются в виде уширенных мультиплетов в области 2,2—1,2 м. д. Протон при двойной связи циклогексена проявляется в виде мультиплета с центром 5,9 м. д. Гидроксильный протон спирта, содержащий диэтиловый фрагмент, имеет химический сдвиг 3 м. д., циклопентановый фрагмент 3,1 м. д., а у спирта с циклогексановым радикалом химический сдвиг гидроксильного протона равен 3,7 м. д.

Исследование реакции взаимодействия триэтилгидридсилана и триэтилгидридгермана со спиртами (I, II, III), в присутствии катализатора Спейера показало, что реакции присоединения протекают только по тройной связи с образованием диеновых изомеров:



где  $R' = \text{SiEt}_3$  (IV, VI, VIII),  $\text{GeEt}_3$  (V, VII, IX).





Опираясь на данные спектроскопии ПМР продуктов присоединения силианов и германов по тройной связи вторичных циклических винилацетиленовых спиртов [1], можно сделать вывод, что сигналы протонов при ациклической двойной связи для структур типа (а) должны проявляться в более сильном поле, чем для структур типа (б):

для  $\text{SiEt}_3$  а) 5,53–5,55 м. д., б) 5,28–6,07 м. д.,

для  $\text{GeEt}_3$  а) 5,38 м. д., б) 5,71–5,89 м. д.

Данные спектров ПМР продуктов присоединения приведены в табл. 1.

Таблица 1

|   | $R'$            | № соедине-<br>ний | Химические сдвиги протонов** (в м. д. от ГМДС) |       |                               |                              |          |         |
|--|-----------------|-------------------|--|-------|-------------------------------|------------------------------|----------|---------|
|  |                 |                   | $H'$   | $H^*$ | $H_{\text{нас}}^{\text{нас}}$ | $H_{\text{иг}}^{\text{нас}}$ | $H^{R'}$ | $H^R$   |
|   | $\text{SiEt}_3$ | IV                | 5,24   | 2,9   | 5,22                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,3  | 1,2–0,8 |
|  | $\text{GeEt}_3$ | V                 | 5,04   | 3     | 5,24                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,6  | 1,2–0,8 |
|   | $\text{SEt}_3$  | VI                | 5,50–5,70                                      | 3,3   | 5,20                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,3  | 1,6–1,4 |
|  | $\text{GeEt}_3$ | VII               | 5,34   | 2,6   | 5,18                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,6  | 1,6–1,4 |
|  | $\text{SiEt}_3$ | VIII              | 5,43   | 3,2   | 5,16                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,3  | 1,6–1,4 |
|  | $\text{GeEt}_3$ | IX                | 5,28   | 2,6   | 5,18                          | 2,01–1,7                     | 1,2–0,6  | 1,6–1,4 |

\* Для определения сигнала гидроксильного протона использовалось добавление  $\text{CF}_3\text{COOH}$ .

\*\* Снимались спектры растворов соединений в  $\text{CCl}_4$ .

Сигналы протонов  $H'$  соединений (V, VII, IX), содержащих фрагмент  $\text{GeEt}_3$ , расположены в области 5,04–5,34 м. д. Эта область, как видно из рассмотрения спектров аддуктов вторичных циклических винилацетиленовых карбинолов, характерна для соединений типа (а).

Сигналы протона  $H'$  соединений (IV, VIII), содержащих фрагмент  $\text{SiEt}_3$ , имеют химический сдвиг в области 5,24–5,50 м. д. Это также указывает на то, что данные соединения имеют структуру типа (а). В спектре продукта VI в области сигналов олефиновых протонов ациклической двойной связи присутствуют два сигнала (1:1) с химическими сдвигами: 5,50 м. д. и 5,72 м. д. Первый из них (5,50) может относиться к структуре типа (а), второй, вероятно, характеризует структуру (б).

На основании изучения спектров ПМР можно сделать вывод, что при реакциях гидросилилирования и гидрогермиллирования третичных циклических винилацетиленовых спиртов получающиеся аддукты имеют в основном структуру типа (а).

Տախանա 2

| № ցանքատեղի | Տեսակի և ցանքատեղիի (սմ) | $K_{2O}$ | $d_{47}^{\circ}$ | $MR_{O_2}$ |        | Ուժեղացում, %  |                |                | Վառարկում, % |       |       | ՕՒ %          |      | Վառարկում, % |
|-------------|--------------------------|----------|------------------|------------|--------|----------------|----------------|----------------|--------------|-------|-------|---------------|------|--------------|
|             |                          |          |                  | սմ/մ       | սմ/մ   | C              | H              | Ցա             | C            | H     | Ցա    | սմ/մ          | սմ/մ |              |
|             |                          |          |                  |            |        |                |                |                |              |       |       |               |      |              |
| I           | 99/1                     | 1,5062   | 0,9397           | 69,62      | 59,70  | 81,12<br>80,92 | 11,03<br>10,70 |                | 81,25        | 10,40 |       | 8,92<br>9,08  | 8,79 | 71,04        |
| II          | 124 –<br>123/2           | 1,5330   | 1,0006           | 57,64      | 57,33  | 82,47<br>81,87 | 9,83<br>9,82   |                | 82,10        | 9,47  |       | 8,45<br>8,57  | 8,24 | 56,09        |
| III         | 135 –<br>135/1           | —        | —                | —          | —      | 22,56<br>22,10 | 10,33<br>10,77 |                | 82,35        | 9,80  |       | 8,71<br>8,57  | 8,36 | 52,3         |
| IV          | 136/1                    | 1,4962   | 0,9601           | 98,82      | 98,39  | 74,85<br>74,55 | 11,97<br>11,89 | 8,08<br>8,87   | 74,01        | 11,08 | 9,09  | 5,72<br>5,80  | 5,51 | 68,8         |
| V           | 125/1                    | 1,5007   | 1,0317           | 100,63     | 100,51 | 64,87<br>64,54 | 10,73<br>10,34 | 10,85<br>10,17 | 64,64        | 10,20 | 10,59 | 50,08<br>5,14 | 4,84 | 74,3         |
| VI          | 138 –<br>139/2           | 1,5245   | 0,9671           | 96,67      | 95,93  | 75,03<br>74,80 | 11,72<br>11,43 | 9,46<br>9,19   | 74,44        | 11,11 | 9,15  | 5,77<br>5,79  | 5,56 | 67,3         |
| VII         | 152 –<br>153/2           | 1,5145   | 1,0093           | 98,88      | 98,65  | 64,77<br>64,84 | 9,83<br>9,64   | 21,21<br>21,30 | 65,04        | 9,70  | 21,39 | 5,13<br>5,00  | 4,87 | 72,5         |
| VIII        | 162/1                    | 1,5158   | 0,9519           | 100,44     | 100,49 | 75,45<br>75,63 | 11,22<br>11,40 | 8,06<br>8,51   | 75,00        | 11,25 | 8,75  | 5,54<br>5,80  | 5,33 | 58,4         |
| IX          | 152/1                    | 1,5240   | 1,0711           | 100,09     | 102,61 | 65,89<br>65,65 | 9,28<br>9,58   | 19,87<br>19,42 | 65,84        | 9,87  | 19,89 | 5,06<br>4,84  | 4,83 | 66,1         |



Синтез диэтил-( $\Delta'$ -циклогексенилэтинил)карбинола. К реактиву Гриньяра, полученному из 12 г магния и 54,4 г бромистого этила, добавили 37,1 г циклогексенацетилен. Реакционную массу нагревали в течение 3 часов при температуре кипения эфира, а затем охлаждали льдом. Из капельной воронки добавили 29,1 г диэтилкетона. Реакционную смесь вновь нагревали в течение 2 часов, разлагали 10% раствором хлористого аммония. Эфирную вытяжку сушили на глауберовой соли и после отделения эфира перегоняли в вакууме.

Остальные спирты были синтезированы аналогично, гидросилилирование и гидрогермирование карбинолов проводилось по методике [2].

Данные всех полученных продуктов приведены в табл. 2.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.5.1975)

ორგანული ქიმია

ი. გვერდციტილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. თალაკვადე

მესამადი ციკლური ვინილაცეტილენური სპირტების სინთეზი,  
 ჰიდროსილილირება და ჰიდროგერმილირება

რეზიუმე

აღწერილია დიეთილ-( $\Delta'$ -ციკლოპექსენილეთინილ) კარბინოლის, 1-ოქსიციკლოპექსენილ- $\Delta'$ -ციკლოპექსენილეთინილის და 1-ოქსიციკლოპექსილ- $\Delta'$ -ციკლოპექსენილეთინილის სინთეზი. შესწავლილია ტრიეთილსილანისა და ტრიეთილგერმანის მოქმედება ზემოაღნიშნულ სპირტებზე სპეციფიკური კატალიზატორის გამოყენებით.

დადგენილია, რომ მიერთება ხდება მხოლოდ აცეტილენურ ბმასთან დიენური ნაერთების წარმოქმნით.

სპირტების და მიერთების პროდუქტების აგებულება დადგენილია როგორც იწ, ისე პმრ-სპექტრებით.

## ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, T. G. TALAKVADZE

### SYNTHESIS, HYDROSILYLATION AND HYDROGERMILATION OF TERTIARY CYCLIC VINYLACETYLENE CARBINOLS

#### Summary

Tertiary cyclic carbinols of the vinylacetylene series have been obtained. The hydrosilylation and hydrogermilation reactions of these carbinols in the presence of Speier's catalyst have been studied. The structural direction of this reaction has been established.

The structures of all the obtained compounds were established on the basis of their IR and PMR spectra.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, Т. Г. Талаквადзе, Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.
2. И. М. Гвердцители, Т. Г. Талаквადзе, Труды Тбилисского гос. ун-та, А 8(153), 1974, 153.

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Н. ДЖАЛИШВИЛИ,  
С. В. СМЫКОВА

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПониЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ФЕРРИТОВОМ СЫРЬЕ

Работа посвящена изучению влияния примесей на магнитные характеристики ферритов, изготовленных из сырья, полученного электрохимическим способом, и очистки этого сырья от ионов натрия.

Получение ферритов с высокими и стабильными физико-химическими свойствами осуществляется путем использования по возможности более чистого сырья с минимальным количеством примесей. Но реактивные материалы, применяемые в настоящее время в промышленности для производства ферритов, дорогостоящи и не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырию, так как даже основное сырье— $Fe_2O_3$  и  $FeSO_4$  содержит щелочные и щелочно-земельные металлы в количестве до 0,1 вес.%, тогда как, по мнению авторов [1, 2], примеси некоторых окислов, содержащихся в феррите в количестве 0,1—0,2%, особенно окислов щелочных металлов, приводят к значительному снижению магнитных характеристик ферритов.

Для обеспечения постоянства состава по примесям и стабильности технологии производства сырья были получены гидроокисные ферритовые порошки системы  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$  путем электрохимического растворения железо-марганцевого сплава совместно с цинковым анодом в 1 н. растворе  $NaCl$ . Щелочность раствора  $pH$  11,8 в процессе электролиза обеспечивает полноту осаждения ферритообразующих компонентов [3]. Остаточные количества  $Fe^{2+}$  и  $Mn^{2+}$  в маточном растворе и промывных водах не превышают  $4 \cdot 10^{-5}$  г/л.

Удаление ионов натрия, адсорбированных поверхностью гидроокисей, многократным промыванием водой является трудоемким и длительным процессом. Поэтому были проведены опыты по очистке от примеси натрия как электрохимическим способом, так и обычным промыванием осадка с изменением очередности сушки, т. е. осадок после отделения от маточного раствора легко фильтровался, высушивался при  $105^\circ C$ , а затем промывался дистиллированной водой. Примесь натрия, адсорбированная осадком, выделялась при сушке в виде  $NaCl$  и легко удалялась однократным промыванием. Содержание  $Na^+$  в ферритизированном порошке достигало 0,04 вес.% (табл. 1).

Электрохимическая очистка осадка проводилась в диафрагменной секции, заключенной между нерастворимыми электродами, или с параллельным доокислением осадка при расположении анода непосредственно в диафрагменной секции (табл. 1, образец 4). Кроме того, был использован метод электрохимической очистки сырья с одновременным промыванием осадка водой. В последнем случае количество ионов натрия в ферритизированном порошке снижалось до 0,015 вес.%.



Расход воды на 1 кг осадка составлял 50 л, электроэнергия 1,2 Вт, время промывки 0,5 часа. При обжиге улетучивалось до 88% ионов натрия.

Таблица 1

Содержание ионов натрия в промытом осадке и ферритизированном порошке

| Вид очистки  | Содержание ионов натрия, вес. % |           |
|--|---------------------------------|-----------|
|  | в осадке                        | в феррите |
| 1. Осадок после отделения от маточного раствора                          | 6,0                             |           |
| 2. Трехкратное промывание водой  | 1,42                            | 0,15      |
| 3. Высушенный после декантации осадок, однократно промытый водой         |                                 | 0,04      |
| 4. Электрохимическая очистка:<br>через 0,5 часа                          | 3,36                            |           |
| через 1 час  | 2,73                            |           |
| 5. Электрохимическая очистка с одновременной промывкой:                  |                                 |           |
| а) диафрагменная секция—между катодом и анодом:<br>осадок через 0,5 часа | 1,77                            |           |
| через 1 час  | 0,66                            |           |
| через 1,5 часа   | 0,66                            | 0,015     |
| б) анод—внутри диафрагменной секции:<br>осадок через 0,5 часа            | 2,84                            |           |
| через 1 час  | 1,16                            |           |
| через 1,5 часа   | 0,21                            | 0,013     |

Для выяснения допустимых пределов примеси натрия из сырья, полученного электрохимическим способом, были изготовлены марганец-цинковые ферриты различного состава с содержанием ионов натрия 0,15 и 0,07 вес.% (табл. 2). Из данных таблицы видно, что повышение содержания натрия резко сказывается только на тангенсе угла потерь (образец 2).

Таблица 2

Магнитные свойства ферритов системы  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$   
( $T_{сж}=1260^{\circ}C$ . III вак. режим охлаждения)

| Состав феррита, вес. % |       |       |         | $K_{yc}$ | $\mu_n$ гс/э | $tg \delta/\mu \cdot 10^6$ |        |
|------------------------|-------|-------|---------|----------|--------------|----------------------------|--------|
| $Fe_2O_3$              | $MnO$ | $ZnO$ | $Na_2O$ |          |              | 10 мэ                      | 100 мэ |
| 69,2                   | 17,5  | 13,1  | 0,1     | 1,13     | 1910         | 9,5                        | 45,0   |
| 69,1                   | 17,4  | 13,4  | 0,2     | 1,13     | 1800         | 21,5                       | 148,0  |
| 70,8                   | 19,6  | 9,5   | 0,1     | 1,13     | 2740         | 3,7                        | 11,0   |
| 70,5                   | 15,2  | 14,2  | 0,1     | 1,15     | 1700         | 5,2                        | 41,7   |

Надо отметить, что наличие в готовом сырье примесей других металлов не сказывается в такой степени на магнитных характеристиках продукта. Установлено, что использование арматурного железа для выплавки железо-марганцевого сплава не влияет на магнитные характеристики готовых изделий.

Полученные ферритовые порошки характеризуются высокой однородностью, дисперсностью ( $0,1 \text{ \AA}$ ), низким содержанием влаги (2,04%) и коэффициентом усадки (1,13), хорошей прессуемостью, а изготовленные из них изделия — воспроизводимостью магнитных характеристик [4].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 29.5.1975)

ელექტროქიმია

რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯალიაშვილი, ს. სმიკოვა

საფორიტა კაჟმში მინარეჟების შემცირების შესაძლებლობის კვლევა  
 რეზიუმე

განხილულია საფორიტე კაჟმში ნატრიუმის იონების შენეების შესაძლებლობა სხვადასხვა მეთოდით.

დადგენილია, რომ ჰიდროქსიდთა გარეცხვის და შრობის თანმიმდევრობის შეცვლით ნატრიუმის იონების შემცველობა აღწევს 0,04 წონით %, ხოლო ელექტროქიმიური მეთოდით ნალექის გაწმენდა მისი პარალელური რეცხვით შესაძლებელია ამოკლებს პროცესს და ამცირებს ნატრიუმის შემცველობას 0,015—0,013 წონით %-მდე.

ELECTROCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, M. N. JALIAHVILI, S. V. SMYKOVA

## INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF THE CONTENT REDUCTION OF IMPURITIES IN FERRITE RAW MATERIAL

### Summary

The possibility of the content reduction of sodium ions in ferrite raw material is considered.

It has been ascertained that by changing the succession of washing and drying of the hydroxide mixture the content of sodium ions decreases to 0.04 w. %.

Purification of the sediment by the electrochemical method with simultaneous washing caused the reduction of purification time and the content of sodium ions to 0.015—0.013 w. %.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Шольц, К. А. Пискарев. Ферриты для радиочастот, М.—Л., 1966.
2. Л. И. Рабкин, С. А. Соскин, Б. Ш. Эпштейн. Ферриты, М., 1968.
3. Р. И. Агладзе, М. Н. Джалиашвили. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 3, 1966, 619.
4. М. Н. Джалиашвили, Т. В. Стахнева. Сб. «Электрохимия марганца», т. 5. Тбилиси, 1975, 214.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

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

ОСЦИЛЛОПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ  
 СТАДИИ ПРИ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИИ  $\text{MoO}_4^{2-}$  НА ФОНЕ  
 РАСПЛАВА  $\text{KCl-NaCl}$

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 4.5.1975)

В работах [1, 2] было показано, что кислородсодержащие анions типа  $\text{MO}_4^{2-}$ , ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ), являясь основаниями, т. е. донорами кислородных ионов, в электродной реакции непосредственно не участвуют. Указанные анионы образуют электрохимически активную форму—частицу с более кислыми свойствами, чем  $\text{MO}_4^{2-}$ , в результате кислотно-основной равновесной реакции типа



Существенная роль таких равновесий была впервые показана на примере электровосстановления аниона  $\text{WO}_4^{2-}$  на фоне расплава равномолярной смеси  $\text{KCl-NaCl}$  [3, 4].

В. Н. Попов и Лейтинен [5] при изучении электровосстановления  $\text{MoO}_4^{2-}$  на фоне  $\text{LiCl-KCl}$  в гальваностатическом режиме поляризации также высказали предположение, что равновесие (1) устанавливается медленно при образовании электрохимически активных частиц типа  $\text{MoO}_3(\text{MoO}_3\text{Cl}_2^-)$ .

Нами в работе [6] потенциометрическим титрованием изучены реакции образования молибдатов по реакции (1) и др. и определены константы устойчивости продуктов соответствующих кислотно-основных реакций.

Результаты исследования электровосстановления  $\text{MoO}_4^{2-}$ , проведенного нами в стационарных условиях поляризации с помощью полярографического метода, подтвердили вышеупомянутое предположение и показали, что процесс электровосстановления  $\text{MoO}_4^{2-}$  имеет кинетическую природу. Полученные с помощью анализа полярографических волн значения  $\alpha n_a$  оказались равными 1,2, что соответствует необратимой реакции перехода.

Эксперименты проводились в равномолярном расплаве  $\text{KCl-NaCl}$ , в атмосфере воздуха, при  $700^\circ\text{C}$ . Исходные соли  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  квалификации ос. ч. подвергались тщательному высушиванию с последующей переплавкой. В качестве акцепторов кислородных ионов (кислот) использовались  $\text{NaPO}_3(\text{PO}_5^-)$  [7] и  $\text{CaCl}_2(\text{Ca}^{2+})$  [6]. Реактивы были тщательно обезвожены.

Вольт-амперные зависимости снимались в нестационарном потенциодинамическом режиме поляризации, для чего использовался осциллографический полярограф ПО-5122.

При добавлении к хлоридному расплаву молибдата натрия, на осциллополярограммах появлялась одна волна с потенциалом полушика примерно 1,1 в. Иногда этой волне предшествовала предволна, которая плохо воспроизводилась.

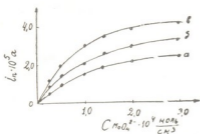


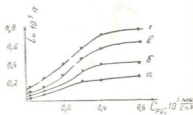
Рис. 1. Зависимости предельного тока от концентрации  $\text{MoO}_4^{2-}$  при скорости поляризации: а—0,25; б—1,0; в—4,0 в/сек в расплаве  $\text{KCl}$ — $\text{NaCl}$  ( $t^\circ\text{C}=700$ )

Анализ экспериментальных данных показал, что между током и концентрацией не наблюдается прямой пропорциональной зависимости (рис. 1). Этот факт можно объяснить тем, что на электровосстановление молибдата накладываются торможения кинетического характера.

Из осциллополярограмм по разности пика и полушика по уравнению Мацудда и Ауабе [8] были рассчитаны значения  $\alpha\eta_a$ . Последние оказались равными 1,12, что, как и результаты стационарных измерений, указывает на необратимость реакции перехода заряда.

Для выяснения особенностей механизма электровосстановления молибдата в расплав добавлялись кислоты  $\text{PO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , что приводило к значительному возрастанию волны и смещению ее в положительную сторону. Возрастание волны продолжалось до достижения соотношения  $\text{MoO}_4^{2-} : \text{PO}_3^- = 1 : 2$  (рис. 2). Последующее прибавление  $\text{PO}_3^-$  не приводило к увеличению скорости электродного процесса. Этот факт однозначно показывает, что затруднения в процессе электровосстановления  $\text{MoO}_4^{2-}$  имеют кинетическую природу. Нужно отметить, что в стационарном режиме поляризации при добавлении пирофосфата более  $\text{C}_{\text{PO}_3^-} \leq \frac{1}{2} \text{C}_{\text{MoO}_4^{2-}}$  не удалось получить воспроизводимые полярограммы.

Рис. 2. Зависимость предельного тока от концентрации  $\text{PO}_3^-$  ( $\text{C}_{\text{MoO}_4^{2-}} = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{см}^3}$ ) при скорости поляризации: а—0,25; б—1; в—4; г—8 в/сек в расплаве  $\text{KCl}$ — $\text{NaCl}$  ( $t^\circ\text{C}=700$ )



Используя данные [9, 10], можно получить информацию о влиянии скорости сопряженных кислотно-основных реакций на кинетику электродного процесса в целом.

Зависимости  $\frac{i_n}{\nu^{1/2}} - \nu^{1/2}$ , соответствующие процессу электровосстановления молибдат-иона как в нейтральном, так и в подкисленном

расплаве, представлены на рис. 3. Ход этих зависимостей по мере увеличения скорости поляризации указывает на кинетическую природу электродного процесса. Как видно из зависимостей 1 (рис. 3), в ней-

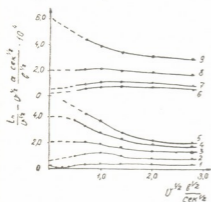


Рис. 3. Зависимости  $\frac{i_n}{v^{1/2}} - v^{1/2}$  в расплаве KCl — NaCl ( $t^\circ\text{C} = 700$ ), содержащем: 1 —  $C_{\text{MoO}_4^{2-}} = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{см}^3}$ ;  $+(2-1 \cdot 10^{-4}; 2-2 \cdot 10^{-4}; 4-4 \cdot 10^{-4}; 5-6 \cdot 10^{-4}) \frac{\text{моль}}{\text{см}^3} \text{Ca}^{2+}$ ;  $+(6-2 \cdot 10^{-5}; 7-1 \cdot 10^{-4}; 8-2 \cdot 10^{-4}; 9-6 \cdot 10^{-4}) \frac{\text{моль}}{\text{см}^3} \text{PO}_3^-$

тральном расплаве в значительном интервале скоростей поляризации скорость процесса лимитируется в основном диффузией электрохимически активных частиц к поверхности электрода, так как значения  $\frac{i_n}{v^{1/2}}$  остаются постоянными. Хотя и здесь можно предположить наличие кинетического торможения, так как при малых скоростях поляризации имеет место эффект автоингибирования, теоретически предсказанный для кинетических процессов в работе [10].

Введение в расплав акцепторов кислородных ионов  $\text{PO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$  приводит к увеличению соотношения  $\frac{i_n}{v^{1/2}}$  и устранению эффекта автоингибирования.

По значению константы устойчивости молибдат-иона [6] была рассчитана (свободная) концентрация  $\text{MoO}_3$  для исходной концентрации  $C_{\text{MoO}_4^{2-}} = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{см}^3}$ , которая соответствует 1 (рис. 3). Расчет показывает, что соотношение общей концентрации  $\text{MoO}_4^{2-}$  ( $2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{см}^3}$ ) с свободной концентрацией  $\text{MoO}_3$  соответствует 25. Экстраполяцией зависимости 1 (рис. 3) для  $v \rightarrow 0$  получено соотношение  $\frac{i_n}{v^{1/2}}$ , которое определяется диффузией электрохимически активных частиц ( $\text{MoO}_3$ ). Экстраполяцией зависимости 5 (рис. 3) для  $v \rightarrow 0$  можно получить значение  $\frac{i_n}{v^{1/2}}$ , соответствующее диффузии всех частиц. Тогда должна соблюдаться зависимость

$$\frac{C_{\text{MoO}_4^{2-}}}{[\text{MoO}_3]} = \frac{\left(\frac{i_n}{v^{1/2}}\right)_{v \rightarrow 0}; \text{ при } C_{\text{Ca}^{2+}} \gg C_{\text{MoO}_4^{2-}}}{\left(\frac{i_n}{v^{1/2}}\right)_{v \rightarrow \infty}; \text{ при } C_{\text{Ca}^{2+}} = 0} = 25.$$

Проверкой подтверждается ее соблюдение. Это убедительно доказывает, что скорость кислотно-основных равновесий (1) играет существенную роль в кинетике электровосстановления  $\text{MoO}_4^{2-}$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

Академия наук Украинской ССР  
 Институт общей и  
 неорганической химии

(Поступило 8.5.1975)

ელექტროქიმია

3. შაპოვალი, ნ. გასვიანი, ო. ციკლაური

$\text{MoO}_4^{2-}$ -ის ელექტროქიმიური აღდგენის კინეტიკური სტადიის ოსცილოპოლაროგრაფიული შესწავლა გამლვალ  $\text{KCl}-\text{NaCl}$ -ის ფონზე

რეზიუმე

კვლევის ოსცილოპოლაროგრაფიული მეთოდის გამოყენებით დადგენილია, რომ  $\text{MoO}_4^{2-}$  ელექტროქიმიური აღდგენის დროს ხდება პროცესის ავტონიჰიბირება, რაც გაპირობებულია ფუძემეყვური რეაქციის არსებობით.

ELECTROCHEMISTRY

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

OSCILLO-POLAROGRAPHIC STUDY OF THE KINETIC STAGE OF THE ELECTROLYTIC REDUCTION OF  $\text{MoO}_4^{2-}$  AGAINST THE BACKGROUND OF MELTED  $\text{KCl}-\text{NaCl}$

Summary

Using the oscillo-polarographic method of study, it is shown that during electrolytic reduction of  $\text{MoO}_4^{2-}$  there occurs autoinhibition of the process owing to the presence of an acidic-basic reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. К. Делимарский, В. И. Шаповал. Теорет. и экпер. химия, 8, 1972, 459.
2. В. И. Шаповал, Ю. К. Делимарский. Теорет. и экпер. химия, 9, 1973, 748.
3. Ю. К. Делимарский и др. ДАН СССР, 205, 1972.
4. Ю. К. Делимарский и др. Сб. «Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов», ч. II, Свердловск, 1973, 35.
5. V. N. Popov, H. A. Lehtinen. J. Electrochem. Soc., 120, 1973, 1346.
6. В. И. Шаповал, А. Ш. Авалиანი, Н. А. Гасвиани. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973, 105.
7. Ю. К. Делимарский, В. И. Шаповал, О. Г. Циклаური, В. А. Василенко. Укр. хим. ж., 40, 1947.
8. O. H. Matsuda, Y. Auabe. Z. Elektrochem., 59, 1955, 494.
9. R. S. Nicholson, J. Jhain. Anal. Chem., 36, 1964, 706.
10. В. И. Шаповал, Ю. К. Делимарский, Г. В. Резник. Сб. «Новые расплавы», 2, Киев, 1947, 212.





ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Ш. Э. СИДАМОН-ЭРИСТАВИ, Г. Л. АЗМАИПАРАШВИЛИ,  
 Г. Г. ОДИЛАВАДЗЕ, Р. П. ГОГОРИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХЛОРИРОВАНИЯ  
 ЦЕЛЕСТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА В РАСПЛАВЛЕННЫХ  
 ХЛОРИДАХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 25.5.1975)

Хлорированию сульфатсодержащих минералов элементарным хлором в расплаве хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов посвящено ограниченное количество исследований [1—4].

В настоящей работе исследован наименее изученный процесс хлорирования целестина в расплавах и определены кинетические закономерности этого процесса.

Испытанию подвергался целестиновый концентрат Нагорного Дагестана следующего химического состава (%):  $SrSC_4$ —91,24,  $BaSO_4$ —0,88,  $CaO$ —1,56,  $SiO_2$ —2,35,  $Al_2O_3$ —0,42,  $Fe_2C_3$ —0,21.

Схема установки приведена в работе [4].

Методика проведения экспериментов заключалась в следующем: навеску хлоридов, помещенную в кварцевый реактор, нагревали до расплавления, расплав продували аргоном до полного удаления кислорода, после достижения заданной температуры в реактор опускали навеску шихты и включали подачу хлора. Продолжительность процесса отсчитывалась с момента подачи хлора. Прохлорированная масса подвергалась водному выщелачиванию. Степень хлорирования определялась по убыли веса твердого остатка.

Изучено влияние вида плава, отношения плав: шихта, природы восстановителя, качества подаваемого хлора и температуры на степень хлорирования целестина.

Таблица 1

Влияние природы расплава на степень хлорирования целестинового концентрата.

Продолжительность процесса 15 мин, объемная скорость хлора 18 мл/мин·г, количество восстановителя 200% от стехиометрического, температура 900°C

| Состав исходного плава  | $SrCl_2$ | KCl  | NaCl | $CaCl_2$ | NaCl—KCl | $SrCl_2$ —KCl | $SrCl_2$ —NaCl |
|-------------------------|----------|------|------|----------|----------|---------------|----------------|
| Степень хлорирования, % | 32,8     | 38,9 | 38,6 | 40,4     | 37,5     | 41,3          | 41,7           |

В качестве плава были опробованы хлориды щелочных и щелочноземельных металлов, а также эквимольные смеси NaCl—KCl,  $SrCl_2$ —KCl;  $SrCl_2$ —NaCl. Установлено, что эквимольные смеси  $SrCl_2$ —KCl,  $SrCl_2$ —NaCl характеризуются в исследованных условиях лучшими свойствами (табл. 1). По технологическим соображениям в дальнейших исследованиях предпочтение отдано смеси  $SrCl_2$ —NaCl с температурой плавления 570°C.



Установлено, что хорошая текучесть пульпы и ее интенсивное перемешивание током хлора обеспечивается при четырехкратном избытке плава.

Из испытанных восстановителей в исследованных условиях лучшими оказались кокс и графит (табл. 2). Самые низкие результаты получены при применении древесного угля, что полностью согласуется с литературными данными [5].

Таблица 2  
Зависимость степени хлорирования целестинового концентрата от разновидности восстановителей. Продолжительность хлорирования 30 мин, объемная скорость хлора 18 мл/мин·г, количество восстановителя 200% от стехиометрического, размер частиц 0,8 мм

| № п/п | Использование восстановителей | Степень хлорирования, % |       |
|-------|-------------------------------|-------------------------|-------|
|       |                               | 700°C                   | 90 °C |
| 1     | Без восстановителя            | 2,                      | 8,1   |
| 2     | Графит                        | 27,3                    | 45,1  |
| 3     | Кокс                          | 28,2                    | 45,4  |
| 4     | Полукокс                      | 20,1                    | 32,3  |
| 5     | Древесный уголь               | 8,4                     | 12,4  |

В последующих опытах в качестве восстановителя применялся кокс в количестве на 20% выше стехиометрического.

Увеличение объемной скорости подаваемого хлора, т. е. количества пропускаемого в хлоратор газообразного хлора, сказывается на процессе хлорирования до величины 16 мл/мин·г. Последующее увеличение не меняет выходных параметров процесса.

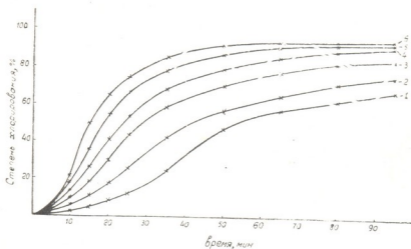


Рис. 1. Изменение степени хлорирования целестина в зависимости от объемной скорости подаваемого хлора. Температура процесса 850°C. Расход хлора (мл/мин·г): 1—4; 2—8; 3—12; 4—16

Анализ кривых объемной скорости (рис. 1), условно разбитых на три основных участка — начальный, средний и конечный, показывает, что пологий характер начального участка можно объяснить затратой времени (до 10 мин) на транспортировку газообразных продуктов реакции до контрольного сосуда. Однако основная доля данного вре-

мени приходится на индукционный период подготовки расплава к реакции, т. е. возникновения активного хлора и начала выделения сернистого ангидрида и кислорода.

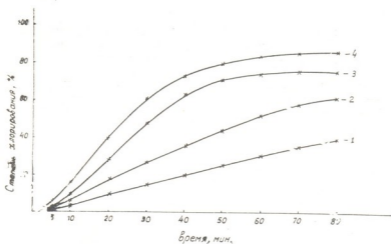


Рис. 2. Кинетические кривые хлорирования целестина. Объемная скорость хлора 16 мл/мин-г. Температура ( $^{\circ}\text{C}$ ): 1—700; 2—750; 3—800; 4—850; 5—900; 6—950

Средний участок лимитируется объемной скоростью подачи газообразного хлора. Замедление процесса на конечном участке соответствует снижению количества непрореагировавшего целестина в расплаве.

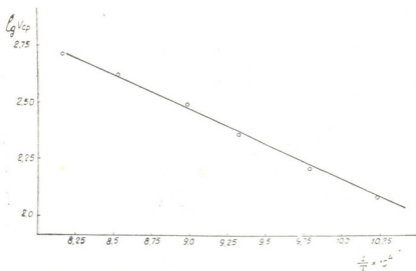


Рис. 3. Зависимость логарифма средней скорости хлорирования целестина от  $\frac{1}{T}$

Кривые зависимости степени хлорирования от температуры характеризуются крутым подъемом, переходящим в пологий участок (рис. 2). С повышением температуры процесса продолжительность крутого подъема снижается.

Для каждой температуры определена средняя скорость хлорирования

$$V_{\text{cp}} = \frac{Q}{\tau},$$

где  $Q$  — 60% взятой навески целестина, мг;  $\tau$  — продолжительность хлорирования этой навески, мин. По рассчитанным величинам построена прямая Аррениуса (рис. 3), на которой экспериментальные точки укладываются удовлетворительно. Отсутствие излома и значительная величина наклона прямой позволяют предполагать, что процесс в исследованном интервале температур полностью протекает в кинетической области. Зависимость средней скорости хлорирования от температуры описывается уравнением

$$\lg V_{\text{cp}} = 5,21 - \frac{1400 \text{ кал/моль}}{4,575 T},$$

где 1400 кал/моль — кажущаяся энергия активации.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 29.5.1975)

ქიმიური ტექნოლოგია

შ. სიდამონ-ერიტავი, გ. აზმაიპარაშვილი, გ. ოდილავაძე, რ. გოგორიშვილი  
 გამლვალ ქლორიდებში ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორების  
 პროცესის გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორების სტრონციუმის ქლორიდის გამოსავალზე გამლვალ მასისა და აღმდგენლის ბუნების, ქლორის მოცულობითი სიჩქარის და ტემპერატურის გავლენა.

CHEMICAL TECHNOLOGY

Sh. E. SIDAMON-ERISTAVI, G. L. AZMAIPARASHVILI, G. G. ODILAVADZE,  
 R. P. GOGORISHVILI

## INVESTIGATION OF THE CHLORINATION PROCESS OF CELESTITE CONCENTRATES IN MOLTEN CHLORIDES

### Summary

The yield of strontium chloride in the course of chlorination of celestite concentrates depending on the nature of the molten chlorides and reducing agents, volume rate of chlorine and temperature has been studied.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Frank Pitts. Английский патент. 837196, 1961.
2. В. В. Печковский и др. ЖПХ, 39, 10, 1966, 2133.
3. Ш. Э. Эристави и др. Сообщения АН ГССР, 55, № 1, 1969, 93.
4. В. Н. Гаприндашвили и др. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 81.
5. Л. В. Зверев и др. Минеральное сырье, 13, 1966, 42.



ФАРМАКОХИМИЯ

Л. В. БЕШИТАИШВИЛИ, М. Н. СУЛТАНХОДЖАЕВ, М. С. ЮНУСОВ,  
 К. С. МУДЖИРИ

АЛКАЛОИДЫ *DELPHINIUM ELISABETHAE* N. BUSCH

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 25.4.1975)

*Delphinium Elisabethae* — многолетнее травянистое эндемичное для Грузии растение [1]. Нами было установлено, что растение это отличается значительным содержанием алкалоидов. Максимальное количество алкалоидов накапливается в период бутонизации и достигает 2% [2]. В настоящем сообщении приведены результаты изучения некоторых алкалоидов корней *Delphinium Elisabethae*.

4 кг воздушно-сухого измельченного сырья извлекали смесью метанол-уксусная кислота-вода (70:3:27). Из экстракта метабол отгоняли, водную жидкость при охлаждении подщелачивали содой и экстрагировали сначала эфиром, а затем хлороформом. После отгонки растворителей было получено 50 г эфирной суммы и 31 г хлороформной.

Эфирную сумму растворяли в метаноле и подкисляли 5%-ным метанольным раствором хлорной кислоты. Выпал мелкокристаллический перхлорат (основание № 1), после перекристаллизации которого из спирта получали 17,8 г соли алкалоида с т. пл. 193—194°.

В ИК-спектре перхлората имеются полосы поглощения сложноэфирной группы при 1720 см<sup>-1</sup>, ОН-групп при 3600—2500 см<sup>-1</sup> и простых С—О-связей при 1100 см<sup>-1</sup>.

ЯМР-, масс-спектры основания совпадают с таковыми метилликаконитина. Идентичность выделенного основания с метилликаконитином была подтверждена смешанной пробой плавления с истинным образцом перхлората метилликаконитина.

Маточник после отделения перхлората растворяли в воде, водный раствор промывали хлороформом, затем подщелачивали содой и алкалоиды экстрагировали эфиром и хлороформом. Получили промывную хлороформную (14,7 г), эфирно-щелочную (0,87 г) и щелочную хлороформную (1,86 г) фракции. Промывную и щелочную хлороформные фракции объединили и разделили по силе основности на 16 фракций. Из фракций 1—7 вышеописанным способом получили 2,9 г перхлората метилликаконитина. Фракции 8—11 хроматографировали на колонке с окисью алюминия. При элюировании смесью бензол-метанол (100:1) из фракций 1—16 выделили 0,64 г метилликаконитина.

Из фракций 18—24 с помощью спирта отделили 0,07 г основания с т. пл. 154—158°. В ИК-спектре которого имеются полосы поглощения при 1100 см<sup>-1</sup> (С—О—С связь), 1720 см<sup>-1</sup> (сложноэфирный карбонил), 3900—3550 см<sup>-1</sup> (гидроксильная группа). В ЯМР-спектре имеются сигналы N-этильной группы (трехпротонный триплет при 1,01 м. д.), четырех метоксильных групп (трехпротонные синглеты при 3,20; 3,30; 3,32 и 3,38 м. д.), аминсгруппы (двухпротонный уширенный синглет при

5,72 м. д.) и четырех ароматических протонов (четырепротонный мультиплет при 6,82 и 7,95 м. д.). Сравнением спектральных данных, ТСХ и по отсутствию депрессии температуры плавления основание идентифицировано с антраноилликоктоннином.

Из фракций 9—13 бензол-метанольных (50:1) элюатов выделили 0,04 г аморфного основания с молекулярным весом 676 (масс-спектрометрия). Основание № 3.

При элюировании этой же смесью из фракций 15—26 выделили второе аморфное основание с м. в. 535 (масс-спектрометрия). Основание № 4.

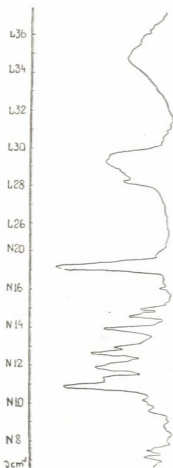


Рис. 1. ИК-спектр метилликоктонина

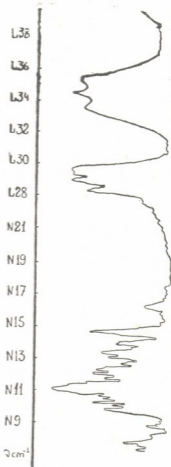


Рис. 2. ИК-спектр ликоктонина

Из фракций 12—14 деления по силе основности получали 0,43 г основания с т. пл. 129—131°. В ИК-спектре имеются полосы поглощения ОН-групп (3440  $\text{см}^{-1}$ ), простых С—О-связей (1100  $\text{см}^{-1}$ ). Согласно ЯМР-спектру, основание содержит N-этильную и четыре метоксильные группы. Спектры алкалоида оказались идентичными ликоктонину. Смешанная проба депрессии температуры плавления не дала.

Таким образом, из *D. Elisabethae* нами выделены метилликаконитин, антранойлликоктонин, ликоктонин, а также основания № 3 и 4.

Изучение алкалоидов *D. Elisabethae* продолжается.

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

Академия наук УзССР  
 Институт химии  
 растительных веществ

(Поступило 25.4.1975)

ფარმაცოქიმიის

ლ. ბეშიტაიშვილი, მ. სულთახოჯაევი, მ. იუნუსოვი, კ. მუჯირი

*DELPHINIUM ELISABETHAE* N. BUSCH.-ს ალკალოიდები

რეზიუმე

საქართველოში მოზარდ *Delphinium Elisabethae*-დან გამოყოფილია და იდენტიფიცირებულია შემდეგი ალკალოიდები: მეთილიკაკონიტინი, ანტრანოილიკოქტონინი, ლიკოქტონინი და ფუჟე № 3 და № 4.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

L. V. BESHITAISHVILI, M. N. SULTANKHOJHAEV, M. S. YUNUSOV,  
 K. S. MUJIRI

ALKALOIDS OF *DELPHINIUM ELISABETHAE* N. BUSCH.

Summary

From andromimetic plants of *Delphinium Elisabethae* in Georgia methyllicaconitin, anthranoyllicoctonin, licoctonin are given off, as well as bases 3 and 4.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Флора Грузии, 2. М., 1973, 47—52.
2. Л. В. Бешитаишвили. Тез. докл. конфер. молодых научных сотрудников, посвящ. 250-летию основания АН СССР. Тбилиси, 1974.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. МАРУАШВИЛИ, Н. С. МАМАЦАШВИЛИ, Р. Д. ХАЗАРАДЗЕ

ГОРДСКОЕ ПЛЕНСТОЦЕНОВОЕ ОЗЕРО

(палеогеографические и геохронологические результаты изучения отложений)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 28.4.1975)

Остатки озерных отложений окрестностей с. Горди (Цулукидзевский р-н ГССР) были обнаружены в 1943 г. Изучение их осуществлялось в 1974—1975 гг. Гордское древнее озеро располагалось в бассейне правого притока Цхенисхали — речки Окаце, в ЮВ части Асхского карстового массива, восточнее с. Горди. Сохранившиеся фрагменты отложений указанного озера располагаются над верхним концом уникального по своей форме известнякового каньона Окаце (ширина 4 м, глубина 40—70 м), в нижней части правого склона древней нормальной эрозионной долины, в дно которой врезан каньон. Подшва отложений находится на высоте 400 м н. у. м. и 50 м от дна каньона. Не исключено, что отложения Гордского озера уцелели и в других частях среднего отрезка долины р. Окаце.

Дно древней долины Окаце подвергалось неотектонической деформации, обусловившей обратный наклон определенной его части в районе каньона. На геологических картах и в описаниях показан разлом (Гведский сброс), пересекающий поперек нижнее течение Окаце [1]. Именно эта дислокация явилась причиной возникновения древнего озера. Последовательность морфологических стадий долины Окаце представляется, исходя из вышесказанного в следующем виде:

1. Выработка нормальной эрозионной долины.
2. Подвижка по Гведскому сбросу, деформация долины и образование озера.
3. Заполнение озера отложениями, зарождение нижней части каньона.
4. Выработка каньона и осушение озера, размыв его осадков.

Таким образом, возраст озерных отложений можно рассматривать как верхний предел возраста неотектонической деформации и нижний предел возраста каньона Окаце. Поскольку в осадках Гордского озера фаунистических и культурных остатков пока не обнаружено, палинология — единственное средство их датировки.

Из озерных отложений было взято 16 образцов для спорово-пыльцевого анализа. Образцы брались в основном через 0,5 м, снизу вверх, из двух фрагментов отложений. Самый нижний из слоев находится на высоте нескольких метров от бровки каньона (плетеного мостика, перекинутого через узкую головную часть каньона). Мощность нижнего фрагмента 9 м, верхнего 3 м. Разделены они примерно 10-метровым высотным интервалом, лишенным видимых выходов озерных отложе-





более ранних (до нижнеплейстоценовой включительно) эпох, архаичных для Кавказа родов (*Gedrus*, *Tsuga*, *Liquidambar*, *Metasequoia*, *Stuartia*, *Eurya*, *Symplocos* и др.) [2, 3]. Наряду с элементами гигрофильных формаций, росших по берегам озера и впадавших в него речек, здесь присутствуют элементы хвойных, широколиственных и субальпийских лесов, вечнозеленого подлеска и травянистых фитоценозов. Таким образом, флора эта отражает все растительные пояса, поныне существующие на юго-восточном склоне Асхи, простирающемся с 300 до 2500 м н. у. м.

Заслуживает внимания обилие (до 44%) пыльцы березы в нижних слоях озерной толщи, свидетельствующее о том, что в определенный момент начала среднего плейстоцена березняки образовывали широкий пояс в верхней части горно-лесной зоны Асхи.

Гордская озерная толща, судя по составу ее ископаемой флоры, не старше среднего плейстоцена, но и не моложе него, поскольку нигде в Закавказье болотный кипарис в верхнеплейстоценовых отложениях уже не встречается [4]. Исходя из этого орогеническая фаза, обусловившая подвижки по Гведскому разлому, деформацию дна древней долины и возникновение озера, должна быть отождествлена с пасаденской орофазой. В таком случае древняя долина может быть датирована нижним плейстоценом, а каньон Окаце -- концом среднего или верхним плейстоценом.

Отложения Гордского плейстоценового озера требуют дальнейшего изучения. Следует уточнить горизонтальное и вертикальное распространение этих осадков, попытаться разыскать в них фаунистические и культурные остатки и вещественную основу для изотопных определений абсолютного возраста.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

(Поступило 8.5.1975)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარტაშვილი, ნ. მამაცაშვილი, რ. ხაზარაძე

გორდის პლეისტოცენური ტბა

(ნალექთა შესწავლის პალეოგეოგრაფიული და გეოქრონოლოგიური შედეგები)

რეზიუმე

სოფ. გორდის აღმოსავლეთით (წულუკიძის რაიონი), მდ. ოკაცეს ხეობაში შემორჩენილი ტბიური ნალექები გეომორფოლოგიური და პალეონოლოგიური შესწავლის საფუძველზე თარიღდება შუა პლეისტოცენით. აქედან გამომდინარეობს ოკაცეს ძველი ხეობის ქვედაპლეისტოცენური, ღვედის ნასხლეტის აქტივობის გამოვლინების პასადენური და ოკაცეს კანიონის შუა-ან ზედაპლეისტოცენური ასაკი.

L. I. MARUASHVILI, N. S. MAMATSAHVILI, R. D. KHAZARADZE

## THE PLEISTOCENE LAKE OF GORDI

(Results of Paleogeographical and Geochronological study of deposits)

## Summary

On the basis of geomorphological and palynological study, the lacustrine deposits being preserved in the valley of river Okatse, to the east of the village of Gordi (Tsulukidze District of the Georgian SSR), are dated back to the Middle Pleistocene. Hence, the ancient valley of the river Okatse is of the Lower Pleistocene age, the activity of Gvedi fault dates from the Pasadena Orogenic Phase, while the development of the Okatse Canyon from the Middle or the Upper Pleistocene.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ალ. ჯანელიძე. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. 2, № 1—2, 1941.
2. К. И. Чочиева. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.
3. И. И. Шатилова. Палинологическое обоснование геохронологии верхнего плейстоцена и плейстоцена Западной Грузии. Тбилиси, 1974.
4. Н. С. Мамაცაშვილი. Палинологическая характеристика четвертичных континентальных отложений Колхиды. Автореферат, Тбилиси, 1974.



Ф. К. ШЕНГЕЛИЯ

## О МЭОТИСЕ МЕГРЕЛИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 21.4.1975)

Мэотис в Мегрелии выделен П. И. Бутовым [1], который на северном склоне антиклинали Урта отметил синевато-серые глины с прослойками ракушника со *Scrobicularia* и другими формами, отнеся их к мэотису. Позже было установлено сравнительно широкое распространение мэотических отложений, и, по представлению ряда исследователей [2—4], здесь, как и в Западной Грузии вообще, мэотис трансгрессивно залегает на среднем сармате и более древних горизонтах миоцена и представлен полностью, хотя в некоторых разрезах отмечается присутствие только верхней части яруса [4, 5].

В Мегрелии отложения мэотического яруса в основном представлены двумя различными фациями — литорально-псефитовой и мелководно-псамитовой. Литоральные образования мэотиса приурочены к северной части депрессии, слагаая северное и южное крылья Центрально-Мегрелийской синклинали. Представлены они грубообломочной толщей известняковых конгломератов, нижняя часть которых в горизонтальном направлении с запада на восток и с севера на юг частично замещается глинисто-песчанистыми отложениями. По мнению Б. Ф. Мефферта [6], выделившего эти отложения под названием известняковых конгломератов, они начинают одну из значительных трансгрессий, которая им была датирована мэотической. Это мнение Б. Ф. Мефферта без оговорок было принято всеми последующими исследователями. Позже фаунистически был установлен понтический возраст верхней части конгломератов [7—9]. С другой стороны, нами совместно с В. С. Алпаидзе [10] были описаны разрезы Центрально-Мегрелийской синклинали (с. Пахулани, Пуки), в которых известняковые конгломераты постепенным переходом связаны с фаунистически датированными верхнесарматскими отложениями, а в восточной части синклинали (с. Ледгембе по р. Чхоушиа) между среднесарматскими глинами и известняковыми конгломератами в глинисто-песчанистых отложениях был обнаружен верхнесарматско-мэотический комплекс остракод [10]. Следовательно, в этих и аналогичных разрезах Центрально-Мегрелийской синклинали мэотис, вероятно, представлен полностью. С другой стороны, трансгрессивный характер залегания известняковых конгломератов (мэотис-понт), указанный большинством предыдущих исследователей, в этой седиментационной депрессии не подтверждается. Они, по нашим представлениям, являются продолжением регрессивной серии, начинающейся с верхов среднего сармата, на что четко указывает постепенная закономерная смена фаций от глинисто-песчанистых отложений с морской фауной среднего сармата до прибрежно-континентальных образований плиоцена [10, 11].

Южнее Центрально-Мегрелийской синклинали развиты преимущественно глинисто-песчанистые образования мэотиса, выходы кото-



рых можно наблюдать в руслах рр. Кулисцкали, Умпиа, Зана, Джуми, Циви и др. В районе с. Ахалсопели в русле р. Кулисцкали нами записан самый полный и фаунистически сравнительно хорошо охарактеризованный разрез:

1. Голубовато-серые глинистые песчаники с плохо сохранившейся фауной среднесарматского облика.

2. Мелкогалечный конгломерат; гальки в основном известняковые, редко из магматических пород, размером от 2—3 до 5—6 см. В конгломерате в большом количестве имеются органические остатки, из которых определены *Congeria panticapaea* Andrus. . . . . 7—8 м

3. Голубоватые глины, слегка песчанистые, с *Congeria* sp., *Hydrobia* sp. . . . . 1,5 м

4. Мелкогалечный конгломерат, преимущественно известняковый, с *Congeria panticapaea* Andrus. . . . . 0,5 м

5. Голубовато-серый полосатый алеврит с *Congeria novorossica* (Sinz.), *Maetra superstes* David., *Hydrobia* sp. . . . . 1,0 м

6. Чередование толстослойных песчанистых глин и полосатых глин; фауну содержат песчанистые глины—*Congeria novorossica* Sinz., *Maetra superstes* David., *Hydrobia* sp. . . . . 2,0 м

7. Сероватые слабосцементированные слюдястые песчаники с *Congeria novorossica* (Sinz.) и *Maetra superstes* David. . . . . 0,7 м

8. Перерыв в обнажении . . . . . 1,0 м

9. Коричнево-ржавого цвета слабосцементированные слюдястые песчаники и голубоватые полосатые глины с остатками растений. Фауна в основном найдена в песчаниках — *Congeria novorossica* (Sinz.), *Maetra superstes* David., *Nydrobia* sp., *Neritina* sp. . . . . 5,0 м

10. Темно-серые песчанистые глины . . . . . 1,0 м

11. Перерыв в обнажении . . . . . 1—1,5 м

12. Голубовато-серые песчанистые глины с многочисленной фауной: *Dreissena anisoconcha* Andrus., *Congeria flexuosa* Takt., *Limnocardium (Euxinocardium) seninskii* Andrus. и др.

Падение слоев во всем разрезе одинаковое — ЮО-ЮВ, под углом 5—8°.

В данном разрезе слои 2—10, общей мощностью 21—22 м, содержат мезотическую фауну, а слой 12 — понтическую.

Аналогичные разрезы наблюдаются в разных пунктах южнее Сараконской антиклинали и в обоих крыльях Уртинской антиклинали. Так, в русле маленькой речки Зана (левый приток р. Джуми, с. Земо Урта), в северо-восточном крыле Уртинской антиклинали, Г. Ф. Челидзе и Л. И. Попхадзе [5] описан разрез мезотических отложений, представленный чередованием тонкослойных песчаников и сероватых карбонатных глин (мощность до 45 м). С первых же слоев, расположенных на чокракских отложениях, авторы отмечают присутствие *Congeria* sp. и *Abra tellinoides* (Sinz.), а выше *Congeria subnovorossica* Ossaul., *C. panticapaea* Andrus., *Abra tellinoides* (Sinz.), *Hydrobia* sp. и др. На основе анализа фауны эти отложения совершенно справедливо отнесены к верхнему отделу мезотиса, что подтверждается и нашими наблюдениями в этом же районе. В юго-западном крыле складки мезотические отложения нами зафиксированы в нескольких пунктах.

В районе с. Биа мэотические отложения с 5—6 м пачкой мелкогалечного известнякового конгломерата несогласно налегают на средний миоцен и имеют мощность до 40 м. Покрываются они, по данным И. Г. Тактакишвили [12], нижнепонтическими отложениями. В цементе конгломерата найдены фораминиферы, переотложенные из разных горизонтов палеогена, а с первых же слоев и выше, в голубоватых глинах и слюдистых песчаниках — *Congeria novorossica* (Sinz.), *Abra tellinoides* (Sinz.), *Maetra superstes* David. и *Hydrobia* sp. Такого же характера разрез в условиях плохой обнаженности наблюдается западнее, в районе с. Пирвели Маиси в русле маленького правого притока р. Мунчна лишь с той разницей, что здесь конгломератовая пачка контактирует с майкопскими глинами. В более западных пунктах (с. Хамискури по р. Сахалико) раннепонтические отложения с микрофауной залегают прямо на палеогеновых известняках. В восточном направлении от с. Биа мэотические отложения легко прослеживаются до р. Хобисцкали на северо-восточном крыле Уртинской антиклинали. Еще восточнее глинисто-песчанистые отложения мэотиса с *Congeria novorossica* и *Hydrobia* sp., залегают на тарханских (в районе с. Менджи по р. Циви) и палеогеновых (с. Сакаландарно по р. Пицугеле) отложениях в южном крыле Эвксской антиклинали.

Исходя из вышеописанных разрезов можно заключить, что мэотическая фауна Мегрелии состоит из следующих форм: *Congeria novorossica* (Sinz.), *C. panticapaea* Andrus., *Abra tellinoides* (Sinz.), *Maetra superstes* David., *Hydrobia* sp. и *Neritina* sp. Весь этот обедненный солоноватоводный комплекс характерен для верхнего отдела мэотиса) [4, 13, 14] или молдавского подъяруса (при двухчленном делении мэотиса) [15]. При этом надо отметить, что в разрезе р. Кулисцкали (см. выше) в нижней части мэотических отложений (пачки 2—4 общей мощностью 9—10 м) нами найдена только *Congeria panticapaea* Andrus., которая отмечается и из нижнемэотических отложений Эвксинского бассейна [4, 14]. На этом основании можно было бы допустить раннемэотический возраст нижней части разреза, но такому решению противоречит отсутствие таких заведомо нижнемэотических морских форм, как *Dosinia maeotica* Andrus., *Cardium mithridatis* Andrus., *Modiolus incrassatus minor* Andrus. и др., которые встречаются в смежных районах Абхазии и Гурии. С другой стороны, возникает вопрос — не являются ли эти слои фацциальными образованиями раннемэотического морского бассейна, отлагавшимися в полузамкнутом солоноватоводном заливе. Оставляя вопрос открытым до накопления новых материалов, мы полагаем, что в Мегрелии, южнее Сараконской антиклинали, мэотис представлен мелководно-псаммитовыми образованиями с солоноватоводным комплексом фауны молдавского подъяруса и несогласно залегают на разных горизонтах палеогена, и миоцена, а в Центрально-Мегрелийской синклинали представлен, по-видимому, полностью, литорально-псефитовой фаццией, и залегают согласно между верхним сарматом и понтическим ярусом. В этой связи интересно вспомнить следующее замечание В. П. Колесникова: «...детальные исследования обнаружат его (нижний горизонт мэотиса в понимании Колесникова. — Ф. Ш.) в Южной Мингрелии, которая едва ли в предмэотическую эпоху была освобождена водами моря. Напротив, она является единственным районом в Западном За-

кавказье, где можно встретить согласное залегание мэотиса на верхне-сарматских слоях» ([16], стр. 362).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.4.1975)

გეოლოგია

მ. შენგელია

სამეგრელოს მეოტურის შესახებ

რეზიუმე

მეოტური სრულად წარმოდგენილია მხოლოდ ცენტრალური სამეგრელოს სინკლინის კრილებში, სადაც გვაქვს მეოტური კონგლომერატების თანდათანად გადასვლა ფაუნით დათარიღებულ ზედასარმატულ თიხებში და პონტურ კონგლომერატებში. უფრო სამხრეთით ფაუნისტურად მხოლოდ მობარილოვნო მოლუსკური კომპლექსით დახასიათებული ზედამეოტურის (მოლდავეური ქვესართული) არსებობა დასტურდება.

GEOLOGY

F. K. SHENGELIA

## ON THE MAEOTIAN OF MEGRELIA

Summary

Complete sections of the Maeotian exist only in the Central Megrelian syncline, where the Maeotian conglomerates gradually pass into the faunistically dated Upper Sarmatian clays and Pontian conglomerates.

South of that syncline only the Upper Maeotian (Moldavian substage) deposits are established, characterized by brackish-water molluscs.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. И. Бутов. Изв. Геол. комитета, т. XXXI, № 1, 1912.
2. И. В. Качарава. Труды Груз. геогр. о-ва, т. 1, 1939.
3. Г. Ф. Челидзе. Плиоцен, Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. I, геол. описания. М., 1964.
4. Ц. И. Бадзошвили. Морские моллюски мэотиса Западной Грузии и их значение для стратиграфии. Автореферат. Тбилиси, 1968.
5. Г. Ф. Челидзе, Л. И. Попхадзе. Сообщения АН ГССР, 61, № 1, 1971.
6. Б. Ф. Мефферт. Труды ГГРУ, вып. 64, Л., 1931.
7. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, т. XIV, № 1, 1953.
8. Г. К. Гуджабидзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 8 (56). Тбилиси, 1957.
9. Е. К. Вахания. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2/87. Тбилиси, 1963.
10. В. С. Алпандзе, Ф. К. Шенгелия. Труды ТГУ, геогр.-геол. сер. Тбилиси, 1975.
11. В. С. Алпандзе, Ф. К. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, 77, № 1, 1975.
12. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 2, 1971.
13. Л. Ш. Давиашвили. Труды Гос. иссл. нефт. ин-та. М.—Л., 1930.
14. В. Х. Рошка. Моллюски мэотиса северо-западного Причерноморья. Кишинев, 1973.
15. Л. Б. Ильина, Л. А. Невеская, А. Г. Эберзин. Тез. док. Всесоюз. совещ. «Палеобиологические принципы относительной геохронологии». Тбилиси, 1967.
16. В. П. Колесников. Стратиграфия СССР, т. XII, неоген СССР. М.—Л., 1940.



Н. М. ДЗОЦЕНИДZE, С. И. КУЛОШВИЛИ, Б. Д. ТУТБЕРИДZE

## К ГЕОЛОГИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДЖАВАХЕТСКОГО ХРЕБТА

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 18.4.1975)

Проблема стратиграфического расчленения и корреляции вулканогенных толщ Южно-Грузинского нагорья не может считаться окончательно решенной, несмотря на большое количество исследований, проведенных в этом регионе ([1—3] и др.). Особенно значительные разногласия существуют в отношении возраста вулканитов Джавахетского (Кечутского) хребта, характеризующихся большим разнообразием слагающих этот хребет лавовых образований. Спорным остается также вопрос о взаимоотношении основных и средних лав Джавахетского хребта с долеритовыми и базальтовыми покровами, образующими Цалкское, Гомаретско-Дманисское и Лорийское вулканические плато.

Детальные исследования, проведенные нами в пределах этого региона, показали, что разрезы вулканогенных толщ не остаются одинаковыми в различных частях хребта и что отдельные группы вулканических аппаратов или даже отдельные центры излияния характеризуются особой последовательностью вулканогенных образований. Так, для центрального участка хребта (от вулкана Кулябяка на севере до вулкана Емликли на юге) нами установлена следующая последовательность вулканогенных толщ (снизу вверх):

1. Наиболее древними образованиями, обнажающимися на Джавахетском хребте, являются андезито-дацитовые и дацитовые лавы, выходящие в виде небольших тектонических или эрозийных «окоп» в различных частях хребта, в частности в верховьях р. Магарадереси, к югу от г. Кемерлы, в окрестностях г. Чатах. В последнем пункте, кроме лавовых образований, отмечаются и пирокластиты, представленные черными перлитовыми туфами. В этом разрезе хорошо видно несогласное перекрытие кислых вулканитов вышележащей толщей основных и средних лав. Исходя из химического состава и стратиграфического положения кислых вулканитов, последние скорее всего являются аналогами гюдердзской свиты (в широком смысле) миоценона. За пределами рассматриваемой части хребта отложениями этого возраста сложены вулканические аппараты Далидаг (северный) и Кюндаг.

2. В основании мощной толщи основных и средних лав, несогласно залегающих на андезито-дацитах, развиты андезиты, обнажающиеся в нижних частях ущелий рр. Джуржиани, Магарадереси, Гандзасхеви, а также в каньоне р. Паравани при выходе последней из оз. Сагамо. Макроскопически это серые и светло-серые афирмовые лавы, иногда с редкими фенокристаллами плагиоклазов и пироксенов (вместе либо порознь). Характерной текстурной особенностью этих андезитов является их сильная «рассланцованность» с образованием тон-



коплитчатой отдельности. Мощность отдельных плит варьирует от 2—5 до 25—30 см, обычно увеличиваясь к кровле отдельных потоков.

В описываемых андезитах часто отмечаются мелкие, весьма причудливые складки. Эта складчатость не связана с тектоническими движениями, а является результатом сморщивания остывающих, но еще вязких краевых частей потоков при встрече с препятствием на пути их движения [4].

3. На плитчатых андезитах согласно залегают потоки темно-серых и черных долкеритовых лав. В отличие от нижележащих андезитов эти долериты пользуются незначительным площадным распространением, будучи развиты лишь в верховьях р. Гандзасхеви, а также вдоль юго-восточного и северного берегов оз. Паравани.

4. Вся приводораздельная и водораздельная часть центрального отрезка Джавахетского хребта сложена разнообразными серыми и темно-серыми андезито-базальтами, иногда переходящими в базальты и андезиты. Этими лавами сложены наиболее молодые потоки вулканов Кулябяка, Гулабай, Давакраи и некоторых других. Отсюда длинными языками эти лавы спускаются как на запад, достигая оз. Паравани, так и на восток, где они плавню переходят в равнинную поверхность Гомаретско-Дманисского плато.

5. В одном пункте хребта, а именно, на вершине вулкана Емликли, выше описанных андезито-базальтов отмечаются своеобразные лавы, содержащие, кроме обычных минералов (плагноклазы и пироксены), кварц и тримит. По содержанию кремнекислоты эти лавы соответствуют дацитам.

В приведенной таблице содержатся химические анализы основных типов пород, слагающих Джавахетский хребет<sup>(1)</sup> (см. таблицу).

| № п/п | № обр. | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O |
|-------|--------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|
| 1     | 422    | 73,82            | 0,21             | 13,92                          | 1,37                           | 0,36 | 0,04 | 0,41 | 1,49 | 3,60              | 4,10             |
| 2     | 403    | 72,34            | 0,13             | 13,05                          | 0,88                           | 0,35 | 0,05 | 0,24 | 1,37 | 3,60              | 5,00             |
| 3     | 1      | 59,28            | 0,85             | 16,00                          | 2,83                           | 4,14 | 0,40 | 3,36 | 6,23 | 3,80              | 1,70             |
| 4     | 609    | 60,03            | 0,57             | 17,47                          | 2,30                           | 3,27 | 0,11 | 3,00 | 6,49 | 4,20              | 2,00             |
| 5     | 495    | 51,75            | 1,05             | 15,36                          | 4,16                           | 5,76 | 0,14 | 5,89 | 8,28 | 4,20              | 1,20             |
| 6     | 351    | 52,16            | 1,30             | 15,66                          | 5,36                           | 3,96 | 0,15 | 6,23 | 8,34 | 4,10              | 1,30             |
| 7     | 164    | 56,95            | 1,70             | 15,83                          | 2,04                           | 5,58 | 0,18 | 5,47 | 7,22 | 3,60              | 1,30             |
| 8     | 653    | 52,88            | 1,12             | 15,81                          | 4,90                           | 3,60 | 0,14 | 5,67 | 8,29 | 4,50              | 1,50             |
| 9     | 427    | 58,91            | 0,88             | 16,16                          | 6,63                           | 0,54 | 0,14 | 3,53 | 6,24 | 4,00              | 1,90             |
| 10    | 60     | 66,95            | 0,40             | 14,95                          | 2,90                           | 0,72 | 0,11 | 1,70 | 4,65 | 3,60              | 2,40             |

1 — липарито-дацит вершины г. Чатах; 2 — перлитовый туф со склона г. Чатах; 3 — плитчатый андезит у с. Родионовки; 4 — плитчатый андезит устья р. Джуджани; 5 — долерит южного берега оз. Паравани; 6 — долерит в истоках р. Гандзасхеви; 7 — андезито-базальт вершины вулкана Гулабай; 8 — базальт из истоков р. Давакраи; 9 — андезит с водораздела Джавахетского хребта (перевал Гаворагдук); 10 — дацит с вершины горы Емликли.

Описанный выше разрез характерен для центрального отрезка Джавахетского хребта; в других его частях разрезы в той или иной степени отличаются от приведенного. В последнее время некоторыми ис-

<sup>(1)</sup> Анализы проведены в Комплексной лаборатории ИГУ (аналитик Н. С. Дзидигури).

следователями сделаны попытки расчленить вулканогенную толщу Джавахетского хребта на отдельные стратифицированные горизонты, исходя из различий в петрографическом составе. Признавая всю важность подобных попыток, особенно для целей картирования вулканогенных толщ, следует отметить, что наши исследования показали, что расчленение и корреляция вулканогенов Джавахетского хребта лишь по петрографическому составу возможны только для сравнительно ограниченных по площади участков в связи с изменчивостью их состава. Для более обоснованного сопоставления удаленных разрезов, помимо геолого-петрографических методов, в более широком масштабе должны использоваться данные радиометрических и палеомагнитных исследований.

Перейдем теперь к вопросу о взаимоотношениях вулканогенных образований Джавахетского хребта с долеритовыми и базальтовыми потоками Гомаретско-Дманисского плато. Поскольку возраст лавовых толщ упомянутого плато определен палеонтологически [3, 5], установление их взаимоотношений с породами Джавахетского хребта может оказаться решающим при датировании последних.

Вопрос о возрасте основных лав Беденско-Храмского потока и Гомаретско-Дманисского плато недавно был детально рассмотрен М. М. Рубинштейном и др. [5]. На основании совокупности геологических, радиологических и палеомагнитных данных исследователи вполне обоснованно пришли к выводу о позднеплиоценовом возрасте долеритов и базальтов. Что же касается возраста основных и средних лав Джавахетского хребта, то он определяется, согласно указанным авторам, как позднеплиоценовый, на основании его залегания под образованиями Гомаретско-Дманисского плато.

Э. Х. Харазян [6] на основании исследований, проведенных в основном в части хребта, расположенной на территории Армянской ССР, приходит к иному выводу. По его данным, «все долеритовые базальты плато едины и являются основанием, на котором залегают остальные более кислые вулканиты Кечутского хребта» ([6], стр. 15).

Проведенные нами исследования показали, что наиболее молодые андезитовые и андезито-базальтовые потоки Джавахетского хребта переслаиваются с долеритами верхней части Гомаретско-Дманисского плато. Это явление можно наблюдать в ущелье р. Сарфлере, правого притока р. Машаверы. Так как возраст верхних долеритов Гомаретско-Дманисского плато определяется как среднеплейстоценовый [3, 5], то возраст наиболее молодых лав хребта также должен быть среднеплейстоценовым.

Возраст нижней части вулканогенов Джавахетского хребта устанавливается менее определенно, поскольку отсутствует непосредственная связь этих образований с фаунистически охарактеризованными отложениями. По-видимому, эту часть вулканогенов, включающую плитчатые андезиты и залегающие выше долериты, можно параллелизовать с долеритами Беденско-Храмского потока, в которых была найдена позднеплиоценовая фауна [7]. Этому предположению не противоречит и несогласное залегание основных и средних лав Джавахетского хребта на отложениях миоплиоцена.

Таким образом, в строении центральной части Джавахетского хребта принимают участие два разновозрастных комплекса — нижний, сложенный кислыми лавами и пирокластами миоплиоцена, и верхний,



несогласно залегающий на нижнем и представленный мощной толщей основных, средних и в редких случаях умеренно кислых лав позднеплиоценового-среднеплейстоценового возраста.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 18.4.1975)

გეოლოგია

ბ. ძოცენიძე, ს. კულოშვილი, ბ. თუთბერიძე

ჯავახეთის ქედის ცენტრალური ნაწილის ვულკანოგენური წარმონაქმნების გეოლოგიისათვის

რეზიუმე

ჯავახეთის ქედის ცენტრალური ნაწილის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს ორი კომპლექსი: ქვედა შედგება მყავე ლავებისაგან (დაციტები, ლიპარიტები) და მიოპლიოცენის პიროკლასტოლითებისაგან, ხოლო მათზე უთანხმოდ განლაგებული ზედა კომპლექსი წარმოდგენილია დოლერიტების, ბაზალტების, ანდეზიტ-ბაზალტების, ანდეზიტებისა და, იშვიათად, დაციტების მწლავრი შრენარით.

GEOLOGY

N. M. DZOTSENIDZE, S. I. KULOSHVILI, B. D. TUTBERIDZE

ON THE GEOLOGY OF THE VOLCANIC ROCKS OF THE CENTRAL PART OF THE JAVAKHETI RIDGE

Summary

The article contains descriptions of volcanic rocks of the central part of the Javakheti ridge (southern Georgia). They are subdivided into two formations: the lower one—Mio-Pliocene dacite and liparite lavas and pyroclasts, and the upper one—Upper Pliocene-Middle Pleistocene dolerites, basalts, andesite-basalts, andesites and occasionally dacites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Н. Паффенгольц, Сб. трудов Ин-та геол. и минер. АН ГССР, 1951.
2. Н. И. Схиртладзе, Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии, Тбилиси, 1958.
3. Ш. А. Адамия, К. Г. Мацхонашвили, О. Д. Хуციшвили, Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. минер.-петрогр., т. VI, 1961.
4. Э. П. Гамкрелидзе, Сообщения АН ГССР, т. XXII, № 5, 1959.
5. М. М. Рубинштейн, Ш. А. Адамия, Д. И. Девнозашвили, В. Н. Добрыдин, Л. И. Розентур, Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1972.
6. Э. Х. Харазян, Изв. АН АрмССР, № 5, 1968.
7. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили, ДАН СССР, т. IX, № 1, 1948.

Ш. А. АДАМИЯ, М. А. БЕРИДЗЕ, Г. П. ЛОБЖАНИДЗЕ,  
З. И. ЛОЛАДЗЕ, О. Д. ХУЦИШВИЛИ, Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ

## ОБНАРУЖЕНИЕ ВЫХОДА ДОЮРСКИХ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД В УЩЕЛЬЕ р. ШОУДИД (АБХАЗИЯ)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.4.1975)

В ущелье р. Шоудид (правый приток р. Ацгара) в 1,5 км выше от устья нами обнаружен небольшой выход древних кристаллических пород, трансгрессивно перекрытых базальными образованиями нижней юры. Ширина выхода метаморфитов не превышает 500—700 м, длина — 1,0—1,5 км. Он сложен кристаллическими сланцами и мигматитами.

Кристаллические сланцы послойно инъецированы кварцем и характеризуются кордиерит-кварц-мусковит-хлорит-альбитовым составом. Структура пород порфиروбластическая с лепидобластической основной тканью. Текстура сланцеватая, нередко плоччатая. Главные минералы — альбит, хлорит, мусковит, кварц, реже кордиерит, характеризующийся секториальным двойникованием. Акцессорные минералы представлены цирконом, рудными зёрнами, а изредка измененным биотитом (сагенит) и шпинелью, ассоциирующей обычно с кордиеритом. Некоторые порфиробласты альбита и таблитчатые пластинки мусковита помутнены вследствие примеси мельчайших частиц железорудных минералов и графита. Мусковит присутствует и в виде чистых от примесей скоплений чешуйчатых агрегатов.

Описанные кристаллические сланцы, очевидно, относятся к зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фациям регионального метаморфизма, характеризуюсь следующими минеральными парагенезисами: мусковит + хлорит + альбит + кварц; биотит + кордиерит + шпинель + кварц.

Возраст кристаллических сланцев Шоудидского выхода по аналогии с метаморфитами Софийского блока Главного хребта Большого Кавказа, нами условно определяется как среднепалеозойский. Их можно параллелизовать с метапелитами верхнелистбской свиты или с кристаллическими сланцами Ацгарского тектонического клина [1, 2].

Следует отметить, что это уже третий выход доюрского фундамента, обнаруженный за последние годы в абхазской части зоны Южного склона Большого Кавказа. Он расположен между выходами палеозойского фундамента Горабского района [3] и Ацгарского клина [1], слагая ядро Шоудидской антиклинали (рис. 1).

Нижнеюрские базальные слои, трансгрессивно перекрывающие кристаллические сланцы ядра Шоудидской антиклинали, сложены средне- и мелкогалечными конгломератами, гравелитами, песчаниками и глинистыми сланцами. Материал базальной формации представлен окатанными отсортированными обломками кварца и реже кристаллических сланцев. Микроскопическое изучение мелкогалечно-гравийных конгломератов и крупнозернистых песчаников показало, что со-

став их преимущественно мономинерально-кварцевый, переходящий в олигомиктово-кварцевые разновидности. Среди обломков кварца лишь изредка отмечаются кристаллы кислого плагиоклаза и деформированные пластинки мусковита. Структура пород псефо-псаммитовая, в песчаниковой же части бластопсаммитовая. Псефитовые обломки — кварц-серицитовые кристаллические сланцы, кварцитовидные породы и кварц с волнистым погасанием — обычно лучше обработаны, нежели заполняющий псаммитовый материал. Единично расположенные зерна кварца характеризуются резорбированными краями с развитием шпиковидных структур. В участках же с густорасположенными зернами кварца образованы мозаично-бластические агрегаты. В количестве около 5—6% отмечаются чешуйчатые изогнутые пластинки почти нацело измененный (перешедших в серицит-мусковит с рудными выделениями) биотитов, зажатых между терригенными зернами кварца. Цемент местами контактовый, местами же типа выполнения пор, представлен серицит-хлоритовым мелкочешуйчатым агрегатом, к которому обычно примешаны выделения гидроокислов железа.

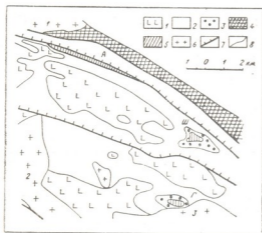


Рис. 1. Схема геологического строения части Центральной Абхазии: 1 — порфиритовая свита байоса, 2 — глинистые сланцы, песчаники, известняки и вулканиты среднего и верхнего лейаса, 3 — базальная свита нижнего лейаса, 4 — средний палеозой Главного хребта, 5 — выступы доюрского фундамента (А — Аугарский, Ш — Шоудидский, Г — Горабский), 6 — Бзыбский [1], Келасурский [2] и Горабский [3] среднеюрские гранитоиды, 7 — разлом, 8 — стратиграфические и интрузивные контакты

Приведенное описание пород базальной формации лейаса убеждает нас в том, что они сложены из материала, приблизительно аналогично кристаллическому комплексу Шоудидского выхода.

Шоудидский выступ фундамента, как и покрывающие его базальные отложения нижней юры, в западном направлении быстро погружается и в ущелье р. Сибиста уходит под довольно мощные (около 200—250 м) вулканогенные образования среднего лейаса, соответствующие авадхарской свите (рис. 1). По-видимому, такую же картину следует ожидать и в восточном направлении, так как в районе Аугарского минерального источника в буровой скважине под глинистыми сланцами аугарской свиты были пересечены кислые вулканогенные породы мощностью около 130 м.

В ущелье р. Сибиста над вулканогенами авадхарской свиты залегают глинистые сланцы аугарской свиты с линзами известняков, переполненных кальцитизированными скелетами морских лилий среднелейасового возраста: *Pentacrinus cf. goniogenos* Pomp., *P. cf. basaltiformis* Mill., *P. sp. ind.* (определения В. И. Зесашвили).

Стратиграфически вышележащие маломощные (около 100 м) глинисто-сланцевые отложения с примесью вулканогенного материала, ве-

რობით, охватывающие весь верхний лейас и аален, постепенно переходят в вулканогенную свиту байоса.

Таким образом, в полосе выхода древнего кристаллического фундамента мощность осадочного чехла нижней юры, если исключить вулканогены авадхарской свиты, значительно сокращена, по сравнению с северной троговой частью геосинклинали Южного склона. Наличие таких, маломощных горизонтов, а также частых следов внутрiformационного размыва, в особенности в вулканогенных толщах, свидетельствует об унаследованном относительно приподнятом расположении этого участка в течение всей ранней юры и аалена.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

Грузинское производственное  
геологическое управление

(Поступило 24.4.1975)

გეოლოგია

შ. ადამია, მ. ბერიძე, გ. ლობჯანიძე, ჯ. ლოლაძე, ო. ხუციშვილი, გ. მიხინაძე

იურული წინა მებამორფული ქანების ნაჩენის აღმოჩენა  
მდ. შოუდიდის ხეობაში (აფხაზეთი)

რეზიუმე

კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, მდ. შოუდიდის ხეობაში (ცენტრალური აფხაზეთი), ანტიკლინური ნაკის გულში აღმოჩენილ იქნა შუაპალეოზოური(?) კრისტალური ფიქლების და მიგმატიტების მცირე ზომის გამოსავალი. მასზე ტრანსგრესიულად არის განლაგებული ქვედალიასური კონგლომერატები, გრაველიტები და ქვიშაქვები, რომელთა შედგენილობა ქვემდებარე მეტამორფული ქანების ანალოგიურია.

GEOLOGY

Sh. A. ADAMIA, M. A. BERIDZE, G. P. LOBZHANIDZE, Z. I. LOLADZE,  
O. D. KHUTSISHVILI, G. L. CHICHINADZE

## A NEW EXPOSURE OF THE PRE-JURASSIC METAMORPHIC ROCKS IN THE SHOUDID GORGE (ABKHAZIA)

Summary

A new exposure of the Middle Paleozoic (?) metamorphic rocks has been recently detected by the authors in Central Abkhazia within the southern slope zone of the Greater Caucasus. It is transgressively overlain by the Lower Jurassic coarse-grained deposits.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецохели, Г. Л. Чичинадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974.
2. О. З. Дудаური, Д. Н. Кецохели, М. Г. Тогоნიძე, Д. М. Шенгелиа. Сообщения АН ГССР, 71, IV, 1973.
3. О. З. Дудаური, М. Г. Тогоნიძე. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.



М. Д. УЗНАДЗЕ, Е. А. ЦАГАРЕЛИ

## О НОВОМ МЕСТОНАХОЖДЕНИИ ГОДЕРДЗСКОЙ ФЛОРЫ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 6.5.1975)

В палеоботанической литературе под названием гoderдзской подразумевается богатая флора, захороненная в континентальных вулканических туфах гoderдзской свиты в Южной Грузии. До настоящего времени было известно лишь одно богатое местонахождение флоры, находящееся на 127 км Ахалцихско-Батумского шоссе, недалеко от Гoderдзского перевала, на левом берегу р. Дзиндза в обнажениях вдоль дороги на протяжении 1—2 км. Растительные остатки представлены в виде отпечатков листьев и кремневой древесины. Кремневые стволы деревьев встречены и в других обнажениях гoderдзских туфов. Отпечатки листьев известны в небольшом количестве близ с. Орчошани, недалеко от государственной границы и в кисатибских диатомитах, расположенных в кисатибской свите, аналогичной гoderдзской [1—3].

Во время полевых работ 1971—1973 гг. нами обнаружено не менее богатое скопление ископаемых растений на противоположном, правом берегу р. Дзиндза. Флороносные слои находятся примерно на том же стратиграфическом уровне, что и левобережное местонахождение.

Возраст гoderдзской свиты являлся долгое время спорным и колебался в пределах олигоцен-средний плиоцен. Эта амплитуда несколько сократилась в результате исследования пепловых туфов, распространенных в Грузии, ограничив возраст гoderдзской свиты вместе с кисатибской поздним миоценом (сармат)-ранним плиоценом (мэотис) [3]. Находки костей гиппариона в низах свиты [4] датируют нижнюю часть сарматом, а кости гиппариона, найденные в кисатибских диатомитах, относят диатомиты и перекрывающие туфы к мэотису. На основании анализа ископаемой флоры М. Д. Узнадзе [1] относит флороносный слой близ Гoderдзского перевала к сармату. К сармату же отнесена флора окрестностей г. Вале, захороненная в мелкозернистых гoderдзских туфах [5]. Д. Г. Джигаури [6] считает также, что гoderдзская свита отлагалась в течение позднего миоцена и раннего плиоцена. Таким образом, исследователи пришли к единому мнению, отнеся низы гoderдзской свиты к сармату, а верхнюю часть — к мэотису. Ввиду того что флороносные слои находятся примерно на высоте 60—70 м от основания свиты, мощность которой достигает 300—400 м, мы считаем, что гoderдзская флора все же может быть ограничена сарматом, возможно самым поздним его временем.

Данные пыльцевого анализа, приводимые Д. Г. Джигаури [6], которые датируют слои плиоценом, не могут быть приняты во внимание ввиду немногочисленности палиноостатков и широкого вертикального и горизонтального распределения приводимых родов.

По мнению всех исследователей гoderдзской флоры, ее характерным свойством является обилие представителей пальмовых, лавровых



и других вечнозеленых термофильных древесных пород, отражающее условия влажносубтропического климата.

Несколько иная картина рисуется в результате изучения нового местонахождения. Ниже приводится список ископаемых растений, обнаруженных на новом месте: *Glyptostrobus* sp., *Equisetum* sp., *Hellia salicornioides* Ung., *Smilax aspera* L. var. foss. Kolak., *Sasa Kodorica* Kolak., *Celtis japetii* Ung., *Castanopsis pavlodarensis* Makul., *Carpinus grandis* Ung., *Ostrya angustifolia* Andr., *Populus latior* A. Br., *Myrica lignitum* (Ung.) Sap., *Ocotea heeri* (Gaud) Takht., *Cocculus laurifolius* var. foss. Usn. et Tsag., *Rapanea caucasica* Pashkov, *Acer integrilobum* Web., *Sapindus cupanoides* Ett., *Sapindus ungeri* Ett., *Ilex horrida* Sap., *Swida graeffii* (Heer) Stephyrtza, *Leucothoe protogaea* (Ung.) Schim., *Vaccinium protoarctostaphyllos* Kolak., *Bumelia minor* Unger, *Vitex goderdzica* Tsagareli.

При сравнении их с уже известным списком годердзской флоры существенных отличий в видовом составе сравниваемых флор не наблюдается. Несколько видов, выявленных в новом месте, могут попасть и в известном уже местонахождении. Разница между этими ископаемыми флорами заключается в основном в количественном соотношении между летнезелеными и вечнозелеными листовыми деревьями. Флорусодержащие породы правобережного местонахождения переполнены отпечатками листьев *Carpinus grandis* Ung. В коллекции эта картина не отражена полностью ввиду трудного доступа к обнажению и твердости самой породы, затрудняющей препарирование хороших экземпляров. До сих пор граб *Carpinus grandis* Ung. отмечен лишь И. В. Палибиным [7] в единственном экземпляре и без изображения в тексте, что делало сомнительным присутствие этого вида в годердзской флоре. Последние находки подтвердили данные И. В. Палибина и, более того, показали, что *Carpinus grandis* Ung. играл существенную роль в годердзской флоре. Примерно на 100 отпечатков *Carpinus grandis* Ung. приходится 15 *Acer integrilobum* Web., 10 *Ocotea heeri* (Gaud) Takht., *Ilex horrida* Sap. и *Rapanea caucasica* Pashkov, 5—6 листьев *Vitex goderdzica* Tsagareli и *Castanopsis pavlodarensis* Makul. Остальные виды встречаются единично. Тут же следует отметить присутствие таких летнезеленых видов, неизвестных среди левобережного скопления ископаемых растений, как *Ostrya angustifolia* Andr., *Celtis japetii* Ung. Кроме того, здесь возросло количество листьев клена *Acer integrilobum* Web., что, вероятно, может быть результатом того, что клен чаще предпочитает ассоциацию с грабом.

На основании вышеприведенных данных и при условии образования годердзской свиты на суше, без активного участия водной среды (бассейна осадконакопления), годердзская флора захоронилась на месте либо была перенесена на небольшие расстояния, отразив, таким образом, местную растительность. На территории, покрываемой туфами, росли смешанные леса, в которых местами преобладали вечнозеленые



компоненты флоры, а в других — вечнозеленые. Растительность рас-  
 пределялась на сложной горной суше с различными микроклиматиче-  
 скими условиями.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт

(Поступило 8.5.1975)

პალეონტოლოგია

მ. უზნაძე, ე. ცაგარელი

გოდერძის ფლორის ახალი აღმოჩენის ადგილსაპოვნებელი

რეზიუმე

გოდერძის ფლორის ახალი აღმოჩენის ადგილსაპოვნებელი მდებარეობს სამხრეთ სა-  
 ქართველოში, მდ. ძინძის მარჯვენა ნაპირზე გოდერძის გადასასვლელის მახ-  
 ლობლად. ნამარხი ფლორა წარმოდგენილია ფოთლების ანაბეჭდების სახით.  
 სულ გამოიყო 24 ნამარხი ფორმა, რომელთაგან 1 ახალი სახეა და 12 პირველად  
 აღინიშნება ამ ფლორაში. მცენარეთა სისტემატიკური შედგენილობით ეს  
 ფლორა განსხვავდება გოდერძის ადრე ცნობილი ფლორისაგან ფოთოლცეხა-  
 დი ელემენტების სიჭარბით, რომელთა მონაწილეობა გოდერძის ფლორაში  
 დღემდე საკმარისად სარწმუნო არ იყო.

PALAEONTOLOGY

M. D. UZNADZE, E. A. TSAGARELI

A NEW LOCATION OF THE GODERDZI FLORA

Summary

A new location of the Goderdzi flora has been discovered by the authors  
 on the right bank of the Dzindza river, not far from the Goderdzi Pass, in  
 southern Georgia. The fossil flora is represented by leaf imprints. Here the  
 authors have determined 24 species, of which 1 species is new and 12 are  
 mentioned for the first time in the Goderdzi flora. The flora in question is  
 distinguished from that described before by the domination of deciduous  
 elements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Палибин. Труды Бот. ин-та АН СССР, сер. 1, вып. 6, 1947.
2. М. Д. Узнáдзе. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси, 1965.
3. Н. И. Схиртладзе. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Моно-  
 графии ГИН АН СССР, № 8, 1958.
4. Л. К. Габуния, Т. В. Лазаршвили. Сообщения АН СССР, т. 28, № 1,  
 1962.
5. Л. Т. Челидзе. Флора туфогенных отложений Вале. Тбилиси, 1970.
6. Д. Г. Джигаури. Проблемы геологии Аджаро-Триалетии. Тбилиси, 1974.
7. И. В. Палибин. Флора и систематика высших растений, вып. 4. Л., 1937.



Н. Ф. ТАТРИШВИЛИ

## КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМФИБОЛОВ В МЕТАМОРФИТАХ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 10.4.1975)

В статье приведены результаты изучения кристаллохимических особенностей амфиболов в метаморфитах Большого Кавказа. Амфиболы сепарированы из амфиболитов амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций андалузитового типа метаморфизма из следующих тектонических зон: Главного хребта, Передового хребта и Бечасынской.

Минералы группы амфибола обладают сложным химическим составом, для них характерны многочисленные изоморфные замещения. Ф. Ф. Бойд [1] кальциевые амфиболы представляет как смесь четырех изоморфных серий: тремолит-актинолит, эденит-ферроэдонит, гастингсит (паргасит)-феррогастингсит, чермакит-феррочермакит.

Как известно, с помощью коэффициентов изоморфизма ( $a_{Si}$ ,  $a_{VI}^{3+}$ ,  $a_{Ca}$ ) изображается колебание составов этих миналов, характеризующих три типа изоморфизма.

Пользуясь диаграммами  $a_{Si}-a_{VI}^{3+}$  и  $a_{Ca}-a_{VI}^{3+}$  (рис. 1, 2), рассмотрим состав амфиболов метаморфитов Большого Кавказа эпидот-амфиболитовой фации. На рис. 1 видно, что амфиболы амфиболитовой фации хорошо укладываются в поле гастингсит-чермакит-актинолит и их состав можно выразить с помощью этих трех миналов. Что касается амфиболов эпидот-амфиболитовой фации, то часть их, как амфиболы амфиболитовой фации, укладывается также в поле гастингсит-чермакит-актинолит. Все они в основном синие-зеленые. Что касается части синие-зеленых амфиболов эпидот-амфиболитовой фации, то они обогащены глаукофановой составной частью и их состав изображается с помощью четырех миналов: гастингсит-чермакит-актинолит-глаукофан.

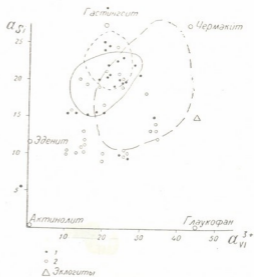


Рис. 1. Диаграмма  $a_{Si}-a_{VI}^{3+}$  роговых обманок амфиболитов Большого Кавказа для амфиболитовой (1) и эпидот-амфиболитовой (2) фаций

Все синие-зеленые роговые обманки Большого Кавказа вторично-новообразованные. Они характеризуются плеохронизмом в синие-зеленых и голубовато-зеленых тонах разной интенсивности.

Вопросом наличия указанных оттенков в этих минералах занимался ряд исследователей [2—8]. Одни из них связывают эти оттенки с повышенной щелочностью, другие — с железистостью. Некоторые допускают, что на окраску (оттенки) этих амфиболов влияют как повышенная щелочность, так и повышенная железистость.

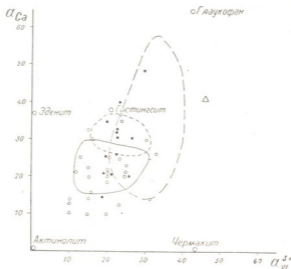


Рис. 2. Диаграмма  $a_{Ca}^{3+}-a_{Ca}$  роговых обманок амфиболов Большого Кавказа (условные обозначения те же, что на рис. 1)

В случае прогрессивного метаморфизма, когда синие-зеленые роговые обманки образуются за счет амфиболов актинолит-тремолитового ряда, увеличивается содержание не столько железа, сколько глинозема и натрия. В этом нетрудно убедиться, сопоставив их составы (табл. 1). На роль глинозема в образовании голубавато-зеленых роговых обманок впервые было указано Д. М. Шенгелиа [9].

Таблица 1  
Сопоставление составов амфиболов актинолит-тремолитового ряда с синие-зелеными роговыми обманками

| $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO   | $Na_2O$ | f     | К-во анализов | Минералы                           |
|-----------|-----------|-------|---------|-------|---------------|------------------------------------|
| 6,88      | 2,95      | 13,39 | 0,75    | 41,20 | 10            | Актинолит-тремолит                 |
| 13,29     | 4,45      | 12,26 | 1,58    | 48,14 | 10            | Голубовато-зеленая роговая обманка |

Большое количество изученных нами синие-зеленых и голубовато-зеленых роговых обманок Большого Кавказа образовалось в условиях регрессивного метаморфизма за счет клинопироксенов и зеленых роговых обманок, и, по-видимому, для их образования следует искать другие пути. Сопоставление содержания окислов в этих роговых об-

манках показывает, что существенного изменения в составе этих минералов не наблюдается, за исключением содержания натрия и отчасти железа (табл. 2).

Таблица 2

Сопоставление составов зеленых роговых обманок с синие-зелеными роговыми обманками

| $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO   | $Na_2O$ | f     | К-во анализов | Минералы                     |
|-----------|-----------|-------|---------|-------|---------------|------------------------------|
| 13,29     | 4,45      | 12,26 | 1,58    | 48,10 | 10            | Сине-зеленая роговая обманка |
| 13,61     | 4,49      | 12,96 | 1,83    | 46,00 | 10            | Зеленая роговая обманка      |

В заключение отметим, что все обыкновенные зеленые роговые обманки амфиболитовой фации метаморфитов Большого Кавказа приближаются к гастингситам и целиком укладываются в поле гастингсит-чермакит-актинолит и, следовательно, их состав выражается с помощью указанных трех минералов.

Голубовато-зеленые или синие-зеленые роговые обманки амфиболитованных эклогитов и их диафторитов зоны Передового хребта Большого Кавказа размещаются в поле гастингсит-чермакит-актинолит вместе с зелеными роговыми обманками амфиболитовой фации; синие-зеленые роговые обманки умеренных давлений в эпидот-амфиболитовой фации обогащены глаукофановой составляющей, и их состав изображается с помощью следующих минералов: гастингсит-чермакит-актинолит-глаукофан.

В образовании синие-зеленых роговых обманок за счет амфиболов актинолит-тремолитового ряда при повышении температуры (прогрессивный метаморфизм) более важную роль играет повышенное количество глинозема, нежели железистость (реакция изохимическая). При регрессивном метаморфизме образование синие-зеленых роговых обманок происходит при понижении температуры, при этом железистость не выдержана. Количество глинозема меньше или равно количеству глинозема в зеленых роговых обманках. Роль натрия в обоих случаях существенна.

В образовании синие-зеленых и голубовато-зеленых оттенков (по Ng) в синие-зеленых роговых обманках ведущую роль играет натрий. Чем богаче минерал натрием, тем интенсивнее оттенки и сильнее плеохроизм.

В зависимости от состава исходных пород, характера и направленности метаморфизма и геологической обстановки состав амфиболов метаморфитов Большого Кавказа варьирует.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 17.4.1975)

## 6. თათრისხილი

კავკასიონის მეტამორფიზმებში აფიზოლოზების კრისტალოქიმიური  
თავისებურებანი

## რეზიუმე

კავკასიონის ამფიბოლიტური და ეპიდოტამფიბოლიტური ფაციესების ამფიბოლების კრისტალოქიმიური შესწავლით დგინდება, რომ ამფიბოლიტური ფაციესების მწვეანე რქატყუარა მთლიანად პასტინგსიტ-ჩერმაკიტ-აქტინოლიტის ველში თავსდება და მისი შედგენილობა აღნიშნული სამი მინალით გამოიხატება. მოლურჯო-მწვეანე რქატყუარის შედგენილობა ოდნავ ცვალებადია, რაც მისი გარდამავალ თერმოდინამიკურ პირობებში წარმოშობითაა გამოწვეული.

PETROLOGY

N. F. TATRISHVILI

THE CRYSTALLOCHEMICAL PECULIARITIES OF AMPHIBOLES OF  
METAMORPHOSED ROCKS OF THE GREATER CAUCASUS

## Summary

The crystallochemical peculiarities of the amphiboles of amphibolic and epidote-amphibolic facies have been studied. It is established that the green hornblende of amphibolic facies is fully contained in hastingsite-chermakite-actinolite field and its chemical composition is expressed by these three minales. The chemical composition of blue-green hornblende is slightly variable due to the transitional thermodynamic conditions in which it originated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Ф. Бойд. Геохимическое исследование. М., 1961.
2. С. П. Кориковский. Метасоматизм и другие физико-химические вопросы петрологии. М., 1968.
3. В. Н. Лодочников. Главнейшие породообразующие минералы. М., 1955.
4. В. В. Соболев. Введение в минералогию силикатов. Львов, 1949.
5. В. И. Лебединский. Минерал. сб. Львовского геол. о-ва, № 6, 1952.
6. А. Д. Ракчеев. Сов. геол., 51, 1956.
7. Р. П. Тихоненкова. НДВИИ, Геол.-геогр. науки, № 2, 1959.
8. I. Seistaari. Comm. Geol. Finlande, Bull. 26, 1953.
9. Д. М. Шенгелиа. Сб. «Минералы и парагенезисы метаморфических пород». Л., 1975.



М. Б. АБЕСАДЗЕ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСЧЛЕНЕНИИ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ СЛАНЦЕВ (ФИЛЛИТОВ) ДЗИРУЛЬСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 12.5.1975)

В восточной части Дзирульского кристаллического массива, в Чорчано-Уцлевской полосе уже давно известны выходы сравнительно слабо метаморфизованных пород, описанных под названием свиты филлитов [1—5] или нижнепалеозойской метаморфической свиты [6—8]. Ей придается большое стратиграфическое значение в датировке и корреляции древнейших образований Кавказа, так как в мраморах свиты была обнаружена фауна археоциат, указывающая на верхи нижнего кембрия [1].

Изучение свиты метаморфических сланцев проводилось нами в течение 1961—1964 гг. [6, 7]: было уточнено геологическое положение свиты, установлен вещественный состав и ход процессов метаморфизма, а также рассмотрен ряд других вопросов, касающихся петрологии свиты. Наряду с метаморфическими сланцами и амфиболитами, в составе свиты были выделены различные метаморфизованные песчаники (аркозовые и полимиктовые) и туфы, а также катаклазиты и милолиты. В полимиктовых песчаниках свиты литокласты представлены обломками графит-серицитовых, хлорит-серицитовых сланцев и микропегматитов. Соответственно нами высказывалось мнение [8], что эти песчаники являются верхним горизонтом метаморфической свиты, а характер переотложенного материала песчаников указывает на размыв нижней части свиты в течение их осадконакопления.

В 1971 г. Д. Кожухаров и И. Боянов [9] в составе свиты выделили горизонт среднеобломочных и гравийных конгломератов, причем среднеобломочные конгломераты — в виде маломощной пачки (25—30 м) в междуречье рр. Тетриминдори и Рцхилабогира. В гальках и валунах данных конгломератов авторы отмечали присутствие пегматитов, аплитов, кварца, биотита, амфиболовых и двуслюдяных гнейсов, двуслюдяных сланцев, амфиболитов и темно-серых филлитов.

Нами при повторных исследованиях было установлено, что данная пачка конгломератов довольно разнородна как по составу, так и по сортировке переотложенного материала. Вдоль дороги, между рр. Тетриминдори и Рцхилабогира вкрест простирания пород с севера на юг в части метаморфических сланцев наблюдается следующий разрез:

1. Серпентиниты
2. Перерыв в обнажении — 3 м.
3. Метаморфизованный кварц-порфировый туф — 4 м.
4. Перерыв в обнажении — 20 м.
5. Кварц-биотит-хлорит-серицитовый сланец — 3 м.
6. Перерыв в обнажении — 7 м.

7. Полимиктовые песчаники и гравелиты с обломками калишпатовых гранитов и их минералов, а также обломками хлорит-серицитовых, углисто-графит-серицитовых и мусковит-серицитовых сланцев и кварцитов — 13 м.

8. Метаморфизованный кварц-порфировый туф — 1 м.

9. Крупногалечные (от 1—3 до 30 см) конгломераты — 12 м.

10. Окварцованный хлорит-серицитовый сланец — 2 м.

11. Крупногалечные конгломераты — 3 м.

12. Рассланцованный порфирит — 1,5 м.

13. Углисто-графитовые сланцы (и далее следует разрез свиты метаморфических сланцев).

Все эти породы рассланцованы — азимут падения сланцеватости ЮВ  $140^\circ < 80^\circ$ .

Среди крупногалечных конгломератов наблюдаются хорошо окатанные и рассланцованные гальки лейкократовых плагногранитов, плагиоклазовых порфиритов, калишпатовых гранитов (с пертитовым калишпатом, реже микроклином), молочного кварца, а также гальки пород, слагающих свиту метаморфических сланцев — кварцитов, хлорит-серицитовых, углисто-графит-хлорит-серицитовых, мусковит-хлорит-серицитовых, мусковит-серицитовых сланцев и метаморфизованных песчаников. Гальки метаморфизованных сланцев характеризуются пластичными и угловатыми формами. Цемент крупногалечных конгломератов представлен в основном псаммитовым песчаником с обломками того же состава, реже встречаются кварц-серицитовый и туфовый цемент. Метаморфизм цемента выражается в рассланцевании с образованием ориентированных полос серицита.

За гравийные конгломераты Д. Кожухаровым и И. Бояновым были ошибочно приняты и закартированы кварц-порфировые туфы, пользующиеся широким распространением в разрезах по рр. Лопанисцкали (два выхода мощностью соответственно 250 и 70 м), Рцхилабогира, Чератхеви (мощность 250 м) и Нинисисцкали (мощность до 200 м).

Кварц-порфировые туфы представлены в основном в различной степени рассланцованными и метаморфизованными среднеристыми псаммитовыми разностями. Количество обломков в них составляет до 30% породы; они представлены альбитом, ортоклазом, микроклипертитом, микроклином, эффузивным кварцем, обломками альбитофиров, кварц-порфиров и рассланцованного стекла в наименее метаморфизованных разностях. В туфах также наблюдаются обломки кварцита, кварц-серицитового и углисто-графит-серицитового сланца.

Мы не можем согласиться с Д. Кожухаровым и И. Бояновым в вопросе идентификации секущих тел альбитофиров и кварц-порфиров ущелья р. Лопанисцкали с кварцитами, якобы входящими в состав метаморфической свиты, а также гранитных катализаторов и милонитов с метааркозами, содержащими до 50% калиевого полевого шпата. Метаморфизованные песчаники пользуются довольно широким распространением среди метаморфических сланцев свиты и обломки в них представлены в основном кварцем и плагиоклазом, сохраняющим первичные терригенные формы.

Рассматриваемая полоса выходов метаморфических сланцев характеризуется наличием многочисленных разрывных нарушений и представляет собой тектоническую чешую, зажатую в микроклиновых гранитах палеозойского возраста. Лишь в юго-восточной ее части наблюдается интрузивный контакт микроклиновых гранитов с метаморфическими сланцами. Вдоль северо-западного тектонического контакта размещается крупное тело серпентинитов. В самих метаморфических

сланцах наблюдаются многочисленные выходы серпентинитов, выступающие вдоль тектонических нарушений. Присутствие в метаморфических сланцах зон катаклаза и милонитизации в совокупности с вышеприведенными данными указывает на чешуйчатое строение Чорчано-Уцлевской полосы в целом.

Вышеприведенные материалы позволяют прийти к следующим заключениям. В Чорчано-Уцлевской полосе метаморфических сланцев можно выделить две разновозрастные свиты: а) более древнюю чорчанскую свиту, представленную различными метаморфическими сланцами, метапесчаниками, кварцитами и мраморами (свита собственно филлитов), б) более молодую чешорскую вулканогенно-обломочную свиту, представленную крупногалечными конгломератами, гравелитами, песчаниками и кварц-порфировыми туфами. Конгломераты фиксируют перерыв между формированием чорчанской свиты метаморфических сланцев и отложением чешорской свиты, о чем свидетельствует присутствие в конгломератах галек всех разновидностей пород чорчанской свиты (за исключением мраморов), а также галек калишпатовых гранитов, секущих эту свиту. В туфах чешорской вулканогенно-обломочной свиты наблюдается примесь псаммитового материала, представленного обломками плагиоклаза, микроклин-пертита, ортоклаза, микроклина, эффузивного кварца и обломками пород; альбитофиров, кварцпорфиров, а также кварцитов, кварц-серицитовых и углисто-графит-серицитовых сланцев из подстилающей чорчанской свиты метаморфических сланцев. Вулканогенно-обломочная чешорская свита является более молодой в составе Чорчано-Уцлевской полосы, а не базальной частью филлитов, якобы залегающей в ядре антиклинали, как это предполагалось ранее [9]. Возраст чешорской свиты пока остается открытым.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 16.5.1975)

პეტროლოგია

მ. აბესაძე

ახალი მონაცემები ძირულის კრისტალური მასივის მეტამორფული ფიქლების (ფილიტების) დანაწილების შესახებ

რეზიუმე

მეტამორფული ფიქლების ჩორჩანა-უცლევის ზოლში გამოყოფილია ორი სხვადასხვა ასაკის: ძველი — „ჩორჩანის“ — საკუთრივ მეტამორფული ფიქლების და შედარებით ახალგაზრდა — „ქეშორის“ — ეულკანოგენურ-ნატეხური წყება.

PETROLOGY

M. B. ABESADZE

NEW DATA ON THE SUBDIVISION OF METAMORPHIC SCHISTS  
(PHYLLITES) IN THE DZIRULA CRYSTALLINE MASS

Summary

Metamorphic schists of the Chorchana-Utslevi area are subdivided into two suites of different ages: the older "Chorchana" suite of metamorphic schists and the younger "Cheshora" volcanic-sedimentary suite.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Барсанов. Изв. АН СССР, № 9, 1931.
2. П. Д. Гамкрелидзе, С. С. Чихелидзе. Изв. Геол. ин-та, т. 1, 1933.
3. С. С. Чихелидзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. минер.-петрогр., № 1, 1948.
4. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. ДАН СССР, т. 62, № 1, 1950.
5. П. Ф. Киласония. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. минер.-петрогр., т. II, 1950.
6. М. Б. Абесадзе. Сообщения АН ГССР, XLV, № 3, 1967.
7. М. Б. Абесадзе. Сообщения АН ГССР, I, № 2, 1968.
8. М. Б. Абесадзе. Петрология нижнепалеозойских метаморфических сланцев Дзирульского кристаллического массива. Тбилиси, 1969.
9. Д. Кожухаров, И. Боянов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1971.



Н. С. ГОЛИАДЗЕ, Г. Д. СУПАТАШВИЛИ, Г. А. ЧИХРАДЗЕ

## О МАКРОХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ РЕК ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 28.1.1975)

В литературе имеются отрывочные сведения о содержании во взвешенных веществах рр. Куры и Риони карбонатов, общего азота, фосфора, органического углерода и гумусовых веществ [1, 2]. Сравнительно подробно изучено распределение марганца [3] и некоторых других микроэлементов во взвесах рек Грузии [4—8]. Однако для гидрохимической характеристики такого сложного региона, каким является Грузия, информация явно недостаточная, особенно в области макрохимического состава взвешенных веществ.

В около 100 пробах взвешенных веществ, транспортируемых главными реками Грузии, нами определено содержание макро- и некоторых микроэлементов. Пробы были собраны в 1969—1973 гг. в пунктах, равномерно расположенных на территории республики. Взвешенные вещества выделялись путем фильтрации 10—20 л воды через бумажные фильтры (синяя лента). Макроэлементы определялись по классической схеме анализа силикатов [9]. При ограниченном количестве пробы применялся микровариант метода. Результаты анализов некоторых проб приведены в табл. 1, а в сгруппированном виде—в табл. 2.

Сложное геологическое строение и литологический состав водосборных площадей рек Грузии обуславливает сложный минералогический состав взвешенных веществ. Преобладают зерна глинистых сланцев (10—61%), кристаллы и зерна кальцита (2—32%), реже кварца; в меньшем количестве встречаются полевые шпаты, роговая обманка, магнетит и другие минералы. Повышенное содержание кальцита обуславливает заметную растворимость взвешенных веществ в кислотах.

Как можно было ожидать в составе взвешенных веществ преобладают окиси кремния, алюминия и железа (табл. 1, 2). Естественно, что химический состав взвешенных веществ и распространенных в бассейне р. Арагви пород сходен (табл. 1, пробы 4, 5 и 6—8). Имеются и расхождения: во взвешенных веществах, по сравнению с породами, уменьшено содержание кремния и закисного железа и увеличено содержание кальция и окисного железа. Уменьшение количества кремния объясняется устойчивостью минерала кварца, а также седиментацией крупных частиц эрозии почв и пород, которые относительно богаты кремнием [10]. Уменьшение же закисной и увеличение окисной форм железа — результат окислительных процессов, интенсивно протекающих в речных водах горных районов.

Несмотря на большую амплитуду колебания содержания взвешенных веществ в водах рек Грузии, их химический состав в пространстве и во времени сравнительно постояен (табл. 2). Отклонение среднесезонного содержания элементов во взвесах от среднегодовых величин не

Таблица 1

Химический состав (%) взвешенных веществ некоторых рек Грузии и пород из бассейна р. Арагви

| Проба              | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | TiO <sub>2</sub> | MnO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SO <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | Влаж-ность | Потери при прокаливании | Сумма  |
|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------------------|------|-------------------------------|-----------------|-------|------|------------------|-------------------|------------|-------------------------|--------|
| Цхенисцали—Светлая | 53,57            | 20,53                          | 4,20                           | 3,15 | 0,53             | 0,25 | 0,16                          | 0,14            | 1,61  | 2,06 | 3,59             | 1,21              | 1,44       | 7,36                    | 99,80  |
| Чорохи—Эрсе        | 46,37            | 13,27                          | 11,21                          | 4,57 | 0,53             | 0,38 | 0,12                          | 0,43            | 5,21  | 3,07 | 3,12             | 1,98              | 2,17       | 7,81                    | 99,94  |
| Раони—Жювети       | 55,06            | 16,63                          | 3,59                           | 2,52 | 0,55             | 0,11 | 0,15                          | 0,10            | 5,18  | 2,06 | 2,53             | 1,38              | 1,39       | 8,31                    | 99,96  |
| Арагви—Живили      | 51,22            | 11,31                          | 3,21                           | 2,74 | 0,92             | 0,45 | 0,13                          | 0,37            | 11,12 | 1,52 | 2,07             | 1,37              | 0,97       | 13,18                   | 100,30 |
| Арагви—Махета      | 50,54            | 12,70                          | 2,48                           | 2,34 | 0,48             | 0,14 | 0,15                          | 0,85            | 11,39 | 1,82 | 2,05             | 1,21              | 1,10       | 12,92                   | 100,17 |
| Породы             |                  |                                |                                |      |                  |      |                               |                 |       |      |                  |                   |            |                         |        |
| Глинистый сланец   | 39,32            | 14,81                          | 2,94                           | 5,71 | 0,79             | 0,41 | 0,46                          | 0,25            | 1,63  | 3,16 | 2,22             | 1,31              | 2,36       | —                       | 99,42  |
| Глинистый сланец   | 60,75            | 19,13                          | 0,06                           | 5,53 | 0,83             | 0,08 | 0,33                          | 0,81            | 0,58  | 2,73 | 2,95             | 2,07              | 2,54       | —                       | 100,20 |
| Песчаник           | 70,00            | 8,87                           | 1,90                           | 5,07 | 0,32             | 0,32 | 0,18                          | 0,51            | 2,90  | 2,15 | 0,68             | 2,09              | 0,32       | 4,16                    | 100,07 |

превышает 2,4%. Стабильностью химического состава взвесей объясняется наличие тесной прямой связи между общим содержанием взвесей и их химическим составом (рис. 1). Такая связь дает возможность

Таблица 2

Внутригодовое распределение содержания макроэлементов во взвешенных веществах вод рек Грузии ( $\frac{\text{мг/л}}{\%}$ )

| Сезоны года | К-во проб | Взвешенные вещества, мг/л | Si   | Al   | Fe   | Ca   | Mg  | Na  |
|-------------|-----------|---------------------------|------|------|------|------|-----|-----|
| Весна       | 26        | 320                       | 72,6 | 40,1 | 24,2 | 16,5 | 2,4 | 1,7 |
|             |           |                           | 23,1 | 11,6 | 6,1  | 5,0  | 1,2 | 0,5 |
| Лето        | 40        | 287                       | 72,1 | 32,5 | 18,3 | 11,2 | 5,5 | 4,7 |
|             |           |                           | 23,2 | 10,9 | 6,2  | 5,2  | 2,5 | 0,6 |
| Осень       | 12        | 115                       | 18,1 | 16,2 | 7,4  | 6,2  | 2,9 | 1,2 |
|             |           |                           | 21,8 | 13,7 | 6,1  | 6,2  | 2,3 | 1,0 |
| Зима        | 18        | 178                       | 38,3 | 20,1 | 7,7  | 6,7  | 1,9 | 2,9 |
|             |           |                           | 24,8 | 10,4 | 5,1  | 4,4  | 1,4 | 1,6 |
| Среднее     | 96        | 225                       | 50,2 | 27,2 | 14,4 | 10,1 | 3,2 | 2,6 |
|             |           |                           | 23,2 | 11,6 | 5,8  | 5,1  | 1,8 | 1,2 |

с приемлемой точностью по общему содержанию взвешенных веществ рассчитать долю макроэлементов в твердом стоке. Тесные прямые связи найдены между содержаниями взвешенных форм некоторых элементов (Al—Si, Al—Fe, Ca—Si, Ca—Al и др.).

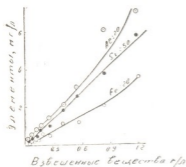


Рис. 1. Зависимость содержания взвешенных форм макроэлементов от общего содержания взвешенных веществ

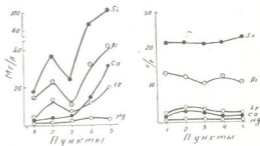


Рис. 2. Изменение содержания взвешенных форм макроэлементов и химического состава взвешенных веществ по течению р. Куры (1—с. Минадзе, 2—с. Ахалдаба, 3—с. Дзегви, 4—с. Согвалути, 5—с. Шихали)

Ввиду большого регионального и внутригодового колебания содержания взвешенных веществ в водах рек Грузии содержание нераство-

ренных форм макроэлементов меняется в широких пределах. Максимум концентрации этих форм приходится на весенне-летний период, минимум — на осень (табл. 2). Размах сезонного варьирования содержания нерастворенного кремния достигает 64,5 мг/л, алюминия — 23,9 мг/л и т. д. в индивидуальных пробах варьирование гораздо больше (525 и 384 мг/л соответственно).

Химический состав взвешенных веществ мало меняется по течению рек, хотя содержание макроэлементов значительно увеличивается (рис. 2).

При сравнении полученных нами результатов со средними содержаниями растворенных форм макроэлементов в поверхностных водах Грузии видно, что в реках Грузии во взвешенном виде мигрируется более 99% железа и алюминия, 84% кремния, 20—24% кальция и магния, 12% натрия.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.2.1975)

გეოქიმია

ნ. გოლიადე, გ. სუპატაშვილი, გ. ჩიხრაძე

საქართველოს გეოქიმიაში მდინარეების შეთხვევითი ნივთიერებების  
 მაკროქიმიური შემადგენლობის შესახებ

რეზიუმე

საქართველოს ძირითადი მდინარეების შეთხვევითი ნივთიერებების 100-მდე სინჯში შესწავლილია Si, Fe, Al, Ca, Mg და Na-ის შემცველობა და მათი ცვალებადობის ზოგიერთი კანონზომიერება.

GEOCHEMISTRY

N. S. GOLIADZE, G. D. SUPATASHVILI, G. A. CHIKHRADZE

## ON THE MACROCHEMICAL COMPOSITION OF SUSPENDED MATTER TRANSPORTED BY THE RIVERS OF GEORGIA

Summary

In about 100 tests of suspended matter transported by the main rivers of Georgia the contents of Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Скворцов. Сообщения АН ГССР, т. 9, 1950.
2. М. В. Журавлев. ДАН АзССР, т. 18, № 7, 1962.
3. Б. З. Зауташвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 3, 1974.
4. М. А. Глаголева. Сб. «К познанию диagenеза осадков». М., 1959.
5. И. Ю. Лубченко, И. В. Белова. Литология и полезные ископаемые, № 2, 1973.
6. Г. Д. Супаташвили, Н. К. Карсанидзе, М. С. Тетрашвили. Труды ТГУ, А 6—7, 1973.
7. Г. Д. Супаташвили, Н. К. Карсанидзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 3, 1974.
8. Г. Д. Супаташвили, Н. К. Карсанидзе, Г. М. Джохадзе. Геохимия, № 12, 1974.
9. А. И. Пономарев. Методы химического анализа силикатных и карбонатных пород. М., 1961.
10. Н. Т. Кузнецов, И. А. Колюканова. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6, 1971.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. П. БУЛИЯ

НОВЫЙ СПОСОБ РАСЧЕТА МНОГОСЛОЙНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завревым 21.5.1975)

Рассматривается анизотропная слоистая полая оболочка, составленная из нечетного числа однородных анизотропных слоев, симметрично расположенных относительно координатной—срединной поверхности оболочки, под действием сосредоточенной силы  $P$ . Образует оболочке круговое отверстие [1]. Приложим к контуру неизвестные силы  $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_{N-1}, \bar{P}_N$  и неизвестные моменты  $\bar{M}_1, \bar{M}_2, \dots, \bar{M}_{N-1}, \bar{M}_N$  [1]. Граничные условия отверстия имеют следующий вид [1]:

$$\frac{\partial H_j}{\partial S} + Q_j = 0, \quad j=1, 2, 3, \dots, N,$$

$$M_j = - \left( D_{11} \frac{\partial^2 W_j}{\partial n^2} + D_{12} \frac{\partial^2 W_j}{\partial S^2} + 2D_{16} \frac{\partial^2 W_j}{\partial n \partial S} \right) = 0, \quad (1)$$

где  $H_1, H_2, \dots, H_N$ —крутящие моменты;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_N$ —поперечные силы;  $W_1, W_2, \dots, W_N$ —прогибы;  $n, S$ —нормаль и дуга;  $D_{jk}$ —жесткости анизотропной оболочки, а именно:  $D_{11}, D_{22}$ —жесткости изгиба вокруг осей  $x, y$ ;  $D_{66}$ —жесткость кручения;  $D_{16}, D_{26}$ —побочные жесткости; отношения  $\frac{D_{12}}{D_{22}} = \gamma_1, \frac{D_{12}}{D_{11}} = \gamma_2$ —приведенные коэффициенты Пуассона.

Для жесткости имеем [2, 3]

$$D_{jk} = \frac{2}{3} \left[ B_{jk}^{m+1} h_{m+1}^3 + \sum_{i=1}^m B_{jk}^i (h_i^3 - h_{i-1}^3) \right],$$

$$C_{jk} = 2 \left[ B_{jk}^{m+1} h_{m+1} + \sum_{i=1}^m B_{jk}^i (h_i^2 - h_{i-1}^2) \right],$$

$$k_{jk} = d_{jk} = D_{jk}^0 = 0,$$

$h_1, h_2, \dots, h_{2n}, h_{2n+1}$ —расстояние от срединной плоскости до границ слоев,  $\delta_1 = h_1 - h_2, \delta_2 = h_2 - h_3, \dots, \delta_n = h_n - h_{n+1}, \delta_{n+1} = 2h_{n+1}$ —толщина слоев от первого до  $(n+1)$ -го включительно.

Крутящие моменты и поперечные силы определяются следующими формулами [2]:



$$H_I = - \left( D_{16} \frac{\partial^2 W_I}{\partial n^2} + D_{26} \frac{\partial^2 W_I}{\partial S^2} + 2D_{66} \frac{\partial^2 W_I}{\partial n \partial S} \right),$$

$$Q_I = - \left[ D_{11} \frac{\partial^3 W_I}{\partial n^3} + 3D_{16} \frac{\partial^3 W_I}{\partial n^2 \partial S} + (D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^3 W_I}{\partial n \partial S^2} + D_{26} \frac{\partial^3 W_I}{\partial S^3} \right]. \quad (2)$$

Согласно (2), граничные условия (1) примут вид

$$\alpha \frac{\partial^3 W_I}{\partial x^3} + \beta \frac{\partial^3 W_I}{\partial x \partial y^2} + \gamma \frac{\partial^3 W_I}{\partial x^2 \partial y} + \delta \frac{\partial^3 W_I}{\partial y^3} = 0,$$

$$\xi \frac{\partial^2 W_I}{\partial x^2} + \eta \frac{\partial^2 W_I}{\partial x \partial y} + \zeta \frac{\partial^2 W_I}{\partial y^2} = 0, \quad (3)$$

где:

$$\frac{\partial}{\partial n} = l \frac{\partial}{\partial x} + m \frac{\partial}{\partial y}; \quad \frac{\partial}{\partial S} = l \frac{\partial}{\partial y} + m \frac{\partial}{\partial x}; \quad l = \cos(\widehat{n, x}); \quad m = \cos(\widehat{n, y});$$

$$\alpha = [l^2(D_{11}l + 4D_{16}m) + lm^2(D_{12} + 4D_{66}) + 2m^3D_{26}];$$

$$\beta = [3lm(D_{11}m + 2D_{26}l) + 4m(m^2 + 2l^2)D_{16} + l(l^2 + 2m^2)(D_{12} + 4D_{66})];$$

$$\gamma = [3lm(D_{11}l + 2D_{26}m) + 4l(l^2 + 2m^2)D_{16} + m(m^2 + 2l^2)(D_{12} + 4D_{66})];$$

$$\delta = [m^2(D_{11}m + 4D_{16}l) + l^2m(D_{12} + 4D_{66}) + 2l^3D_{26}]; \quad (4)$$

$$\xi = (D_{11}l^2 + D_{12}m^2 + 2D_{16}ml);$$

$$\eta = 2[lm(D_{11} + D_{12}) + (l^2 + m^2)D_{16}];$$

$$\zeta = (D_{11}m^2 + D_{12}l^2 + 2D_{16}ml).$$

Рассчитаем плиту с круговым отверстием путем наложения прогибов.

Обозначим через  $W_P$  прогиб, вызванный силой  $P$ ; прогибы, вызванные силами  $\bar{P}_j$ , — через  $W_{\bar{P}_j}$ ; прогибы, вызванные моментами  $\bar{M}_j$ , — через  $W_{\bar{M}_j}$ .

В точках 1, 2, 3, ...,  $N$  будем иметь прогибы

$$W_j = W_P + W_{\bar{P}_j} + W_{\bar{M}_j}. \quad (5)$$

Как известно, расчет многослойных анизотропных пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений [2]:

$$D_{11} \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 4D_{16} \frac{\partial^4 W}{\partial x^3 \partial y} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + 4D_{26} \frac{\partial^4 W}{\partial x \partial y^3} +$$

$$+ D_{22} \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} + \left( k_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) = Z,$$

$$A_{22} \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} - 2A_{26} \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^3 \partial y} + (A_{66} + 2A_{12}) \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} - 2A_{16} \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x \partial y^3} +$$

$$+ A_{11} \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} - \left( k_2 \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) = 0. \quad (6)$$

В системе (6)  $\varphi$  и  $W$  — функции соответственно напряжений и прогибов. Прогиб  $W_P$  определяем из системы (6). Прогибы  $W_{P_j}$  и  $W_{M_j}$  представим рядами Фурье [2, 3]:

$$W_{P_j} = \sum_{k=1}^N \alpha_k e^{ik\theta_j} = \sum_{k=1}^N (Z_k + iZ_{N+k}) e^{ik\theta_j},$$

$$W_{M_j} = \sum_{k=1}^N \beta_k e^{ik\theta_j} = \sum_{k=1}^N (Z_{2N+k} + iZ_{3N+k}) e^{ik\theta_j}, \quad j=1, 2, \dots, N. \quad (7)$$

Согласно системе (7), (5) примет вид

$$W_j = W_P + \sum_{k=1}^N (Z_k + iZ_{N+k}) e^{ik\theta_j} + \sum_{k=1}^N (Z_{2N+k} + iZ_{3N+k}) e^{ik\theta_j}, \quad (8)$$

$j=1, 2, \dots, N.$

Так как имеем круговое отверстие, поэтому

$$\begin{aligned} x &= R \cos \theta_j, \\ y &= R \sin \theta_j, \end{aligned} \quad j=1, 2, 3, \dots, N. \quad (9)$$

Внесем (8) в граничное условие (3) и введем обозначения:

$$\begin{aligned} \alpha \frac{\partial^3 W_P}{\partial x^3} + \beta \frac{\partial^3 W_P}{\partial x \partial y^2} + \gamma \frac{\partial^3 W_P}{\partial x^2 \partial y} + \delta \frac{\partial^3 W_P}{\partial y^3} &= \varphi(x, y), \\ \xi \frac{\partial^2 W_P}{\partial x^2} + \eta \frac{\partial^2 W_P}{\partial x \partial y} + \zeta \frac{\partial^2 W_P}{\partial y^2} &= \psi(x, y). \end{aligned} \quad (10)$$

Тогда получим два неоднородных уравнения, в правой части которых будем иметь соответственно  $\varphi(x, y)$  и  $\psi(x, y)$ . Приравнявая действительные и мнимые части соответственно.  $\text{Im } \varphi(x, y)$ ,  $\text{Re } \varphi(x, y)$ ,  $\text{Im } \psi(x, y)$ ,  $\text{Re } \psi(x, y)$ , получаем четыре уравнения, с помощью которых определяются коэффициенты рядов Фурье.

Если внесем значения  $Z_k, Z_{N+k}, Z_{2N+k}, Z_{3N+k}$  в (8), окончательно вычислим прогиб оболочки  $W_j$ .

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 22.5.1975)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ბ. ბუღია

წერილი ხვრელის მკონე მრავალფენიანი ანიზოტროპული  
 დამრეცი ბარსების ანბარის ახალი ხერხი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია წერილი ხვრელის მკონე მრავალფენიანი დამრეცი გარსის ანგარიშის ახალი ხერხი. ხვრელის კონტურზე მოდებული უცნობი



განივი ძალებით და მომენტებით გამოწვეული ჩაღუნვები წარმოდგენილია ფურიეს მწკრივების საშუალებით, რომელთა კოეფიციენტები განისაზღვრებიან ზვრელის სასაზღვრო პირობებიდან.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

A NEW METHOD OF CALCULATION OF MULTILAYER ANISOTROPIC  
SLOPE SHELLS WITH CIRCULAR APERTURES

Summary

A new method of calculating multilayer anisotropic slope shells with circular apertures is considered. Flexures caused by unknown longitudinal forces and momenta are adjacent to the contour of the shell. The flexures are represented as Fourier series and their coefficients are defined from the boundary conditions of the apertures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
2. С. А. Амбарцумян. Теория анизотропных оболочек. М., 1961.
3. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. М.—Л., 1957.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБГАЩЕНИЕ

Л. И. МАХАРАДЗЕ, Д. Г. СУЛАБЕРИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ  
 ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ В МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ  
 МАГИСТРАЛЬНЫХ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 8.5.1975)

Многоступенчатые гидротранспортные системы получили широкое распространение в самых различных отраслях народного хозяйства. Как показали наши исследования, при выборе схемы многоступенчатых систем предпочтение следует отдавать последовательному включению грунтовых насосов. Для нормальной эксплуатации аналогичных систем, их автоматизации и согласованной работы насосов большое практическое значение имеет определение количества последних, а также местораспоряжения перекачивающихся станций.

Количество последовательно включенных центробежных грунтовых насосов, имеющих одинаковые характеристики, определяется по зависимости [1]

$$m = \frac{\left[ (l + l')^{\lambda} \frac{\rho v^2}{2gD} \pm \rho g \Delta Z \right] \cdot K_3}{P}, \quad (1)$$

где  $l$ —длина магистрального трубопровода;  $l'$ —эквивалентная длина участков трубопровода с местными сопротивлениями;  $\Delta Z$ —высота подачи;  $\lambda$ —коэффициент сопротивления трубопровода;  $v$ —скорость движения потока при установившемся режиме;  $\rho$ —плотность рабочей среды;  $D$ —диаметр трубопровода;  $g$ —ускорение силы тяжести;  $K_3$ —коэффициент запаса, учитывающий необходимые подпоры на перекачивающих станциях;  $P$ —напор, развиваемый насосами при установившемся режиме.

Как принято в практике, при последовательной работе целесообразно включить в магистраль насосы, имеющие одинаковые характеристики. Однако практически невозможен подбор насосов, имеющих одинаковые  $Q$ — $H$ -характеристики, если они даже одной марки. Поэтому рассмотрим общий случай, когда в магистраль длиной  $l$  последовательно включены  $m$  насосов, которые при одинаковом общем расходе системы развивают разные напоры.

Сначала рассмотрим случай, когда в магистраль включен один насос, т. е. когда  $m=1$ . В таком случае давление, развиваемое им вдоль трубопровода, распределится по закону стационарности, который описывается уравнением [2]

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = 0. \quad (2)$$

Место расположения насоса будет  $x=0$ .

При граничных условиях  $P(0)=P_0$  и  $P(l)=P_l$  решение уравнения (1) имеет вид

$$P(x)=P_0 + \frac{P_l - P_0}{l} x, \quad (2')$$

где  $P_0$  и  $P_l$ —соответственно давление, развиваемое насосом, и давление на конце трубопровода.

Включение в магистраль перекачивающего насоса в какой-то промежуточной точке  $x_1$  (в таком случае  $m=2$ ) приведет к изменению распределения давления вдоль магистрали. Это изменение можно описать уравнением

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + P_1 \delta'(x-x_1)=0, \quad (3)$$

где  $P_1$ —давление, развиваемое перекачивающим насосом при установившемся режиме;  $\delta(x-x_1)$ —единичная функция Дирака;  $x_1$ —место расположения первого перекачивающего насоса.

При граничных условиях  $P(0)=P_0$  и  $P(l)=P_l$  решение уравнения (3) имеет вид

$$P(x)=P_0 + (P_l - P_0) \frac{x}{l} + P_1 \begin{cases} \frac{-x}{l}, & \text{если } x < x_1, \\ \left(1 - \frac{x}{l}\right), & \text{если } x > x_1. \end{cases} \quad (4)$$

Для нормальной работы перекачивающего насоса, как принято вообще, должен иметься определенный подпор  $P_{\text{подп}}$ . В таком случае зависимость (4) запишется в виде

$$P(x_1)=P_0 + (P_l - P_0) \frac{x_1}{l} - P_1 \frac{x_1}{l} = P_{\text{подп}}, \quad (5)$$

откуда

$$x_1 = \frac{P_0 - P_{\text{подп}}}{P_0 + P_1 - P_l} l. \quad (6)$$

Рассмотрим случай, когда количество последовательно включенных насосов  $m=3$ ; знаем, что первый перекачивающий насос развивает напор  $P_1$ , однако неизвестно его месторасположение  $x_1$ . Допустим, что он подключен к магистрали в точке  $x=0$ . В таком случае для системы с тремя последовательно включенными насосами распределение давления вдоль трубопровода можно описать уравнением

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + P_2 \delta'(x-x_2)=0, \quad (7)$$

где  $P_2$ —рабочее давление второго перекачивающего насоса, расположенного в точке  $x_2$ , при установившемся режиме.



Внесением (15) в зависимости (11), (13) и (14) можно определить места размещения перекачивающих станций при сложном профиле магистрали.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт горной механики

(Поступило 15.5.1975)

საბაღოთა დამუშავება და გაშენება

ლ. მახარადე, დ. სულაბერიძე

გადამტუმბავი სადგურების რაოდენობისა და განლაგების ადგილის განსაზღვრა მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში

რეზიუმე

მოცემულია თეორიული ანალიზი, რის საფუძველზეც მიღებულია საანგარიშო ფორმულები ვადამტუმბავი სადგურების რაოდენობისა და განლაგების ადგილის განსაზღვრავად მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში, როდესაც წინასწარ ცნობილია მაგისტრალის სრული სიგრძე, მიწოდების სიმაღლე, მიმდევრობით ჩართული ტუმბოს ნორმალური მუშაობისათვის საჭირო ნაბორის წნევა, ტუმბოებისა და ნაკადის ჰიდრავლიკური, აგრეთვე მილსადენის მექანიკური პარამეტრები.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

L. I. MAKHARADZE, D. G. SULABERIDZE

### DETERMINATION OF THE NUMBER AND DISPOSITION OF PUMPING STATIONS IN MAIN MULTISTAGE HYDRAULIC HANDLING SYSTEMS

Summary

On the basis of theoretical analysis the calculation formulae for determining the number and disposition of pumping stations in main multistage hydraulic handling systems have been obtained when the total length of the main, the height of pumping, the affluent pressure for the normal operation of the successively switched pumps, and the hydraulic parameters of the pipeline are known.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Дзидзигური, Л. И. Махарадзе, М. Н. Геленидзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1 (157). Тбилиси, 1973.
2. А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнение математической физики. М., 1953.

Д. С. ТАВХЕЛИДZE (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ПЛОСКОГО СЕМИЗВЕННОГО ШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим плоский семизвонный шарнирный механизм  $ABCDEFM$  (рис. 1). Определим, каким условиям должны удовлетворять параметры механизма, чтобы прилегающие к стойке ведущие звенья 2 и 5 совершали относительно стойки полный оборот, т. е. были кривошипами.

Известно [1, 2], что для пятизвонного плоского шарнирного механизма  $ABCDE$  (рис. 1) звенья 2 и 5 будут кривошипами только тогда, когда удовлетворяются условия

$$L_3 + L_4 \geq L_{\max} \text{ и } |L_3 - L_4| \leq L_{\min}, \quad (1)$$

где  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  — максимальная и минимальная величины переменной расстояний  $L$  между шарнирами  $B$  и  $D$ .

В рассматриваемом плоском семизвонном шарнирном механизме  $ABCDEFM$  (рис. 1) ведущие звенья 2 и 5 будут кривошипами в том случае, если размеры звеньев 6 и 7 подобраны так, чтобы кроме условий (1), удовлетворялись и следующие условия:

$$L_6 + L_7 \geq l_{\max}$$

и

$$|L_6 - L_7| \leq l_{\min}, \quad (2)$$

где  $l_{\max}$  и  $l_{\min}$  — максимальная и минимальная величины расстояний  $l$  между подвижными шарнирами  $C$  и  $M$  при полном поворачивании звеньев 2 и 5;  $x_1$  и  $y_1$  — заданные координаты точки  $M$  (рис. 1).

Таким образом, условия (2) будут удовлетворены в том случае, если известна траектория описанной точки  $C$ . Эта траектория будет описана полностью, если максимальное расстояние от неподвижной точки  $M$

меньше или равно сумме длин звеньев 6 и 7, а минимальное расстояние от данной неподвижной точки до той же траектории больше или равно разности подобранных длин звеньев 6 и 7.

Для определения максимального  $L_{\max}$  и минимального  $L_{\min}$  расстояний  $L$  воспользуемся графическим методом. Для этого отделим от

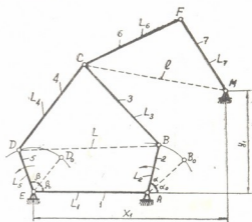


Рис. 1

рассматриваемого механизма двухповодковые группы  $CFM$  и  $BCD$ . За начальное положение ведущих звеньев 2 и 5 примем такое, при котором  $\alpha_0 \neq \beta_0$ , а передаточное отношение  $i_{32} = +k$ .

Заданием передаточного отношения можно делить окружности кривошипов (рис. 2) в продолжительность одного цикла, а  $\alpha_u = 2\pi\alpha'$ , где  $\alpha'$  — знаменатель передаточного отношения и  $i_{32} = \beta/\alpha$ .

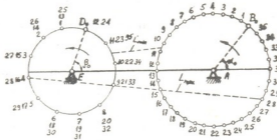


Рис. 2

Начертим систему координат, где по осям абсцисс отложим углы поворота  $\alpha$  кривошипа 2, а по осям ординат — расстояние  $L$  между шарнирами  $B$  и  $D$  (рис. 3). Из рис. 3 легко можно определить максимальное  $L_{\max}$  и минимальное  $L_{\min}$  расстояния  $L$ . Эти расстояния переносим на рис. 2.

После определения экстремальных значений расстояния  $L$ , т. е.  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$ , длины шатунов подбираются так, чтобы соблюдались условия (3).

Для определения  $l_{\max}$  и  $l_{\min}$  строим траекторию точки  $C$  плоского пятизвенного шарнирного механизма  $ABCDE$  (рис. 4). Из заданной непод-

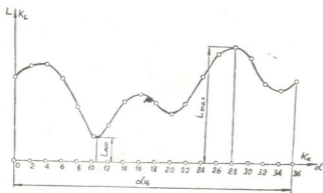


Рис. 3

вижной точки  $M$  проведем дуги окружностей, касающиеся крайних точек траектории описанной точки  $C$  (рис. 4). Радиусы этих окружностей являются искомыми величинами  $l_{\max}$  и  $l_{\min}$ . Зная  $l_{\max}$  и  $l_{\min}$ , размеры звеньев 6 и 7 следует подбирать так, чтобы удовлетворялись условия (2).

Для нормальной работы плоского семизвеного шарнирного механизма при выборе длин шатунов 3 и 4, а также шатуна 6 и коромысла 7 следует учитывать угол передачи движения между ними. Найдем экстремальные значения углов передачи.

Определим значения угла передачи  $\gamma_{\max}$  и  $\gamma_{\min}$ . Для этого при значениях  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  построим два положения механизма  $AB_1C_1D_1EF_1M$  и  $AB_2C_2D_2EF_2M$  (рис. 4). В первом случае, т. е. для  $L_{\max}$ , угол между шатунами 3 и 4 будет  $\gamma_{\max}$ , а во втором случае (для  $L_{\min}$ ) —  $\gamma_{\min}$ .

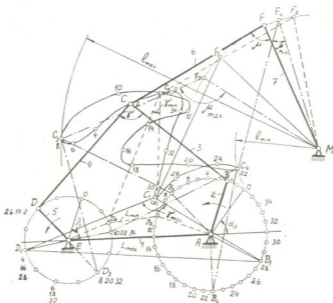


Рис. 4

Следовательно, для значений  $l_{\max}$  и  $l_{\min}$  построим два положения семизвенника  $AB_3C_3D_3EF_3M$  и  $AB_4C_4D_4EF_4M$  и определим  $\mu_{\max}$  и  $\mu_{\min}$  (рис. 4).

Таким образом, в плоском семизвеном шарнирном механизме два звена, прилегающие к стойке, будут кривошипами в том случае, когда: 1) максимальное расстояние между шарнирами, образованными соединением ведущих звеньев и соответствующих шатунов, меньше суммы длин шатунов, а минимальное расстояние больше разности этих длин; 2) максимальное расстояние между шарнирами, образованными соединением шатунов пятизвенника с точкой крепления ведомого звена, меньше суммы длин шатуна и коромысла, а минимальное расстояние больше разности этих длин.

Предложенный метод определения существования кривошипов в плоском семизвеном шарнирном механизме является наглядным и требует мало времени.

Грузинский политехнический  
институт  
им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМа  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 8.5.1975)





დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი

ბრტყელი შვიდრგოლა სახსრიანი მექანიზმის სინთეზის  
საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომში მოცემულია ბრტყელი შვიდრგოლა სახსრიანი მექანიზმის სინთეზის ერთი ამოცანის გადაწყვეტა გრაფიკული მეთოდით. განსაზღვრულია პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს მექანიზმის პარამეტრები, რომ დგარის მოსაზღვრე რგოლებმა დგარის მიმართ შეასრულონ სრული ბრუნა, ე. ი. იყვნენ მრუდმხარები. განხილული მექანიზმისათვის ჩამოყალიბებულია მრუდმხარობის არსებობის თეორემა.

მექანიზმის რგოლთა ზომების შერჩევის დროს გათვალისწინებულია მისი ნორმალური მუშაობის პირობები. გრაფიკული ხერხით მონახულია გადაცემის კუთხის მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

CONCERNING THE SYNTHESIS OF SEVEN-LINK PLANAR HINGED  
MECHANISMS

Summary

The solution of the problem of synthesis of seven-link planar hinged mechanisms by the graphic method is considered. The conditions are determined which must be satisfied by the parameters of the mechanisms so that the driving links contiguous to the fixed ones might perform a complete rotation, i. e. to be the cranks. The theorem of the existence of two cranks of the mechanism under study is formulated. In selecting the measure of the links the condition of the mechanism's normal work is taken into account. The minimum and maximum values of the transmission angles are found graphically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.
2. Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972.

А. К. КОТИЯ, Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

## К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА ПО ТРЕХЛУЧЕВОЙ СХЕМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 30.5.1975)

Изложенная в [1] методика дает возможность построить однофазные схемы параметрических источников тока (ПИТ) по многолучевой схеме, наиболее простым вариантом которой является трехлучевая схема ПИТ, представленная в общем виде на рис. 1.

Предположим, что указанная схема является ПИТ по отношению к первой ветви с оптимальным чередованием преобразующих элементов (во вторую и третью ветви включены соответственно дроссель и конденсатор с равными по величине реактивными сопротивлениями  $X_L = X_C = X$ ). Предположим дальше, что последовательно с нагрузкой с сопротивлением  $r_H + jX_H$  включен дополнительный дроссель с сопротивлением  $r_d + jX_d$ , связанный с преобразующим дросселем переменной магнитной связью. Тогда, согласно выражению (1), приведенному в [1], при пренебрежимо малых значениях активных сопротивлений реактивных элементов для тока нагрузочной ветви имеем

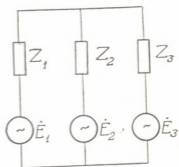


Рис. 1

$$I_1 = \frac{E_{23}}{X(1 + \sqrt{m} K_c)}, \quad (1)$$

где  $E_{23} = |\dot{E}_2 - \dot{E}_3|$ ;  $m = X_d/X$ ;  $K_c$  — коэффициент магнитной связи дросселей.

Полученное выражение показывает, что изменением коэффициента магнитной связи можно осуществить регулирование выходного тока ПИТ, так что при любом фиксированном значении  $K_c$  величина тока нагрузки не зависит от его сопротивления.

Согласно (1), ток нагрузки не зависит от того, включен или нет в нагрузочную ветвь ПИТ источник э. д. с. Поэтому, как показано в [1], по трехлучевым в исполнении можно построить шесть вариантов схемы ПИТ, из которых здесь рассматриваются варианты, приведенные в таблице.

Стоимость каждого варианта ПИТ в основном определяется стоимостью входящих в него преобразующих элементов, из которых наи-

| №<br>вариантов<br>ПИТ | Наличие источника э. д. с. в ветвях |               |         |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------|---------|
|                       | Нагрузки                            | Индуктивности | Емкости |
| 1                     | +                                   | +             | +       |
| 2                     | -                                   | +             | +       |
| 3                     | +                                   | +             | -       |
| 4                     | +                                   | -             | +       |

Примечание: отрицательный знак означает, что для данного варианта ПИТ в указанных ветвях отсутствует источник э.д.с.

более дорогостоящим является конденсатор (удельная стоимость его почти на порядок превышает удельную стоимость дросселя). Поэтому критерием оптимального проектирования ПИТ является определение минимального значения установленной мощности конденсаторной батареи при условии, что активное сопротивление нагрузки в относительных единицах от оптимального может принимать любое значение в пределах от минимального ( $n_0 \geq 0$ ) до номинального значения ( $n=1$ ).

На основе выражения (1) из [1] можно определить ток конденсаторной ветви и, следовательно, мощность конденсаторной батареи:

$$Q_c = P_H \left[ \frac{A^2}{K} + \frac{n^2 K}{(1 + \sqrt{m} K_c)^2} + \frac{1}{K} \left( \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} \right)^2 \right] \pm 2 \frac{A}{K} \cdot |\cos \Theta| \cdot \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} - 2A \cdot |\sin \Theta| \frac{n}{1 + \sqrt{m} K_c}, \quad (2)$$

где  $P_H = I_1^2 K X$  — активная мощность нагрузки в номинальном режиме ( $n=1$ );  $n = \frac{r_H}{KX}$  — активное сопротивление нагрузки в относительных единицах;  $\Theta$  — угол опережения вектора  $\dot{E}_{31}$  относительно вектора  $\dot{E}_{23}$ ;

$$A = \frac{E_{31}}{E_{23}}; \quad E_{31} = |\dot{E}_3 - \dot{E}_1|; \quad \dot{E}_2 = a^2 \dot{E}_1; \quad \dot{E}_3 = a \dot{E}_1; \quad m_1 = m + \frac{X_H}{X}.$$

В указанном выражении и дальше отрицательный знак перед  $|\cos \Theta|$  берется только для третьего варианта схемы ПИТ.

Согласно (2), зависимость  $Q_c$  от  $n$  является параболической. Для исключения недоиспользования установленной мощности конденсатора в номинальном режиме нагрузки существуют два варианта для выбора расчетной мощности конденсатора и, следовательно, величины коэффициента  $K$ :

$$Q_{c(n=1)} \geq Q_{c(n=n_0)} \quad (3)$$

Тогда, согласно (2),

$$K \geq \frac{2A \cdot |\sin Q| \cdot (1 + \sqrt{m} K_c)}{1 + n_0},$$

$$\text{или } K = \frac{2A \cdot |\sin \Theta| \cdot (1 + \sqrt{m} K_c)}{1 + n_c} + \alpha, \quad (4)$$

где

$$\alpha \geq 0. \quad (5)$$

Исследование выражения (2) на экстремум при  $n=1$  для значения  $\alpha$  дает

$$\alpha = (1 + \sqrt{m} K_c) \cdot \sqrt{A^2 + \left( \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} \right)^2 \pm 2A \cdot |\cos \Theta| \cdot \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} - 2A \cdot |\sin \Theta| \cdot \frac{1 + \sqrt{m} K_c}{1 + n_0}}. \quad (6)$$

При этом вторая производная (2) для любого варианта схемы положительна. При указанном значении  $\alpha$  установленная мощность конденсаторов будет минимальной.

На основе выражения (6) условие (5) примет вид

$$n_0 \geq n' = \frac{2A \cdot |\sin \Theta|}{\sqrt{A^2 + \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} \left( \frac{m_1 + \sqrt{m} K_c}{1 + \sqrt{m} K_c} \pm 2A \cdot |\sin \Theta| \right)}} - 1. \quad (7)$$

Согласно (5), в выражении (4) значение  $\alpha$  по (6) следует принимать при соблюдении условия (7), в противном случае  $\alpha = 0$ . При этом в (7) в качестве расчетного следует принимать такое значение коэффициента магнитной связи  $K_{c,p}$ , при котором  $n'$  максимальна ( $n'_p$ ). Тогда выполнение неравенства (7) при  $K_c = K_{c,p}$  обеспечивает его выполнение при любых возможных значениях  $K_c$ .

Рассуждая аналогично, на основе полученных соотношений при заданном значении номинальной нагрузки  $P_H$  и предельно достижимых значениях коэффициента магнитной связи  $K_{c,\min}$  и  $K_{c,\max}$  с использованием известного правила исследования функций с помощью производной в случае, когда  $m_1 \geq 1$  или  $m=0$ , выражение для расчетной мощности конденсаторов запишем в виде

$$Q_{c,p} = P_H \left[ \frac{A^2}{K_p} + \frac{K_p}{M^2} + \frac{D}{MK_p} \left( \frac{D}{M} \pm 2A \cdot |\cos \Theta| \right) - 2A \cdot |\sin \Theta| \right], \quad (8)$$

где при

$$n_0 \geq n'_p = \frac{2A \cdot |\sin \Theta|}{\sqrt{A^2 + \frac{B}{C} \left( \frac{B}{C} \pm 2A \cdot |\cos \Theta| \right)}} - 1 \quad (9)$$

имеем

$$K_p = C \cdot \sqrt{A^2 + \frac{B}{C} \left( \frac{B}{C} \pm 2A \cdot |\cos \Theta| \right)}. \quad (10)$$

В противном случае, т. е. если  $n_0 < n'_p$ ,

$$K_p = \frac{2AC \cdot |\sin \Theta|}{1 + n_0}. \quad (11)$$

$$B = m_1 + \sqrt{m} K_{e \cdot \max},$$

$$C = 1 + \sqrt{m} K_{e \cdot \max}, \quad D = m_1 + \sqrt{m} K_{e \cdot \min}, \quad M = 1 + \sqrt{m} K_{e \cdot \min}.$$

Значение коэффициента  $m$  зависит от заданной величины кратности регулирования выходного тока  $\lambda = \frac{I_{1 \cdot \max}}{I_{1 \cdot \min}}$ . Следовательно, согласно (1), имеем

$$\sqrt{m} = \frac{\lambda - 1}{K_{e \cdot \max} - \lambda K_{e \cdot \min}} \quad (12)$$

При  $\lambda = 1$ , т. е. при  $m = 0$ , получается ПИТ с нерегулируемым значением выходного тока.

Таким образом, приведенные выше расчетные соотношения позволяют минимизировать установленную мощность конденсаторной батареи для любого приведенного в таблице варианта ПИТ, как с регулируемым, так и с нерегулируемым значением выходного тока.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.5.1975)

ელექტროტექნიკა

ა. კოტია, გ. ვადაჩკორია

სამსხვიანი პარამეტრული დენის წყაროების ოპტიმალური  
პროექტირების საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია მართვადი და არამართვადი სამსხვიანი პარამეტრული დენის წყაროს ოთხი ვარიანტი. მოყვანილია საანგარიშო თანაფარდობები თითოეული ვარიანტის ოპტიმალური პროექტირებისათვის.

ELECTROTECHNICS

A. K. KOTIA, G. V. VADACHKORIA

ON THE OPTIMAL DESIGN OF PARAMETRIC CURRENT SOURCES  
BY THREE-RAY CIRCUIT

Summary

Controlled and uncontrolled parametric current sources by three-ray circuit are considered in four variants. Calculated relations are presented for optimal design of each variant with minimum of installed capacity of a capacitor battery.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.



Э. С. ГОНИАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА РАДИАЛЬНЫХ СИЛ ОДНОСТОРОННЕГО МАГНИТНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ЯКОРЯ ЛИНЕЙНОГО ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 29.5.1975)

Существенная особенность линейного шагового двигателя (ДШЛ) состоит в том, что трение в его опорах зависит от радиальных сил одностороннего притяжения якоря и при значительных эксцентриситетах тела якоря составляет величину порядка (20—30%) от максимального тягового усилия [1]. Зависимость рабочего процесса ДШЛ от трения привела к необходимости расчета радиальных сил одностороннего магнитного притяжения якоря.

Для учета зубчатости взаимодействующих поверхностей воспользуемся известными зависимостями магнитной проводимости на одно зубцовое деление на единицу дуговой длины зубца для коаксиально расположенных якоря и статора с произвольным электрическим согласованием. Закрепив координату  $z$  на уровне  $\frac{\pi}{4}$ , можем записать расчетное значение магнитной проводимости одного зубцового деления для 1-й гармоники [2]:

$$G = 0,89 G_0 + 0,4 G_1, \quad (1)$$

где  $G_0$ ,  $G_1$  — постоянная составляющая и амплитуда магнитной проводимости 1-й гармоники одного зубцового деления на единицу дуговой длины.

Введем в рассмотрение удельную проводимость рабочего зубчатого зазора на единицу дуговой и осевой длины, усредненную по длине статора:

$$\lambda = \frac{z_s G}{l}, \quad (2)$$

где  $z_s$  — число дуговых зубцов статора ДШЛ;  $l$  — длина статора ДШЛ.

Располагая удельной проводимостью  $\lambda$ , можно рассматривать вместо реальной магнитной системы с зубчатым зазором эквивалентную магнитную систему с гладкими поверхностями, ограничивающими воздушный зазор. При эксцентрическом расположении якоря в расточке статора в любом поперечном сечении с эксцентриситетом  $e \neq 0$  удельная проводимость  $\lambda$  изменяется при обходе дуги обратно пропорцио-

нально величине рабочего зазора и является функцией угловой координаты  $\varphi$  (рис. 1):

$$\delta(\varphi) = R - \varepsilon \cos \varphi - \sqrt{r^2 - (\varepsilon \sin \varphi)^2}, \quad (3)$$

где  $R = \frac{D}{2}$  — радиус расточки статора;  $r$  — радиус якоря;  $\varepsilon$  — эксцентриситет;

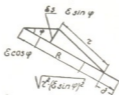
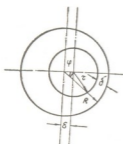


Рис. 1

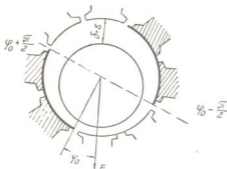


Рис. 2.

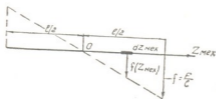


Рис. 3

— разносторонний эксцентриситет, когда эксцентриситет по торцам статора равен  $\pm \varepsilon$ , изменяясь вдоль оси по линейному закону.

Односторонний эксцентриситет. Выделим элементарную площадку вдоль образующей статора:

$$ds = l \frac{D}{2} d\varphi. \quad (6)$$

Тогда при парном включении обмоток (рис. 2) радиальная сила равна

$$F_{\varphi} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_0 + \frac{\pi}{2}} F_{\varphi} d\varphi - \int_{\varphi_0}^{\varphi_0 - \frac{\pi}{2}} F_{\varphi} d\varphi, \quad (7)$$

т;  $\varphi$  — угловая координата, отсчитываемая от точки с минимальным зазором;  $\delta = R - r$  — расчетный рабочий зазор.

При ограниченных значениях эксцентриситета

$$\sqrt{r^2 - (\varepsilon \sin \varphi)^2} \approx r,$$

что приводит к приближенному выражению, обычно используемому в инженерных задачах по вычислению радиальных сил магнитного притяжения [3]:

$$\delta(\varphi) = \delta - \varepsilon \cos \varphi. \quad (4)$$

С учетом (4) можно записать

$$\lambda(\varphi) = \lambda \frac{\delta - \varepsilon \cos \varphi}{\delta}. \quad (5)$$

В зависимости от конструкций опор в ДШЛ могут иметь место:

— односторонний эксцентриситет, когда зазор остается постоянным и зависит только от угловой координаты  $\varphi$ ;

где  $F_{\varphi}$  — сила, действующая на элементарную площадку.

При постоянстве н. с. рабочего зазора в пределах возбужденных зон, показанных на рис. 2, сила, приложенная к элементарной площадке якоря, равна

$$F_{\varphi} = \frac{1}{2} (\xi_0 IW_k)^2 ds \frac{d\lambda(\varphi)}{d\varepsilon},$$

где  $\xi_0$  — коэффициент насыщения.

Отсюда с учетом (2), (5), (6) получим

$$F_{\varphi} = \frac{z_s}{4} (\xi_0 IW_k)^2 GD\delta \frac{\cos \varphi d\varphi}{(\delta - \varepsilon \cos \varphi)^2}. \quad (8)$$

Выражения (7) и (8) позволяют вычислить результирующую силу магнитного притяжения при любых эксцентриситетах.

Разносторонний эксцентриситет. Согласно рис. 3, удельная сила может быть определена как

$$f = \frac{F}{l}, \quad (9)$$

где  $F$  — результирующая сила при одностороннем эксцентриситете;  $l$  — длина статора.

Наибольшая удельная сила соответствует поперечному сечению с максимальным эксцентриситетом, т. е. торцам статора. Для случая, когда  $\varphi_0 = -\frac{\pi}{4}$ , т. е.  $F = F_{\max}$ , получим

$$f(z_{\text{мех}}) = \frac{F_{\max}}{l} \cdot \frac{z_{\text{мех}}}{l/2} = \frac{2F_{\max}}{l^2} z_{\text{мех}}. \quad (10)$$

Результирующий момент на плече  $l/2$  равен

$$M_{l/2} = \frac{2F_{\max}}{l^2} \int_0^{l/2} z_{\text{мех}}^2 dz_{\text{мех}} = \frac{F_{\max} l}{12}. \quad (11)$$

Радиальная сила, нагружающая опору с координатной  $z_{\text{мех}} = \frac{L_{\text{оп}}}{2}$ , равна

$$F_{\text{оп}} = \frac{M_{l/2}}{L_{\text{оп}}/2} = \frac{F_{\max}}{6} \cdot \frac{l}{L_{\text{ак}}}. \quad (12)$$

Для пессимистической оценки можем принять  $l/L_{\text{оп}} = 1$ , тогда при разностороннем эксцентриситете  $F_{\max} = 6 F_{\text{оп}}^{+\varepsilon}$ , а при одностороннем  $F_{\max} = 2 F_{\text{оп}}^{+\varepsilon}$ . Следовательно, случай одностороннего эксцентриситета наиболее тяжелый.

Если заданы допускаемая сила давления на опору и эксцентриситет, то при известной намагничивающей силе статора ( $IW_k$ ) можно вы-



брать наименьшее значение зазора, приемлемое с точки зрения возникающих радиальных сил.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.5.1975)

ელექტროტექნიკა

ე. ღონიაშვილი

წრფივლი ბიჯური ძრავის ღუზის ერთმხრივი მავნიტური  
მიზიდულობის რადიალური ძალების ანგარიშის საკითხისათვის

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ წრფივი ბიჯური ძრავების საყრდენებში ხახუნი არსებით გავლენას ახდენს მის მუშა პროცესზე. მიღებული გამოთვლები საშუალებას გვაძლევს შევარჩიოთ ღრეჩოს უმცირესი მნიშვნელობა, თუ მოცემულია წნევის ძალა საყრდენებზე და ექსცენტრისიტეტი.

ELECTROTECHNICS

E. S. GONIASHVILI

ON THE CALCULATION OF RADIAL FORCES OF UNIDIRECTIONAL  
MAGNETIC ATTRACTION OF LINEAR STEP MOTOR ARMATURE

Summary

It is shown that the friction in linear step motor supports has a considerable effect on its operation. Use of the obtained results allows to choose the minimum value of clearance applied in relation to the emerging radial forces at given pressure forces on the support and eccentricity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. С. Гониашвили, Б. А. Ивоботенко, Ю. С. Фурсин, В. Е. Луценко. Доклады на научном семинаре «Привод и управление машин-74». М., 1974.
2. Б. А. Ивоботенко и др. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. М., 1970.
3. Г. Бухгольц. Расчет электричества и магнитных полей. М., 1961.



УДК 631.461.2(479.22)

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Р. А. ПЕТРИАШВИЛИ, А. В. БОБРОВИЦКИЙ

К ИЗУЧЕНИЮ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ФРАКЦИЙ ГОРНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ И БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 27.3.1975)

Общая характеристика и вопросы генезиса горных черноземов и бурых лесных почв Южной Грузии освещены в трудах многих авторов [1—3]. Сравнительно слабо изучен минералогический состав и свойства тонкодисперсных фракций этих почв. Для восполнения этого пробела исследовались карбонатные горные черноземы Ахалцихской котловины, выщелоченные горные черноземы Ахалкалакской нагорной равнины и бурые лесные почвы Эрушетского и Ахалцихе-Имеретского хребтов.

Механический состав и подвижность илистой фракции в горных черноземах и бурых лесных почвах Южной Грузии

| Почва, местоположение, № разреза                     | Глубина взятия образца, см | Содержание фракций, % |            |        |       |                       |                  |                   |
|--|----------------------------|-----------------------|------------|--------|-------|-----------------------|------------------|-------------------|
|  |                            | <0,01                 | 0,01—0,002 | <0,002 | <0,01 | Воднопептизируемый ил |                  |                   |
|  |                            |                       |            |        |       | в почве               | во фракции <0,01 | во фракции <0,002 |
| Выщелоченный горный чернозем, с. Токи, разрез 520    | 0—14                       | 19,4                  | 23,5       | 57,1   | 80,6  | 21,3                  | 26,4             | 37,3              |
|  | 45—55                      | 23,0                  | 24,8       | 52,2   | 77,0  | 12,0                  | 15,6             | 23,0              |
|  | 130—140                    | 44,1                  | 13,2       | 42,7   | 55,9  | 5,7                   | 10,2             | 13,3              |
| Карбонатный горный чернозем, с. Кикипети, разрез 618 | 0—10                       | 26,7                  | 38,3       | 35,0   | 73,3  | 15,1                  | 20,6             | 43,1              |
|  | 55—65                      | 18,0                  | 25,7       | 56,3   | 82,0  | 23,0                  | 28,0             | 40,9              |
|  | 114—124                    | 18,8                  | 24,9       | 55,3   | 80,2  | 20,9                  | 26,0             | 37,8              |
|  | 195—205                    | 15,7                  | 23,7       | 61,6   | 84,3  | 35,6                  | 42,2             | 57,8              |
| Темная бурая лесная, с. Ани, разрез 610              | 5—15                       | 17,5                  | 24,1       | 58,4   | 82,5  | 31,9                  | 38,7             | 54,6              |
|  | 46—56                      | 37,2                  | 15,6       | 47,2   | 62,8  | 19,9                  | 31,7             | 41,3              |
|  | 140—150                    | 66,5                  | 12,9       | 20,6   | 33,5  | 2,7                   | 8,1              | 13,1              |
| Темная бурая лесная, с. Цхалтбела, разрез 715        | 5—19                       | 47,7                  | 11,0       | 41,3   | 52,3  | 21,4                  | 40,9             | 51,8              |
|  | 80—90                      | 52,4                  | 13,6       | 34,0   | 47,6  | 13,2                  | 27,7             | 39,0              |

Механический состав этих почв в основном глинистый и тяжело суглинистый (см. таблицу 1). В разрезах 520, 610 и 715 нижние горизонты менее суглинистые, за исключением карбонатного чернозема, развитого на третичных карбонатных глинах. В выщелоченных горных черноземах фракции физической глины (<0,01 мм) и ила (<0,002 мм) накапливаются в верхних горизонтах соответственно в пределах 80,6—77,0 и 57,1—52,2% и уменьшаются в нижних — до 55,9 и 42,7%.



Определенное же по методике Н. И. Горбунова без механической обработки и химических реагентов [4] количество подвижного воднопептизируемого ила значительно выше в верхнем горизонте с резким уменьшением его содержания вниз по профилю в пределах илстой фракции от 37,3 до 13,3%, в физической глине от 26,4 до 10,2%, а в почве в целом от 21,3 до 5,7% (см. таблицу).

В карбонатных горных черноземах на фоне высокого содержания в профиле тонкодисперсных фракций верхний горизонт выделяется меньшим количеством физической глины (73,3%) и особенно ила (35%), в сравнении с нижними горизонтами, где фракции  $<0,01$  мм составляют 82—83,3%, а  $<0,002$  мм — 56,3—61,6%. Количество воднопептизируемого ила, довольно высокое в илстой фракции всех горизонтов с максимумом 57,8% в подстилающих третичных глинах, при пересчете на физическую глину и почву в целом обнаруживает тенденцию к передвижению ила (15,1—23—36,5%) в нижние горизонты.

Темная бурая лесная почва на продуктах выветривания эоценовых туфобрекчий (разрез 610) обнаруживает аналогичное чернозему из разреза 520 распределение количества тонкодисперсных фракций  $<0,01$  и  $<0,002$  мм с более резкой дифференциацией их вниз по профилю и большим содержанием воднопептизируемого ила в верхнем и среднем горизонтах. Такая же картина наблюдается и в разрезе 715.

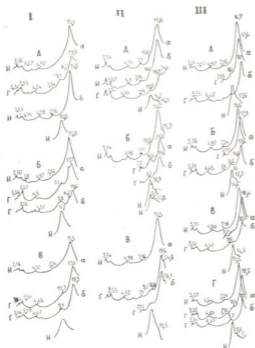


Рис. 1. Рентген-дифрактограммы воднопептизируемой (а) и прочносвязанной (б) фракций  $<0,002$  мм бурой лесной почвы (I) и горных черноземов (II, III): I-разрез 610: А—5—15 см, Б—46—56 см, В—140—150 см; II—разрез 520: А—0—14 см, Б—45—55 см, В—130—140 см; III—разрез 618: А—0—10 см, Б—55—65 см, В—114—124 см, Г—195—205 см; И—исходный воздушно-сухой Mg-замещенный образец; Г—с глицерином; Н—нагрев при  $550^{\circ}$

Основными компонентами глинистых минералов описываемых почв являются высокозарядный монтмориллонит и смешаннослойные иллит-монтмориллонитовые образования, а в бурой лесной почве — дополнительно вермикулит. В малом количестве присутствуют иллит, хлорит, хлорит-вермикулитовые (монтмориллонитовые) минералы с переходной от 2:1 к 2:2 структурой, метагаллаузит с примесью каолинита.

Ранее Р. А. Петриашвили отмечал присутствие монтмориллонита и гидрослюд в бурых лесных почвах Ахалцихской котловины [5].

Иллитовый компонент в этой ассоциации представляет собой 10 Å гидрослюда со значительным дефицитом калия в тетраэдрических слоях. Содержание  $K_2O$  в иллитовой фракции чернозема <1%, а в бурой лесной почве <0,5%. Значительно гидратированные иллиты с наличием фона в области 9,8—10,3 Å имеют в структуре 5—15% промежуточных монтмориллонитового типа [6]. Смешаннослоистые минералы более высоких порядков с  $d001$  14,7—16,5 Å содержат лабильные межслоевые промежутки в пределах 60—80%, а в выщелоченном горном черноземе имеют тенденцию к упорядочиванию пакетов с рефлексамми в малоугловой области в пределах 24—26 Å и большим содержанием их в верхнем горизонте [7—9]. Жесткие хлоритовые пакеты минерала с переходной от 2:1 к 2:2 структурой обнаруживаются на дифрактограммах воздушно-сухих образцов по рефлексу 3,54—3,55 Å, а после нагревания при 500° — по серии рефлексов в пределах 10,9—17,6 Å.

Дифрактограммы темной бурой лесной почвы отличаются отсутствием рефлексов иллита и хлоритовых пакетов, и по устойчивому рефлексу 14,7 Å в образцах, насыщенных глицерином, идентифицируется вермикулит. Накопление вермикулита отмечается в горизонте В, что указывает на аутигенное его образование в результате влияния биогенных факторов, возможно, при участии низкомолекулярных органических кислот, нисходящих из горизонта А [10].

Минералы каолинитовой группы представлены в основном метакалдуазитом с асимметричными рефлексамми  $d001$  7,24—7,87 Å и в широком диапазоне  $d002$  от 3,57 до 3,8.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.4.1975)

ნიდაგამომცემლობა

რ. კახიანი, ა. ბობოხიძე

სამხრეთ საქართველოს მთის უამრავი და ტყის უომრალი  
ნიდაგამომცემლობის წარმომადგენელი ნაწილის მინერალოგიური  
შედეგებისა და თვისებების შესწავლისათვის

რეზიუმე

საკვლევი ნიდაგების თხოვანი მინერალების ძირითად კომპონენტებს წარმოადგენენ მონტმორილონიტი და შერეულშრიანი ილიტ-მონტმორილონიტიანი წარმონაქმნები, ხოლო ტყის უომრალ ნიდაგებში — დამატებით ვერმიკულიტი. მცირე რაოდენობით გვხვდება ილიტი, ქლორიტი, ქლორიტ-ვერმიკულიტიანი მინერალები 2:1-დან 2:2-ზე გარდამავალი სტრუქტურით, მეტაგალუზიტი კაოლინიტის მინარევით.

R. A. PETRIASHVILI, A. V. BOBROVITSKI

 MINERALOGICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF FINE  
 FRACTION OF MOUNTAIN CHERNOZEMS AND BROWN FOREST  
 SOILS OF SOUTHERN GEORGIA

## Summary

The basic components of the clay minerals of soils under study are highly charged montmorillonite and mixed-layer illite-montmorillonite formations, and in brown forest soil, supplementary vermiculite. Present in small amounts are: illite, chlorite, chlorite-vermiculite minerals with transitional structure from 2:1 to 2:2, and metagallusite with admixture of kaolinite.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.
2. Б. А. Клоповтовский. Труды Ин-та географии им. Вахушти, т. V, вып. I, Тбилиси, 1950.
3. Г. Р. Талахадзе. Черноземы Грузии. Тбилиси, 1962.
4. Н. И. Горбунов. Почвоведение, № 1, 1973.
5. P. A. Petriashvili. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972.
6. А. Г. Коссовская, В. А. Дриц. Сб. «Глины, их минералогия, свойства и практическое значение». М., 1970.
7. Б. П. Градусов. Литология и полезные ископаемые, № 6, 1971.
8. Н. И. Горбунов, А. В. Бобровицкий. Почвоведение, № 11, 1973.
9. Д. М. К. Мак-Юан, А. Руиз Амил, Б. Браун. Сб. «Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов». М., 1965.
10. Ж. Милло. Геология глин. Л., 1968.

Р. Г. ЧАГЕЛИШВИЛИ

## О ВОДООХРАННОЙ ФУНКЦИИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 21.4.1975)

В проблеме гидрологической роли леса до сих пор остается дискуссионным вопрос водоохранной функции леса [1—5]. Считается, что указанная функция должна заключаться в наиболее продуктивном использовании влаги на площади, занимаемой лесом, и в получении максимального годового стока с водосборной площади [6].

В ущелье р. Сацхенисцкали на склонах гор Тriaлетского хребта нами были подобраны объекты исследования — водосборные бассейны с различным процентом лесистости (70; 50; 30% и безлесный водосбор) с целью изучения влияния разной степени лесистости на сток рек с малых водосборов в горных условиях.

Характеристика объектов исследования и методика работ изложены в ранее опубликованных трудах [7, 8].

Таблица 1

Основные элементы водотоков в ущелье р. Сацхенисцкали

| № водо-<br>слива | Лесистость,<br>% | Экспозиция<br>склона | Высота бассейна,<br>м н. у. м. |                 | Площадь<br>бассейна,<br>км <sup>2</sup> | Длина<br>водотока,<br>км | Средний<br>уклон дна<br>водотока | Длина<br>периметра,<br>км |
|------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|---|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|                  |                  |                      | наиболь-<br>шая                | наимень-<br>шая |   |                          |                                  |                           |
| 1                | 70               | Южная                | 1920                           | 1460            | 0,781                                   | 1,375                    | 0,26                             | 3,785                     |
| 2                | 50               | "                    | 1920                           | 1380            | 1,125                                   | 1,620                    | 0,27                             | 4,230                     |
| 3                | 30               | "                    | 1680                           | 1280            | 0,876                                   | 1,250                    | 0,32                             | 3,625                     |
| 4                | —                | "                    | 1540                           | 1200            | 0,281                                   | 1,000                    | 0,32                             | 2,375                     |

В табл. 1 даны основные элементы водотоков р. Сацхенисцкали, где проводятся исследования с конца 1967 г. по настоящее время.

Результаты проведенных исследований (табл. 2) свидетельствуют о том, что годовые объемы стока и среднегодовые расходы воды с водосборов разной лесистости в зависимости от характера поступления осадков меняются в широких пределах. В частности, среднегодовые показатели объема стока с площади 1 га за шестилетний период с водосборного бассейна лесистостью 70% составляют 3598,9 м<sup>3</sup>, с водосборного бассейна лесистостью 50% — 2925,0 м<sup>3</sup>, а с водосбора лесистостью 30% — 2930,9 м<sup>3</sup>.

Показатели стока с площади 1 га за указанный период с водосборного бассейна лесистостью 70% значительно больше, чем с водосборов лесистостью 50 и 30%. Указанная закономерность выявляется в пяти случаях из шести возможных. Исключение составляет лишь 1968 гидрологический год, когда пропорционально увеличению лесистости уменьшается среднегодовой объем стока.



Если принять средний шестилетний объем стока с водосборного бассейна лесистостью 70% с площади 1 га за 100%, получится, что объем стока с указанного водосбора, по сравнению с водосборами с низким процентом лесистости (50—30%), больше на 18,8%.

Таблица 2

Годовые показатели объема стока с водосборов разной лесистости

| № п/п   | Годы<br>наблюдений | Среднегодовые показатели объема стока, м <sup>3</sup> /га |        |        |        |
|---------|--------------------|---|--------|--------|--------|
|         |                    | Осадки, мм  | 70 %   | 50 %   | 30 %   |
| 1       | 1938               | 977   | 6595,2 | 6847,3 | 8561,1 |
| 2       | 1969               | 434   | 2459,2 | 1408,9 | 1088,3 |
| 3       | 1970               | 416   | 2667,0 | 1290,4 | 725,5  |
| 4       | 1971               | 458   | 2427,6 | 1409,0 | 906,8  |
| 5       | 1972               | 672   | 4005,7 | 3268,7 | 2990,2 |
| 6       | 1973               | 679   | 3439,2 | 3325,1 | 3314,5 |
| Среднее |                    | 577,0   | 3598,9 | 2325,0 | 2930,9 |

Объем стока с водосборных бассейнов лесистостью 50 и 30% с площади 1 га практически одинаковый.

Из табл. 2 видно также, что среднегодовые показатели объема стока с площади 1 га с водосборного бассейна лесистостью 70% тем больше, чем засушливее гидрологический год (1969—1971 гг.) и, напротив, чем влажнее климат и, следовательно, регулярнее поступление атмосферных осадков, способствующих созданию избыточной увлажненности (1968), тем больше сток с водосборов меньшей лесистости.

В средnezасушливые годы, т. е. при осадках в пределах средних многолетних (1972—1973 гг.), наблюдается значительное выравнивание показателей стока с площади 1 га водосборов с незначительным превышением объема стока с водосбора лесистостью 70%.

Высота годового слоя, модуль и коэффициент стока меняются в полном соответствии с изменением среднегодового объема стока с площади 1 га (табл. 3).

Таблица 3

Суммарные годовые показатели объема стока и среднегодовые величины модуля и коэффициента с малых водосборов

| Годы<br>наблюдений | Высота годового слоя<br>стока, мм |       |       | Модуль стока,<br>л (сек) га |       |       | Коэффициент<br>стока |      |      |
|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|----------------------|------|------|
|                    | 70 %                              | 50 %  | 30 %  | 70 %                        | 50 %  | 30 %  | 70 %                 | 50 % | 30 % |
| 1968               | 673,7                             | 699,7 | 876,6 | 0,208                       | 0,231 | 0,259 | 0,69                 | 0,72 | 0,77 |
| 1969               | 264,7                             | 150,9 | 116,7 | 0,075                       | 0,044 | 0,034 | 0,61                 | 0,35 | 0,27 |
| 1970               | 223,6                             | 133,0 | 76,6  | 0,077                       | 0,044 | 0,023 | 0,54                 | 0,32 | 0,18 |
| 1971               | 178,3                             | 161,8 | 95,2  | 0,076                       | 0,046 | 0,028 | 0,39                 | 0,33 | 0,21 |
| 1972               | 401,0                             | 346,5 | 301,1 | 0,128                       | 0,105 | 0,114 | 0,59                 | 0,52 | 0,45 |
| 1973               | 354,6                             | 352,9 | 328,7 | 0,108                       | 0,106 | 0,100 | 0,52                 | 0,51 | 0,48 |
| Среднее            | 349,3                             | 307,4 | 305,8 | 0,112                       | 0,095 | 0,095 | 0,55                 | 0,46 | 0,41 |

Приведенные в табл. 3 данные показывают, что высота годового слоя, модуль и коэффициент стока меняются в полном соответствии с изменением среднегодового объема стока с площади 1 га, причем

среднемесячные показатели высоты слоя, модуля и коэффициента стока с водосборного бассейна лесистостью 70% всегда выше, по сравнению с соответствующими величинами с водосборов лесистостью 50 и 30%, т. е. указанные элементы стока увеличиваются с повышением процента лесистости.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что горные леса Грузии, несомненно, выполняют важную водоохранную функцию. При этом чем засушливее климат, тем нагляднее выражение лесом этой функции.

Вместе с тем, результаты 1968 гидрологического года позволяют сделать предположение, что в избыточно-увлажненных регионах, с равномерным поступлением интенсивных осадков, леса могут не иметь водоохранной функции.

Тбилисский институт леса

(Поступило 24.4.1975)

მეცნიერება

რ. ჩაგელიშვილი

მთის ტყეების წყალშემნახავი ფუნქციის შესახებ

რეზიუმე

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ტყეებს აქვთ კარგად გამოხატული წყალშემნახავი ფუნქცია. ამასთან რაც უფრო მეტად მშრალია კლიმატი, მით უფრო თვალსაჩინოა ფუნქცია.

გამოთქმულია ვარაუდი, რომ ჭარბტენიანი კლიმატისა და ინტენსიური ნალექების რეგულარულად მოსვლის შემთხვევაში შესაძლოა ტყეს აღნიშნული ფუნქცია არ ქონდეს გამოხატული.

FORESTRY

R. G. CHAGELISHVILI

ON THE WATER CONSERVATION FUNCTION OF MOUNTAIN  
FORESTS

Summary

It has been established that mountain forests of eastern Georgia have a clearly defined water conservation function, and that the drier the climate the more pronounced is this function.

It is suggested that under excessive humidity conditions resulting from intensive precipitation the importance of the above function of mountain forests may decrease.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Высоцкий. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. М., 1938.
2. А. И. Михович. Методика количественной оценки водорегулирующей роли леса. Киев, 1969.
3. А. А. Молчанов. Гидрологическая роль леса. М., 1960.
4. В. В. Рахманов. Водоохранная роль леса. М., 1962.
5. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. М.—Л., 1952.
6. А. Ф. Поляков. Лесоведение, 1, 1973.
7. Л. С. Азмайпарашვილი, Р. Г. Чаგელიშვილი. Лесоведение, № 3, 1970.
8. ლ. აზმაიფარაშვილი, რ. ჩაგელიშვილი. საქართველოს სოფლის მეურნეობა, № 9, 1971.



А. А. КАНДЕЛАКИ, Е. Е. КАПАНАДЗЕ

## СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА И ОСОБЕННОСТИ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ У СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ, ГОЛУБОЙ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 16.5.1975)

В области растениеводства широко распространены методы вегетативного размножения, которые основываются на способности растения к регенерации, т. е. к восстановлению целого организма из его отдельных частей. Преимущество данного метода, по сравнению с семенным возобновлением, заключается в том, что при его применении не происходит смешания наследственных признаков и получается потомство, сходное с родительским.

Среди способов вегетативного размножения наибольшее применение в практике и, в частности, в лесном хозяйстве находит размножение стеблевыми черенками. При этом черенки разных древесных пород по-разному проявляют способность к воспроизведению целого растения: одни укореняются весьма активно, другие — после применения ростовых веществ, третьи не укореняются даже с помощью химических регуляторов роста. По данным М. Х. Чайлахяна [1], в коре черенков легкоукореняющихся видов стимуляторов значительно больше, чем ингибиторов. У трудноукореняющихся и неукореняющихся ингибиторы, как правило, преобладают над стимуляторами. Исследованиями установлено, что применение экзогенных ростовых веществ во всех случаях способствует изменению соотношения эндогенных регуляторов роста в тканях растений [2—4].

При стимулировании корнеобразования химическими способами весьма интересно изучить особенности биохимических реакций в тканях растений.

Хроматографические и биологические анализы взаимодействия эндогенных ауксинов и ингибиторов с экзогенными синтетическими ростовыми препаратами дали возможность установить, что обработка черенков индолмасляной кислотой некоторых неукореняющихся плодовых растений приводит не к уменьшению степени подавления роста, а, наоборот, к его усилению в коре и почках [3]. Концепция, согласно которой торможение представляет собой отдельный процесс, привлекает к себе внимание тем, что ее подтверждает ряд разнообразных данных [5].

Развитие стеблевого черенка в самостоятельное растение подчиняется явлению полярности, которое ослабляется с возрастом [6]. С ослаблением полярности постепенно снижается также корнеобразующая способность побегов [7].

Заслуживают большого интереса данные ученых [8, 9] о взаимосвязи корнеобразующей способности и структурных особенностей растений. К. К. Нанда и В. К. Ананд установили, что у активно укореняющихся видов наблюдаются сосудистые лучи, открывающиеся



в зону коры, откуда берут начало корни, а у трудноукореняющихся растений сосудистые пучки окружают кольца склеренхимной ткани.

В условиях Грузии химические регуляторы роста при вегетативном размножении в практике лесного хозяйства применяются нами впервые. В зимние месяцы 1972—1973 и 1973—1974 гг. проводилось черенкование ели колючей, голубой (*Picea pungens* Engelm.), хорошее плодоношение которой с образованием полноценных семян наблюдается один раз в 10—15 лет. В остальные годы отмечается очень слабое плодоношение и полноценные семена образуются в незначительном количестве [10]. Экспериментальные работы проводились с декабря по февраль 5-го числа каждого месяца. Однолетние побеги, снятые с маточных экземпляров, растущих в естественных условиях, возраст которых равнялся 20—25 годам, обрабатывались в калиевой соли гетерауксина и индолилмасляной кислоте. Для каждого варианта, включая и контроль, отбиралось по 150 черенков. Концентрация для калиевой соли составляла 150 мг, а для индолилмасляной кислоты 30 мг на 1 л. воды. После 20-часовой обработки двух вариантов в растворах стимуляторов роста, а контрольных в дистиллированной воде черенки высаживались на укоренение в песчаный субстрат в оранжерейных условиях, где температура воздуха равнялась 20—25°, а относительная влажность воздуха 80—90%. Полив черенков производился ежедневно.

В процессе работы руководствовались методическими указаниями Р. Х. Турецкой и Ф. Я. Поликарповой [4].

По нашим наблюдениям, в обоих экспериментальных периодах процесс корнеобразования у декабрьских и январских черенков начинался почти одновременно — во второй половине марта (разница не превышала 8—10 дней), а у февральских — в первой декаде апреля. Соответственно сроками укоренения февральские черенки значительно опережали черенки предыдущих месяцев. Преимущество последних также ярко выражалось и в приживаемости (см. таблицу).

Приживаемость черенков ели колючей, голубой

| Время черенкования |         | Приживаемость черенков, % |                         |          |
|--------------------|---------|---------------------------|-------------------------|----------|
|                    |         | Калиевая соль             | Индолилмасляная кислота | Контроль |
| 1972—1973 гг.      | Декабрь | 45                        | 65                      | 48       |
|                    | Январь  | 63                        | 70                      | 52       |
|                    | Февраль | 71                        | 88                      | 58       |
| 1973—1974 гг.      | Декабрь | 51                        | 65                      | 50       |
|                    | Январь  | 60                        | 68                      | 47       |
|                    | Февраль | 75                        | 92                      | 62       |

Данные таблицы свидетельствуют о том, что активность приживаемости черенков во многом зависит от периода черенкования. В наших опытах самым высоким показателем корнеобразования характеризовались черенки, заготовленные в феврале, при этом начиная с декабря в обоих экспериментальных периодах отмечалось постепенное увеличение эффекта приживаемости к весне. Чем объяснить такую закономерность повышения способности регенерации побегов в связи с прохождением зимнего покоя на материнских растениях? Данный

вопрос еще раз напоминает о том, что проблему вегетативного размножения нельзя рассматривать оторвано от прохождения годичного цикла развития. По данным В. З. Гулисашвили [11], большая часть растений, согласно истории эволюционного развития, при прохождении покоя проявляет потребность к низким температурам, воздействие которых и является, по-видимому, необходимым условием активизации ауксинов, повышение уровня которых вызывает мобилизацию питательных веществ.

По наблюдениям некоторых исследователей [12—14], корнеобразующая способность побегов увеличивалась со снижением содержания крахмала и, наоборот, при его высоком содержании падала активность укоренения. Большая эффективность регенерации у сосны черной отмечалась в феврале, т. е. после выхода растений из состояния глубокого покоя.

Превращение запасных питательных веществ в зимнее время у холодостойких хвойных древесных пород (сосна кавказская, ель восточная, пихта кавказская), произрастающих в условиях Грузии, выражается в уменьшении содержания крахмала, увеличении содержания сахара и сильном возрастании содержания масла. Крахмал начинает восстанавливаться с марта-апреля и достигает максимума в мае [15].

Проведенные нами цитохимические исследования по определению запасных питательных веществ как в коре, так и в древесине с оценкой степени их содержания по трехбалльной системе [16] показывают, что оптимальное содержание сахара (3 балла) в черенках всех вариантов совпадает с началом процесса корнеобразования. В отношении крахмала наблюдается обратная картина: его сравнительно высокое содержание (свыше 2 баллов) отрицательно коррелирует с укоренением черенков, при этом, концентрация сахаров в первые 2—3 дня остается постоянной, а затем постепенно падает, что объясняется их использованием на процесс роста и развития новообразованных корней.

Таким образом, при химическом стимулировании корнеобразования большое значение имеет изучение особенностей ответных реакций растительного организма на разносторонний комплекс внутренних и внешних факторов. Несомненно, значительное углубление исследования взаимоотношений этих весьма важных факторов позволит более успешно осуществить регулирование роста и развития растений.

Тбилисский институт леса

(Поступило 23.5.1975)

გეგმვა

ა. კანდელაკი, მ. კაკაბაძე

ზრდის სტიმულატორები და მჩხვლები ნაძვის (*PICEA PUNGENS* ENGELM.) დაფსვინების თაზისებურებანი

რეზიუმე

მოცემულია მჩხვლები ნაძვის გაზარების და დაფსვინების თავისებურებანი სამარჯო საკვები ნივთიერებების დაგროვებასა და გარდაქმნასთან დაკავშირებით.

A. A. KANDELAKI, E. E. KAPANADZE

## GROWTH STIMULATORS AND PECULIARITIES OF ROOT FORMATION IN COLORADO SPRUCE BRANCH CUTTINGS

## Summary

Experimentation (carried out in hotbed conditions during the winter months of 1972—1973 and 1973—1974) with root formation of branch cuttings of Colorado spruce (*Picea pungens* Engelm.) involved growth stimulators.

The findings show that when growth stimulators are used, root-taking depends largely on the time of propagation. The best result in terms of root-taking was obtained with cuttings made in early February.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Х. Чайлахян. Вестник АН СССР, 10, 1969.
2. М. М. Саркисова. Материалы I Закавказской конференции по физиологии растений. Баку, 1967.
3. М. М. Саркисова. Значение регуляторов роста в процессах вегетативного размножения, роста и плодоношения виноградной лозы. Автореферат. Ереван, 1973.
4. Р. Х. Турецкая, Ф. Я. Поликарпова. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста. М., 1968.
5. А. Леопольд. Рост и развитие растений. М., 1968.
6. П. М. Жуковский. Ботаника. М., 1964.
7. D. M. Rafton, R. R. Willing, W. Nicholls, L. D. Proc. Austr. J. Bot. 18, 2, 1970.
8. Л. В. Черняк. Бюлл. Главного бот. сада, вып. 75, Л., 1970.
9. К. К. Nanda, V. K. Anand, Indian Forest, 56, 3, 1970.
10. А. И. Колесников. Декоративные формы древесных пород. М., 1958.
11. В. З. Гулисашвили. Стадийность в развитии растений в связи с их происхождением. Тбилиси, 1969.
12. К. К. Nanda, V. K. Anand, Physiol. Plant, 23, 1, 1970.
13. К. К. Nanda, M. K. Jain. New Phytol., 70, 5, 1971.
14. К. К. Nanda, V. K. Anand, V. K. Kochhar, M. K. Jain. Indian Agr., 15, 1, 1971.
15. В. З. Гулисашвили. Происхождение древесной растительности субтропического и умеренного климатов и развитие ее наследственных особенностей. Тбилиси, 1967.
16. А. А. Христо. Физиология растений, 8, 1, 1961.



Т. М. ДЖАПАРИДZE

## ВЛИЯНИЕ ЕЛОВО-ПИХТОВОГО ЛЕСА НА СКОРОСТЬ ВЕТРА

(Представлено академиком В. З. Гулисшвили 10.4.1975)

В течение вегетационных периодов 1972—1973 г. на территории Ахалдабского климатического стационара Боржомского лесхоза проводились наблюдения за скоростью ветра в лесу и на вырубке (в окне диаметром 35 м). Цель исследований — выявить влияние сложного строения трехъярусного елово-пихтового леса на скорость ветра.

Вышка высотой 22 м для изучения микроклимата, где проводились наблюдения, сооружена на высоте 900 м над уровнем моря. Состав древостоя: 6 — ель, 3 — пихта 110 (60—170 лет), 1—граб, бук (40—70 лет), полнота 0,8, количество стволов на 1 га — 750 экземпляров, запас на 1 га — 310 м<sup>3</sup>. Подлесок: плещ, бересклет, падуб редкий; живой покров: 25—30% площади покрыто мхом, овсяницей и папоротником, остальная часть занята мертвым покровом мощностью 6—8 см. Скорость ветра на вырубке (в окне) определялась с помощью мачты, сконструированной из дюралюминиевой трубы высотой 20 м.

Определение скорости ветра производилось ручным анемометром на высоте 0,1; 1,0; 3,0; 8,0; 14,0 и 22 м от поверхности почвы. В сравнении с вырубкой скорость ветра под пологом леса значительно меньше (см. таблицу). Наибольшая скорость ветра за вегетационный период наблюдалась 15 мая: на вырубке 0,1 м — 1,1 м/сек, 1,0—1,9 м/сек, 3,0 м — 3,1 м/сек, 8,0 м — 4,9 м/сек, 14,0 м — 7,3 м/сек, 22 м — 10,8 м/сек и в лесу 0; 0,9; 1,6; 2,8; 4,2; 6,9 м/сек соответственно.

Если скорость ветра на вырубке принять за 100, то под пологом леса она будет меньше, чем на вырубке: на высоте 22 м — 25%, 14 м — 40%, 8 м — 50%, 3 м — 55%, 0,1 м — 100%.

Как видно из таблицы, наименьшая скорость ветра наблюдается у поверхности почвы. В некоторых случаях она под пологом леса в 3—4 раза меньше, чем на вырубке (в окне). С первой декады июля ветра в лесу почти не было, если не учитывать воздушных потоков, связанных с изменением температуры воздуха под пологом леса и в окне в течение суток. Таким образом, скорость ветра в окне всегда превышает скорость ветра в высокополнотных древостоях. Это можно объяснить в данном случае многоярусностью, сложностью по строению высокополнотностью елово-пихтового фитоценоза. Обзор литературы советских и зарубежных авторов по этому вопросу показывает, что подавляющее большинство исследователей проводили наблюдения за скоростью ветра в лесу (в основном в одновозрастном) и на сплошных вырубках. Нами же, как уже отмечалось выше, изучались скорости ветра в нетронутых высокополнотных, многоярусных елово-пихтовых ценозах, по сравнению со скоростями ветра в окне большого раз-

## Средние декадные скорости ветра в лесу и на вырубке (в окне), м/сек

| Место на-<br>людения | Высота м | Апрель |     |     | Май |     |     | Июнь |     |     | Июль |     |     |
|----------------------|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|
|                      |          | 1      | 2   | 3   | 1   | 2   | 3   | 1    | 2   | 3   | 1    | 2   | 3   |
| Лес                  | 22,0     | 2,2    | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 3,9 | 0,8 | 0,4  | 0,5 | 0,6 | 0,1  | 0,0 | 0,1 |
| Окно                 |          | 4,3    | 0,5 | 0,7 | 4,7 | 6,0 | 4,4 | 0,9  | 1,2 | 1,9 | 0,7  | 0,3 | 0,2 |
| Лес                  | 14,0     | 1,9    | 0,2 | 0,2 | 1,1 | 2,8 | 0,3 | 0,3  | 0,4 | 0,4 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |
| Окно                 |          | 3,9    | 0,5 | 0,5 | 4,0 | 4,6 | 3,6 | 0,5  | 1,1 | 1,5 | 0,2  | 0,2 | 0,1 |
| Лес                  | 8,0      | 1,5    | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 2,0 | 0,2 | 0,1  | 0,3 | 0,1 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |
| Окно                 |          | 3,1    | 0,0 | 0,3 | 3,2 | 3,4 | 2,6 | 0,3  | 0,8 | 0,9 | 0,2  | 0,1 | 0,0 |
| Лес                  | 3,6      | 1,4    | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,9 | 0,0 | 0,0  | 0,2 | 0,1 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |
| Окно                 |          | 2,7    | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 0,0  | 0,6 | 0,8 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |
| Лес                  | 0,1      | 0,0    | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |
| Окно                 |          | 0,2    | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 |

| Место на-<br>блюдения | Высота, м | Август |     |     | Сентябрь |     |     | Октябрь |     |     | Средняя<br>за период |
|-----------------------|-----------|--------|-----|-----|----------|-----|-----|---------|-----|-----|----------------------|
|                       |           | 1      | 2   | 3   | 1        | 2   | 3   | 1       | 2   | 3   |                      |
| Лес                   | 22,0      | 0,2    | 0,1 | 0,2 | 0,1      | 0,4 | 0,0 | 0,2     | 0,1 | 0,3 | 0,5                  |
| Окно                  |           | 0,9    | 0,6 | 0,6 | 0,5      | 1,6 | 0,1 | 0,7     | 0,6 | 0,9 |                      |
| Лес                   | 14,0      | 0,0    | 0,0 | 0,0 | 0,0      | 0,3 | 0,0 | 0,0     | 0,1 | 0,2 | 0,4                  |
| Окно                  |           | 0,3    | 0,5 | 0,0 | 0,3      | 1,1 | 0,1 | 0,3     | 0,4 | 0,6 |                      |
| Лес                   | 8,0       | 0,0    | 0,0 | 0,0 | 0,0      | 0,2 | 0,0 | 0,0     | 0,0 | 0,1 | 0,2                  |
| Окно                  |           | 0,0    | 0,3 | 0,1 | 0,0      | 0,7 | 0,0 | 0,1     | 0,2 | 0,4 |                      |
| Лес                   | 3,0       | 0,0    | 0,0 | 0,0 | 0,0      | 0,1 | 0,0 | 0,0     | 0,0 | 0,0 | 0,1                  |
| Окно                  |           | 0,0    | 0,2 | 0,1 | 0,0      | 0,5 | 0,0 | 0,0     | 0,1 | 0,1 |                      |
| Лес                   | 0,1       | 0,0    | 0,0 | 0,0 | 0,0      | 0,0 | 0,0 | 0,0     | 0,0 | 0,0 | 0,0                  |
| Окно                  |           | 0,0    | 0,1 | 0,0 | 0,0      | 0,3 | 0,0 | 0,0     | 0,0 | 0,1 |                      |

мера. Большой интерес представляет изучение данного вопроса в ок-  
нах средних и малых размеров, что является целью наших дальней-  
ших исследований.

Тбилисский институт леса

(Поступило 17.4.1975)

გეგმვა

თ. ჯაფარიძე

ნაძვეარ-სოფნარი ტყის გაწვინა ქარის სისწრაფეში

რეზიუმე

ქარის სისწრაფის შესწავლამ მიწის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე  
5,8 სისწრაფის ნაირსხეულის ნაძვეარ-სოფნარ კორომში და 35 მ დიამეტრის ფან-  
ჯრებში გვიჩვენა, რომ ქარის სისწრაფე ფანჯრებში 3—4-ჯერ მეტია, ვიდრე  
მალაღი სისწრაფის კორომში.



T. M. JAPARIDZE

THE INFLUENCE OF SPRUCE-FIR FOREST  
ON THE WIND VELOCITY

Summary

A study of wind velocity at different heights of land in 0.8-thick spruce fir forest and in 35 m. diameter glade showed that wind velocity in the glades is 3-4 times higher than in highly thick forest.





ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. В. ЖГЕНТИ

ДИНАМИКА ФОТОСИНТЕЗА И ДЫХАНИЯ НЕКОТОРЫХ  
 ЗИМНЕВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 23.5.1975)

Изучение ассимиляционной способности зимневегетирующих растений является особо важным, так как накопление биомассы этими растениями в зимних условиях имеет определенное хозяйственное значение.

Целью нашего исследования явилось изучение фотосинтетической активности и дыхания зимневегетирующих растений в связи с фазами роста и развития. Наблюдения проводились в осенне-зимний период (ноябрь, декабрь, январь, февраль), а также в период прохождения растениями фаз генеративного развития (цветение, плодоношение). Опытными объектами служили следующие многолетние кормовые травы, произрастающие в окрестностях Тбилиси: райграс пастбищный, райграс высокий, овсяница луговая, овсяница бороздчатая.

Фотосинтез растений определялся методом радиоактивного углерода [1], интенсивность дыхания — манометрическим методом на аппарате Варбурга [2].

Согласно полученным данным (см. таблицу), интенсивность фотосинтеза зимневегетирующих растений в зимних условиях поддерживается на довольно высоком уровне. Максимальная фотосинтетическая

Интенсивность фотосинтеза в  $\text{имп/мин} \cdot 10^{-3}/\text{г}$  сухого веса в фазе вегетации

| Объекты              | Ноябрь     |                                  |                 | Декабрь    |                                  |                 | Январь     |                                  |                 | Февраль    |                                  |                 |
|----------------------|------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|
|                      | Фотосинтез | Освещение, 10 <sup>-3</sup> люкс | Температура, °С | Фотосинтез | Освещение, 10 <sup>-3</sup> люкс | Температура, °С | Фотосинтез | Освещение, 10 <sup>-3</sup> люкс | Температура, °С | Фотосинтез | Освещение, 10 <sup>-3</sup> люкс | Температура, °С |
| Райграс пастбищный   | 150 ± 1    | 40                               | 16              | 95 ± 2     | 25                               | 12              | 43 ± 1     | 15                               | 8               | 120 ± 2    | 30                               | 14              |
| Райграс высокий      | 130 ± 2    | 40                               | 16              | 80 ± 3     | 25                               | 10              | 70 ± 1     | 15                               | 8               | 90 ± 1     | 30                               | 14              |
| Овсяница луговая     | 120 ± 2    | 40                               | 16              | 90 ± 1     | 25                               | 10              | 85 ± 3     | 15                               | 8               | 130 ± 3    | 30                               | 14              |
| Овсяница бороздчатая | 100 ± 2    | 40                               | 16              | 82 ± 2     | 25                               | 10              | 66 ± 2     | 15                               | 8               | 95 ± 2     | 30                               | 14              |

активность растений зарегистрирована в ноябре, когда после летнего покоя исследуемые объекты активно произрастают и развивают биомассу. В этот период наиболее высокая интенсивность потенциального фотосинтеза наблюдается у райграса пастбищного. В январе ассимиляционная способность растений несколько понижена, что вызвано снижением активности метеорологических факторов. С повышением

температуры воздуха и почвы в феврале наблюдается некоторое увеличение фотосинтеза растений, хотя и менее интенсивнее, чем в ноябре. Весной, в фазах раннего генеративного развития (начало цветения) ассимиляционная способность зимневегетирующих растений резко повышается, что следует объяснить активизацией интенсивности ростовых процессов, а также факторов внешних условий в этот период. В фазе плодоношения наблюдается значительное снижение фотосинтетической фиксации  $CO_2$ , что вызвано завершением годовичного цикла роста и развития исследуемых объектов и переходом их в фазу глубокого летнего покоя.

Сопоставляя полученные данные по фазам роста и развития, следует отметить, что, несмотря на сравнительно неблагоприятные зимние условия (фаза вегетации), исследуемые растения не теряют фотосинтетической активности, более того, они характеризуются довольно высоким уровнем ассимиляционной способности, что определяет ее существенную роль в зимнем росте и развитии зимневегетирующих растений.

Наряду с ассимиляционной способностью растений, окислительно-восстановительные процессы являются одним из основных элементов обмена веществ, среди которых интенсивность дыхания занимает особо важное место.

Изучение интенсивности дыхания в фазе вегетации показало, что максимальной величиной дыхания характеризуются объекты, завершившие летний покой и активно произрастающие осенью. В зимние месяцы наблюдается заметное снижение дыхания. Данный показатель достигает минимальной величины в январе. Принимая ноябрьские показатели интенсивности дыхания райграса за 100%, в декабре она падает на 33%, а в январе — на 40%. Наиболее низкой интенсивностью дыхания в этот период характеризуется овсяница бороздчатая.

Следует отметить, что пониженное дыхание овсяницы бороздчатой может явиться показателем высокой устойчивости этого злака к относительно неблагоприятным климатическим условиям зимы.

В фазе цветения наблюдается значительное повышение интенсивности дыхания, что вызвано активацией ростовых и формообразовательных процессов, а также внешних условий.

В заключение следует отметить, что изучаемые объекты в зимних условиях характеризуются довольно высоким уровнем как фотосинтетической фиксации  $CO_2$ , так и интенсивностью дыхания, хотя эти процессы протекают менее интенсивно, чем в весенне-летний период.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило 23.5.1975)

საქართველოს ფიზიოლოგია

ბ. ჯგენგი

ზამთრის პერიოდის მდგომარეობის მდგომარეობის მდგომარეობის მდგომარეობის  
და სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა თბილისის მიდამოების ზამთრის ვეგეტაციის მქონე მცენარეთა ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის ინტენსივობა ზრდა-განვითარების ფაზებთან დაკავშირებით. დადაგინეთ, რომ საცდელი ობიექტები ზამთრის

შედარებით არახელსაყრელი პირობების მიუხედავად ხასიათდებიან ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის საკმაოდ მაღალი ინტენსივობით. განვითარების გენერაციულ ფაზაში აღინიშნება ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის ინტენსივობის მნიშვნელოვანი მატება, რაც აიხსნება ფორმაწარმოქმნელი პროცესების აქტიურობის ზრდით.

PLANT PHYSIOLOGY

G. V. ZHENTI

THE DYNAMICS OF PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION OF SOME WINTER VEGETATIVE PLANTS

Summary

The intensity of photosynthesis and respiration of some winter vegetative cereal plants in the vicinity of Tbilisi was investigated; *Festuca pratensis* Huds, *Festuca sulcata* Hack, *Arrhenatherum elatius* (L) M et K, *Lolium perenne* L.

The investigation was carried out in the phase of vegetative growth and generative development (blossoming, onset of fruit bearing). The plants under investigation were found to be characterized by a fairly high level of assimilation capacity as well as by intense respiration in spite of comparatively unfavourable winter conditions. However, these processes are less intensive than in spring and summer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Заленский, О. А. Семихатова, В. Л. Вознесенский. Методы применения радиоактивного углерода для изучения фотосинтеза. М., 1955.
2. В. Л. Вознесенский, О. В. Заленский, О. А. Семихатова. Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений. М., 1965.



## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

С. П. НАРИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), М. С. НАРИКАШВИЛИ

### ОТНОШЕНИЕ СПОНТАННОЙ ВСПЫШКИ «ВЕРЕТЕНА» К РИТМИЧЕСКОМУ РАЗРЯДУ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ, ВЫЗВАННОГО КОРКОВЫМ РАЗДРАЖЕНИЕМ

В работах [1, 2] было показано, что так называемый ритмический разряд последействия (РРП), возникающий в сенсорной области коры больших полушарий головного мозга в ответ на периферические или центральные раздражения, представляет собой спровоцированную стимулом вспышку «веретена». Наряду с другими опытами, проводимыми с целью установления правильности такого заключения, было использовано и отношение РРП, возникающего на периферическое раздражение, к спонтанной вспышке «веретена» [1, 3]. Если периферическое раздражение производилось в то время, когда протекала хорошо выраженная спонтанная вспышка «веретена» или к концу его, то ни при каких условиях раздражения РРП не возникал. Единый механизм, лежащий в основе обоих явлений, вслед за его первым (спонтанным) пуском в течение известного времени оказывался как бы рефракторным.

В связи с изучением особенностей возникновения (и происхождения) РРП при электрическом раздражении коры нами был использован этот метод сочетания спонтанной вспышки (как кондиционирующей реакции) с последующим РРП. Опыты проводились на ненаркотизированных обездвигенных тубокурарином и новокаианизированных кошках, которым несколько раз через каждые 15—20 минут интравенозно вводилось незначительное количество нембутала (2 мг/кг) для создания благоприятных условий возникновения спонтанных вспышек «веретена». Регистрация потенциалов производилась монополярно от поверхности коры мозга. Раздражение производилось прямоугольными импульсами (0,2—0,4 мсек) через биполярные хлорированные электроды.

На рис. 1 и 2 приведено несколько случаев сочетания РРП, вызванного электрическим раздражением слуховой коры, со спонтанной вспышкой. В одном случае (рис. 1,А) одиночное электрическое раздражение слуховой коры (передняя часть средней эктосильвиевой извилины) производится через значительное время после возникновения спонтанной вспышки «веретена». В ответ на раздражение коры в ней возникает хорошо выраженный (характерный) РРП, состоящий из нескольких волн такой же частоты, как и во время спонтанной вспышки. В другом случае (рис. 1,Б) интервал между затуханием предшествующей спонтанной вспышки и дачей раздражения коры меньше, но здесь также возникает РРП. На рис. 2,А спонтанная вспышка только начинается (волны ее еще малой амплитуды, «веретено» не успело «разыгаться»), РРП от одиночного удара по слуховой коре как бы наслаивается (добавляется к началу слабого спонтанного «веретена»). На рис. 2,Б раздражение слуховой коры производится в течение (может



быть, к концу) «разыгравшейся» вспышки спонтанного «веретена» РРП не возникает — предыдущая спонтанная вспышка «веретена» заблокировала его. Обращает на себя внимание тот факт, что все это происходит в пределах слуховой коры, т. е. раздражаемой области.

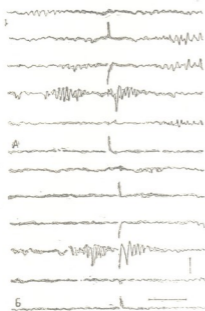


Рис. 1. Обездвиженная тубокуриаринном кошка через 12 минут после интравенозного введения (первый раз) нембутала (2 мг/кг). Сверху вниз регистрируется активность передней крестовидной, передней и задней частей средней супрасильвиевой, средней эктосильвиевой, средней краевой и задней крестовидной извилин. Электрически раздражается (6 в, порог 1,5 в) средняя эктосильвиева извилина — видно по артефактам на разных отведениях.

Калибровка: 0,5 сек и 0,2 мв

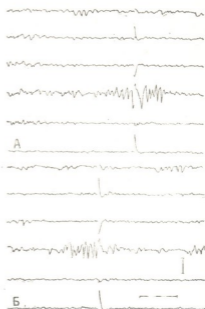


Рис. 2. Продолжение опыта в тех же условиях

Такие случаи наблюдались на многих других препаратах, и все это не оставляет сомнения в том, что РРП, вызванный стимуляцией коры, ведет себя в отношении спонтанной вспышки «веретена» точно так же, как РРП, вызванный периферическим раздражением. Это дает полное основание заключить, что в основе корково-вызванного РРП лежит тот же механизм, что и при возникновении последнего в ответ на любые афферентные (кортикопетальные) раздражения. Иначе говоря, как спонтанная так и вызванная вспышка «веретена» (все равно раздражением коры или других частей анализатора) осуществляется, вероятно, по хорошо известному механизму коллатерального возвратного торможения клеток таламических релейных ядер [4].

К сожалению, наши данные не могут разрешить вопроса (который, несомненно, представляет значительный интерес) о том, активируется ли таламический механизм возвратного торможения при стимуляции коры коллатеральными таламокортикальными аксонами (т. е. антидромно

[4]) или прямыми волокнами кортикоталамических путей [5, 6] ключительное сходство отношения спонтанной вспышки «веретена» с РРП, вызванным раздражением как коры, так и периферии, свидетельствует, видимо, в пользу антидромного возбуждения коллатералей таламокортикальных волокон. Но, если окажется, что в данном случае мы имеем дело с активацией таламического механизма через кортикофугальные волокна, то наши данные, не теряя совершенно своего значения, говорят в пользу того, что кортикофугальная активация таламического механизма ритмической активности ничем не отличается от афферентной (периферической) его активации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 3.7.1975)

აკადემიისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ს. ნარიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. ნარიკაშვილი

სკონტანური „თითისტარის“ გავლენა ძირის გალიზიანებით  
გამოწვეულ რიტმულ შემდგომგამდგამზე

რეზიუმე

ტუბოკურარინით იმობილიზირებულ კატებზე ნემბუტალის მცირე დოზების (2 მგ/კგ) განმეორებითი შეყვანისას შეისწავლებოდა წინარე (მაკონდიციონირებელი) სკონტანური ქერქული „თითისტარის“ გავლენა სმენითი ქერქის მომდევნო გალიზიანებით გამოწვეულ რიტმულ შემდგომგამდგამზე (რშ). ქერქის გალიზიანებით გამოწვეული რშ, ისევე როგორც პერიფერიული გალიზიანებით გამოწვეული, სკონტანურ „თითისტარასა“ და ქერქის გალიზიანებას შორის გარკვეული ინტერვალის დროს მთლიანად ითრგუნებოდა. ეს იმაზე უნდა მეტყველებდეს, რომ რშ-ის გამოწვევის ორივე შემთხვევაში ამოქმედდება თალამური რიტმული აქტივობის ერთი და იგივე მექანიზმი. საკითხი იმის შესახებ, ეს აქტივაცია ორივე შემთხვევაში ხორციელდება თალამოკორტიკალური აქსონების კოლატერალებით, თუ ქერქის გალიზიანებისას — პირდაპირი კორტიკოთალამური ბოჭკოებით — მოითხოვს შემდგომ შესწავლას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

S. P. NARIKASHVILI, M. S. NARIKASHVILI

## INFLUENCE OF SPONTANEOUS SPINDLE BURST ON THE CORTICALLY INDUCED RHYTHMIC AFTERDISCHARGE

Summary

The effect of preceding spontaneous cortical spindle burst on the rhythmic afterdischarge (RA), induced by single stimulation of the auditory cortex, was studied in cats immobilized with d-tubocurarine during repetitive injections of small nembutal doses (2 mg/kg).



Cortically induced RA, like that evoked by peripheral stimulation, at definite intervals between spontaneous spindle burst and cortical stimulation, was entirely blocked.

This makes evident that in both cases one and the same mechanism of thalamic rhythmic activity must be activated. The question of whether this activation is realized in both cases by excitation of thalamocortical axon collaterals or during cortical stimulation—through direct corticothalamic fibres, must be solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Нарикашвили, Д. В. Каджая, А. С. Тимченко. ЖВНД, 22, 1972, 843.
2. С. П. Нарикашвили. Биол. ж. Армении, 25, 1972, 102.
3. А. С. Тимченко, Д. В. Каджая, С. П. Нарикашвили. Сообщения АН СССР, 67, № 2, 1972, 434.
4. P. Andersen, S. A. Andersson. *Physiological Basis of Alpha Rhythm*. Appleton, New York, 1968.
5. M. Steriade, P. Wyzinski, G. Oakson. *Int. Rev. Neurobiol.*, 8, 1971, 211.
6. M. Steriade, P. Wyzinski, V. Apostol. In: *Corticothalamic Projections and Sensorimotor Activities*. Raven Press, New York, 1972.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. С. МЕЛИЯ, М. В. ХВИНГИЯ

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ  
МЫШЦ РУКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 1.3.1975)

Источником вибрации, передаваемой рабочему через руки, являются механизированные инструменты. Эти инструменты, высокоэффективные по техническим показателям, часто не удовлетворяют гигиеническим требованиям и являются опасными в отношении неблагоприятного воздействия вибрации.

Для определения путей совершенствования механизированных инструментов необходимы сведения о реакциях организма на воздействие вибрации разных параметров.

В данном сообщении приводятся результаты исследования «рабочего» процесса, при котором рука, свободно опущенная вдоль туловища, обхватывала динамометр, закрепленный на вибростенде. По сигналу испытуемые максимально сильно сжимали динамометр и через некоторое время производили повторное сжатие силой, равной половине максимальной. Информации о результатах испытуемые не получали. Сжатие динамометра производилось без и на фоне синусоидальной вибрации разной частоты (до 200 гц) и амплитуды (до 1 мм).

Методика эксперимента приведена в [1].

На рис. 1 представлены (сверху вниз соответственно) электромиограммы (ЭМГ) трехглавого разгибателя плеча, ускорение вибростола, ЭМГ двуглавого сгибателя плеча, ЭМГ поверхностного общего сгибателя пальцев и тензограмма деформации пружины динамометра. Как видно на рис. 1, в поверхностном сгибателе пальцев при вибрации динамометра с частотой 10, 20 и 30 гц возникают биотоки, синхронные с частотой вибрации. При сжатии динамометра амплитуда этих токов возрастает. При частоте вибрации выше 50 гц синхронность следования биотоков этой мышцы частоте вибрации нарушается и при вибрации с частотой 140 гц ЭМГ при сокращении мышц не отличается от ЭМГ, зарегистрированной без вибрации (первая кривая сверху).

Под влиянием вибрации пальцы как бы «прилипают» к динамометру, сильно возрастает тоническое напряжение, особенно при вибрации с частотой 20—30 гц. Разряды биопотенциалов в поверхностном сгибателе пальцев при работе с некоторыми видами вибронструментов наблюдали и другие авторы, которые видели в этом проявление собственных рефлексов и предполагали возможность уменьшения опасности повреждения суставов при вибрации таким путем [2, 3].

С целью определения биомеханического эффекта рефлекторных сокращений мышц предплечья в момент вибрации нами были зарегистрированы перемещения плеча (нижняя кривая рис. 2) и предплечья при разном напряжении мышц предплечья (сжатие динамометра, нижняя кривая). На рис. 2 приведены механограммы смещения точек плеча и предплечья на фоне вибрации 30 гц амплитудой 0,8 мм. Ясно вид-





но, что при развитии напряжения мышц предплечья амплитуда перемещений точки плеча резко увеличивается, в то время, как амплитуда смещений предплечья уменьшается. Последнее наблюдается только на фоне вибрации с частотой 20—30 гц и проявляется в разной степени в зависимости от напряжения мышц.

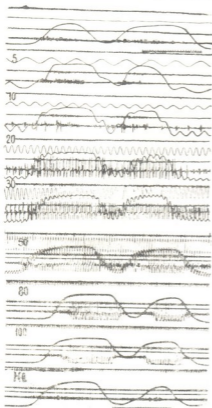


Рис. 1. Цифрами обозначена частота вибрации при постоянной амплитуде колебаний. Масштаб времени 0,5 сек. Максимальное сжатие динамометра 85 кг

торов мышц [7]. Если это явление резонанса, то данный диапазон частот надо особенно тщательно избегать, как это и рекомендуют многие специалисты [8]. Если же усиление является результатом повышения рефлекторной активности под влиянием вибрации определенных частот, то это не только не опасно для организма, но, наоборот, может рассматриваться как проявление защитной реакции [2, 3]. Таким образом, вопрос этот имеет большое практическое значение и ответ на него можно было получить, только изучив особенности распространения механических колебаний разной частоты вдоль руки. Тот факт, что при напряжении мышц предплечья амплитуда перемещений плеча резко увеличивается, в то время как амплитуда перемещений предплечья не меняется или даже уменьшается, говорит о том, что в результате увеличения напряжения мышц

Электрические разряды поверхностного сгибателя пальцев, возникающие под влиянием вибраций, по-видимому, следует рассматривать как проявление собственных рефлексов мышцы. Это заключение сделано на основании данных о том, что вибрация является селективным стимулом для первичных окончаний мышечных веретен [4]. Описаны результаты опытов, в которых вибрация нормальных мышц человека увеличивала электромиографическую активность и напряжение [5, 6].

Если проследить за изменением тензограммы усилий при вибрации частотой 30 гц, приведенной на рис. 1, то обращает на себя внимание резкое увеличение амплитуды колебания усилий в процессе развития напряжения мышц. Это явление резкого (более чем в 3 раза) увеличения амплитуды колебания напряжения мышцы с точки зрения механики можно рассматривать как проявление резонанса. Однако можно полагать, что резкое увеличение амплитуды отдельных сокращений под влиянием вибрации определенных частот есть проявление повышения рефлекторной активности мышц в результате раздражения рецеп-

тов наиболее опасен для рабочего и его амплитуды колебаний напряжения

предплечья происходит такое перераспределение жесткости в системе предплечье-плечо, что вся или большая часть колебательной энергии, воздействующей на кисть руки, передается плечу. Биохимическую целесообразность такого переноса «фокуса» вибрации на плечо легко понять, если учесть особенности строения плечевого сустава, который в силу своей анатомии неуязвим для колебаний направленных вертикально. И действительно, как показали результаты обследования большого количества рабочих, имеющих длительный стаж работы, связанный с воздействием на руки вибрации, травмы этого сустава встречаются очень редко [9].

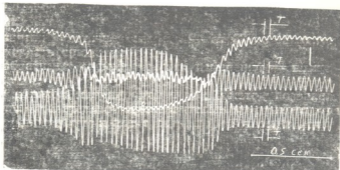


Рис. 2. Масштаб времени 0,5 сек. Амплитуда вибрации 0,8 мм, частота 31 гц. Калибровка перемещения 0,5 см

Таким образом, тело эффективно защищается от разрушительного влияния вибрации как путем демпфирования механических колебаний мягкими тканями или включениями амортизирующей системы конечности-позвоночник [8], так и путем перераспределения напряжения мышц руки.

Однако все еще остается неясным вопрос о том, какова «выносливость на усталость» данной системы защиты от вибрации. Дальнейшие экспериментальные исследования реакций организма на вибрационные воздействия позволят разработать эффективные профилактические мероприятия.

Грузинский государственный  
институт физической культуры

Академия наук Грузинской ССР  
Институт механики машин

(Поступило 18.4.1975)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ბელია, ვ. ხვიციანი

ვიბრაციის გავლენა ხელის კუნთების ელექტრულ აქტივობაზე

რეზიუმე

თავისუფლად ჩამოშვებულ დაძაბულ ხელს მტევნიდან გადაეცემა ვიბრაცია 200 ჰც-მდე სიხშირით და 1 მმ-მდე ამპლიტუდით. ჩაწერილი იყო მხრინა და წინამხრის მექანიკური რხევები და ბიოდენები.

30 ჰც სიხშირის დროს აღვილი აქვს მხრის მაქსიმალურ და წინამხრის მინიმალურ რხევას; აღზნების სიხშირის დროს, 50 ჰც-მდე, წარმოიშობა ბიოდენებიც.

მოყვანილია მოსაზრებები ხელის ცალკეული სუსტი რგოლების შესაძლებელი დამცველი მექანიზმის როგორც ცვალებადი სტრუქტურის მქონე რხევითი სისტემის შესახებ.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. S. MELIA, M. V. KHVINGIA

VIBRATION INFLUENCE ON THE ELECTRIC ACTIVITY OF THE  
MUSCLES OF THE ARM

Summary

Vibration was transmitted through the hand on the freely lowered strained arm with the frequency of up to 200 Hz and amplitude up to 1 mm. Mechanical oscillations and the biological currents of the shoulder and the forearm were recorded. Maximum oscillations of the shoulder and minimum vibrations of the forearm were seen at the forced frequency of 30 Hz; biological currents appeared synchronously with the forcing up to 50 Hz.

Views are advanced on the possible defence mechanism of separate weak links of the arm as an oscillating system with variable structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Мелия, Л. Л. Панджикидзе, Т. Г. Татишвили, М. В. Хвингия, А. М. Багдоева. Сб. «Влияние вибрации на организм человека и проблемы виброзащиты». М., 1974.
2. Th. Hettinger, H. Scheffler. *Arbeitsphysiologie*, 17, 1958.
3. H. Vennwald. *Arbeitsphysiologie*, 11, 4, 1941.
4. R. Bianconi, J. P. Van der Meulen. *J. Neurophysiol.*, 26.
5. C. D. Marsden, J. C. Meadows, H. J. F. Hodgson. *Brain*, 92, 1969.
6. М. Ф. Стома. Анализ физиологического механизма воздействия вибрации на нервно-мышечную систему. Автореферат, М., 1969.
7. P. V. C. Matthews. *J. Physiol.*, 184, 1966.
8. Гунтер Леман. Практическая физиология труда. М., 1972.
9. А. В. Гринберг. Вестник рентгенологии и радиологии, 6, 1962.



Т. Я. ДЖАРИАШВИЛИ

**МАТЕРИАЛЫ, ВЫЯСНЯЮЩИЕ СПЕЦИФИКУ ДЕЙСТВИЯ  
 БИОГЕННЫХ АМИНОВ НА АКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ  
 АТРаз**

(Представлено академиком П. А. Кометвиани 29.4.1975)

Ранее было показано, что ацетилхолин (АХ), 5-гидрокситриптамиин (5-ГТ), норэпинефрин (НЭ),  $\gamma$ -аминомасляная кислота (ГАМК) и гистамин (гист.) влияют на Na, K-АТРазную активность возбудимых мембран [1—6].

Существует мнение, что реализация действия биогенных аминов происходит путем активирования фермента циклазы, в результате чего имеет место увеличение продукции циклической АМР (цикл. АМР). Это соединение играет роль посредника между действием биогенных аминов и ответной реакцией мишени. Установлено, что цикл. АМР осуществляет свой эффект по двум направлениям: регуляцией работы кальциевых насосов и активированием фосфокиназных реакций [7, 8].

В связи с вышеупомянутым перед нами была поставлена задача выяснить участие, с одной стороны, цикл. АМР и, с другой, ионов кальция в эффекте биогенных аминов на активность транспортных АТРаз.

Объектом исследования служили фракции, полученные из коры головного мозга белых крыс: фракция синаптических мембран (СМ), получаемая в градиенте сахарозы 1,1—0,9, после осмотического шока [5] и фракция микросом, способные активно накапливать ионы  $Ca^{++}$ . Активность Na, K-АТРазы определялась как оубаин-чувствительная часть суммарной АТРазы, оубаин-нечувствительная часть принималась за Mg-АТРазную активность. Во всех опытах производилась преинкубация ферментного препарата (20 мин, 37°, pH 7,6—7,8) в следующей среде: 125 мМ NaCl, 20 мМ KCl, 2,5 мМ Mg Cl<sub>2</sub>, 30 мМ трис-HCl. Инкубация (37°C) начиналась добавлением АТФ (2,5 мМ) и останавливалась трихлоруксусной кислотой (конечная концентрация 4%). Белок и неорганический фосфат определялись по ранее описанной методике [5].

Ранее нами было показано, что цикл. АМР (при концентрации выше 0,5 мМ) в препарате синапсом незначительно уменьшает Na, K-АТРазную активность, тогда как при более низких концентрациях эффекта не обнаруживается [5]. Было сделано заключение, что этот эффект цикл. АМР является неспецифическим и не имеющим функционального значения. С другой стороны, ионы Ca являются ингибиторами Na, K-АТРазы. Следовательно, если допустить, что для произ-

ления действия цикл. АМР необходимы ионы  $\text{Ca}^{++}$ , не исключается возможность того, что при одновременном действии  $\text{Ca}^{++}$  и цикл. АМР тормозящий эффект будет углубляться. Исходя из этих соображений был изучен эффект ионов  $\text{Ca}^{++}$  на  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность в зависимости от присутствия цикл.АМР. Выяснилось, что 0,1 мМ цикл. АМР статистически достоверно не изменяет  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность и также не влияет на тормозящий эффект ионов  $\text{Ca}^{++}$ . Отсюда можно заключить, что  $\text{Ca}^{++}$  и цикл.АМР — независимо действующие системы в отношении  $\text{Na, K-ATP}$ азной активности.

По-видимому, цикл-АМР также не участвует в эффектах биогенных аминов на  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность. В этом можно убедиться из анализа данных табл. 1, где показано, что в присутствии 0,1 мМ

Таблица 1

Влияние цикл. АМР на эффект биогенных аминов на  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность

| Добавляемое вещество | Na, K-ATPазная активность, % |                   | Достоверность различия |
|----------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|
|                      | —                            | +0,1 мМ цикл. АМР |                        |
| Контроль             | 100±2,5                      | 100±2,5           |                        |
| 5-ГТ 2 мМ            | 74±2,5                       | 75±2,0            | $P > 0,1$              |
| АХ 4 мМ              | 82±1,8                       | 83±2,7            | $P > 0,1$              |
| НЭ 1 мМ              | 70±1,7                       | 61±2,7            | $P > 0,05$             |
| ГАМК 1 мМ            | 82±2,7                       | 85±2,7            | $P > 0,1$              |

цикл.АМР тормозящий эффект 2 мМ 5-ГТ, 4 мМ АХ, 1 мМ НЭ и 1 мМ ГАМК на  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность не изменяется. Эти выводы не исключают той возможности, что цикл. АМР участвует в процессе высвобождения, иммобилизации биогенных аминов или их действия на рецепторы, т. е. на механизмы пассивной проницаемости. Однако отсутствие эффекта цикл.АМР на механизм активного транспорта нужно считать доказанным.

Одновременно с изучением действия биогенных аминов на  $\text{Na, K-ATP}$ азную активность было решено проверить их эффект на другую транспортную систему катионов. Известно, что в микросомальных везикулах происходит активное накопление ионов кальция [9],  $\text{Ca}^{++}$ -АТФазой осуществляется использование химической энергии для неравномерного распределения  $\text{Ca}^{++}$ . Поэтому было интересно выяснить действие вышеупомянутых биогенных аминов, которые влияют на  $\text{Na, K-ATP}$ азу, на  $\text{Ca}^{++}$ -транспортную систему. Концентрации биогенных аминов были выбраны исходя из их эффекта на  $\text{Na, K-ATP}$ азную систему. Как видно из табл. 2, в присутствии АХ, 5-ГТ, ГАМК в преникубационной среде не изменяется активность  $\text{Ca}^{++}$ -АТФазы. Гистамин в концентрации выше 2,5 мМ слабо ингибирует, а НЭ при концентрации 0,5—5 мМ незначительно активирует АТФазу. На  $\text{Ca}^{++}$ -АТФазу микросом не влияет и цикл АМР.



Таблица 2

Влияние АХ, 5-ГТ, гист., ГАМК и цикл. АМР на Са-АТРазную активность микросом

| Добавляемое вещество | Са-АТРазная активность, % | Достоверность различия |
|----------------------|---------------------------|------------------------|
| —                    | 100±1,0                   |                        |
| АХ 0,5 мМ            | 100±1,0                   | P>0,1                  |
| АХ 2,0 мМ            | 99±1,0                    | P>0,1                  |
| АХ 6,0 мМ            | 99±0,9                    | P>0,1                  |
| —                    | 100±1,6                   |                        |
| 5-ГТ 0,25 мМ         | 102±1,7                   | P>0,1                  |
| 5-ГТ 2,0 мМ          | 100±1,7                   | P>0,1                  |
| 5-ГТ 5,0 мМ          | 100±1,7                   | P>0,1                  |
| —                    | 100±1,2                   |                        |
| НЭ 0,25 мМ           | 101±0,5                   | P>0,1                  |
| НЭ 2,0 мМ            | 110±1,0                   | P<0,001                |
| НЭ 5,0 мМ            | 117±0,5                   | P<0,001                |
| —                    | 100±1,4                   |                        |
| Гист. 0,5 мМ         | 100±1,4                   |                        |
| Гист. 2,5 мМ         | 97±1,7                    | P>0,1                  |
| Гист. 5,0 мМ         | 92±1,7                    | 0,002>P>0,01           |
| —                    | 100±1,4                   |                        |
| ГАМК 0,5 мМ          | 101±1,6                   | P>0,1                  |
| ГАМК 1,0 мМ          | 101±1,6                   | P>0,1                  |
| ГАМК 5,0 мМ          | 104±1,6                   | P>0,1                  |
| —                    | 100±1,2                   |                        |
| Цикл. АМР 0,025 мМ   | 99±1,7                    | P>0,1                  |
| Цикл. АМР 0,25 мМ    | 99±1,7                    | P>0,1                  |
| Цикл. АМР 1,0 мМ     | 94±1,9                    | P>0,1                  |

Следовательно, полученные данные говорят о том, что цикл. АМР непосредственно не действует на транспортные АТРазы (Na, К-АТРаза и Са-АТРаза) возбудимых мембран и не участвует в эффектах биогенных аминов на Na,К-АТРазу. Эффект биогенных аминов на Na,К-АТРазу нужно считать специфическим, он не опосредуется цикл.АМР. В отличие от Na,К-АТРаза, Са-АТРаза к биогенным аминам не чувствительна.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 16.5.1975)

ბიოქიმიის

თ. ჯარიაშვილი

მასალაზე, რომელზეც იკვლევან ბიოგენური ამინების მოქმედების სპეციფიკას ტრანსპორტული ატფაზების აქტივობაზე

რეზიუმე

ციკლ. ამფ, აცეტილქოლინი, ნორეპინეფრინი, 5-ოქსიტრიფტამინი, ჰისტამინი, γ-ამინოთერბოსმეავა არ მოქმედებენ ნერვული ქსოვილის მიკროსომულ-

ლი ფრაქციის Ca-ატმზაზურ აქტივობაზე. 0,1 mM ციკლ. ამზ სარწმუნოდ არ ცვლის ბიოგენური ამინებისა და Ca<sup>++</sup>-ის შემაკავებელ მოქმედებას სინაფსური მემბრანების Na, K-ატმზაზურ აქტივობაზე.

BIOCHEMISTRY

T. Ya. JARIASHVILI

MATERIALS ELUCIDATING THE SPECIFICITY OF THE ACTION  
OF BIOGENIC AMINES ON THE ACTIVITY OF TRANSPORT  
ATPases

Summary

Cyclic AMP, acetylcholine, norepinephrine, 5-oxytryptamine, histamine,  $\gamma$ -aminobutyric acid do not affect the Ca-ATPase activity of the microsomal fraction of the nervous tissue;

0.1 mM of cyclic AMP does not change the inhibiting action of biogenic amines and of Ca<sup>++</sup> on the Na, K-ATPase activity of synaptic membranes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. П. Коветиани, А. А. Каландаришвили. Биофизика, 14, 1969, 213—218.
2. Г. Ш. Логуа, З. П. Коветиани. Сообщения АН ГССР, 57, № 3, 1970.
3. З. П. Коветиани. Сб. «Вопросы биохимии нервной и мышечной систем». Тбилиси, 1972, 57—67.
4. Р. Н. Глебов, Н. М. Дмитриева. Биохимия, 39, 1974, 822—827.
5. З. П. Коветиани, Т. Я. Джариашвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., 1, № 2, 1975, 190—196.
6. К. Yoshimura. J. Biochem., 74, 1973, 381—391.
7. П. А. Коветиани. О механизме действия циклической аденозинмонофосфорной кислоты. Тбилиси, 1974.
8. H. Rasmussen. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 59, 1968, 1364—1370.
9. D. Yoseph Robinson, W. David Lust. Arch. Biochem. Biophys., 125, 1968, 286—294.



ФИТОПАТОЛОГИЯ

И. В. ХУДЯКОВ, Л. Л. КОРОЛИ, А. В. ПОПКОВ, Р. Г. МАТЕШВИЛИ,  
 В. А. КУЗЬМИН, Г. С. КАЛИЧАВА

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ГИБЕЛИ  
 o-ГИДРОКСИФЕНОКСИЛЬНОГО РАДИКАЛА В ПРИСУТСТВИИ  
 ИОНОВ МЕДИ

(Представлено академиком Л. А. Каличавели 10.4.1975)

Исследование детального механизма сложных биохимических процессов, протекающих в листьях растений, является важной задачей фитопатологии. Фенольные и хиноидные соединения (в частности, пирокатехин) содержатся в листьях растений и играют важную роль в развитии, иммунитете, хладостойкости, устойчивости к вредным излучениям, дыхании, фотодыхании, окислительном фосфорилировании, т. е. почти во всех жизненных процессах, протекающих в растениях [1—3]. Однако мало что известно о конкретных механизмах участия фенольных и хиноидных веществ в указанных процессах в растениях. Установлено, что многие фенольные и хиноидные вещества обладают свойствами обратимого окисления, протекающего с образованием соответствующих феноксильных или семихиноновых радикалов как промежуточных продуктов [2]. Окисление фенольных и хиноидных соединений может происходить в листьях под воздействием ферментов или солнечной радиации (прямые или сенсibilизированное пигментом листа фотоокисление). Семихиноновые радикалы образуются также в процессах темнового или иницированного светом восстановления природных хинонов [1].

Ионы различных металлов являются неотъемлемым компонентом всех биологических систем. Кроме того, металлы переменной валентности играют роль в устойчивости и патологии растений [4]. Большой интерес представляет исследование влияния ионов металлов, в том числе меди, на перенос электрона, происходящий с образованием семихиноновых радикалов, в электронно-транспортной цепи листа.

Методом импульсного фотолиза нами исследовалось взаимодействие o-гидроксифеноксильного (o-бензосемихинонового) радикала с ионами  $\text{Cu}^{2+}$ . Установка импульсного фотолиза описана в работе [5]. Импульсное фотовозбуждение водно-пропанольного (соотношение 9:1 по объему) раствора пирокатехина  $\text{QH}_2 \cdot (1 \cdot 10^{-3} \text{ мол/л, pH } 2)$  через фильтр УФС-2 приводит к появлению поглощения  $\lambda_{\text{max}} = 350 \text{ нм}$ , обусловленного образованием o-гидроксифеноксильного радикала  $\text{OH} \cdot$  по реакции [6]



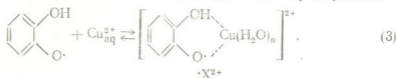
Кинетика гибели радикала  $\text{QH} \cdot$  подчиняется закону второго порядка:





Выход радикала  $QH\cdot$  и кинетика гибели практически не изменяются при возбуждении  $QH_2$  в интервале pH 1—7, следовательно,  $pK_{QH\cdot} > 7$  и в растительных тканях образуется незаряженный радикал  $QH\cdot$ . Коэффициент экстинкции  $QH\cdot$  ( $\epsilon_{380} = 4,9 \cdot 10^2$  моль/л см) определялся по методике, использовавшейся ранее, в опытах по сенсibilизированному 2,6-дисульфотрахинином фотоокислению  $QH_2$  [7]:  $K_2 = 3,9 \cdot 10^8$  л/моль·сек при ионной силе раствора  $\mu = 0$ .

Введение ионов меди в раствор пирокатехина (pH 2) не приводит к образованию комплексов между  $QH_2$  и  $Cu^{2+}$ , что следует из проведенных спектрофотометрических исследований. При импульсном фотовозбуждении раствора  $QH_2$  ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л) в присутствии  $CuCl_2$  ( $2 \cdot 10^{-2}$  М) исчезает полоса поглощения, характерная для  $QH\cdot$ , и одновременно появляется спектр поглощения другого промежуточного продукта, обладающего существенно большим временем жизни. Это изменение вызвано образованием комплекса  $QH\cdot$  с  $Cu^{2+}$  аq по реакции



Комплексообразование между феноксильными, семихиноновыми радикалами и соединениями переходных металлов наблюдалось ранее в работах [5, 8, 9].

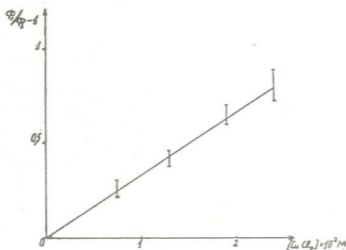


Рис. 1. Зависимость Штерна—Фольмера для тушения флуоресценции  $QH_2$  ионами  $Cu^{2+}$ , полученная при фотовозбуждении ( $\lambda_{ex} = 282$  нм) водно-пропанольного раствора (pH 2)  $QH_2$  ( $1 \cdot 10^{-3}$  М), комнатная температура

Было исследовано тушение флуоресценции  $QH_2$  ( $\lambda_{max}^{fl} = 325$  нм) ионами  $Cu^{2+}$  при помощи спектрофлуориметра «Amipco-Bowman»

(рис. 1). Как видно из рисунка, введение ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в исследуемый раствор приводит к уменьшению стационарной концентрации синглетно-возбужденных молекул  $\text{QH}_2$  и, следовательно, к уменьшению выхода радикала  $\text{QH}\cdot$ . При исследовании спектрально-кинетических характеристик радикала  $\text{QH}\cdot$  в присутствии  $\text{Cu}^{2+}$  энергия вспышки импульсных ламп изменялась так, чтобы каждый раз получалась одна и та же начальная концентрация радикалов  $\text{QH}\cdot$ , обозначенная  $[\text{QH}\cdot]_0$ .

Таким образом, в растворе в присутствии  $\text{CuCl}_2$  ( $2 \cdot 10^{-2}$  моль/л) все радикалы за время вспышки превращаются в комплексы  $\cdot\text{X}^{2+}$  и  $[\text{QH}\cdot]_0 = [\cdot\text{X}^{2+}]_0$ , что позволяет получить коэффициент экстинкции  $\cdot\text{X}^{2+}$ ,  $\epsilon_{380} = 4,1 \cdot 10^2$  л/моль·см. При более низких концентрациях  $\text{CuCl}_2$  можно наблюдать кинетику гибели промежуточных соединений, состоящую из двух компонент (быстрой и медленной) (рис. 2). Быстрой компоненте соответствует гибель  $[\text{QH}\cdot]$  по реакции



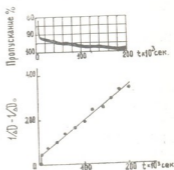
а медленной компоненте — гибель комплексов по реакции



$K_4 = 5 \cdot 10^6 \text{ M}^{-1} \text{ сек}^{-1}$ ,  $K_5 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ M}^{-1} \text{ сек}^{-1}$  при  $\mu = 0$ .

Исследование зависимости  $K_5$  от концентрации добавленной соли (солевой эффект) показало, что комплексы, действительно, имеют заряд +2 и их образование протекает согласно реакции (4).

Рис. 2. Осциллограмма спектральных изменений при  $\lambda = 380$  нм, обусловленных гибелью радикалов  $\text{QH}\cdot$  и комплексов  $\text{X}^{2+}$ , и соответствующие линейные анаморфозы при импульсном фотовозбуждении водно-пропанольного раствора  $\text{QH}_2$  ( $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л),  $\text{CuCl}_2$  ( $1,4 \cdot 10^{-2}$  моль/л), комнатная температура



Константа гибели комплексов  $\text{X}^{2+}$  имеет на два порядка меньшее значение, чем константа гибели радикалов  $\text{QH}\cdot$ . Увеличение стабильности  $\text{X}^{2+}$  вызвано кулоновским отталкиванием, появлением стерических препятствий при реакции гибели  $\text{X}^{2+}$ , а также дополнительной делокализацией неспаренного электрона по электронной оболочке меди [8].

Известен ряд ферментов окислительного действия, содержащих медь, субстратами для которых являются пирокатехины. Некоторые медьсодержащие белки могут окислять пирокатехин и при определенных условиях стабилизировать семихиноны [11]. По полученным в проведенной работе данным, стабилизация семихинонового радикала объясняется, по-видимому, образованием комплекса с ионом  $\text{Cu}^{2+}$ .

Определенные методы анализа (атомная адсорбционная спектроскопия и др.) позволяют с высокой степенью точности вычислять содержание микроэлементов в растительных тканях. Это дает возможность изучать зависимость степени патологии от количества ионов ме-

таллов в тканях больного растения. Содержание ионов металлов, например меди, может изменяться за счет процессов, протекающих в растениях, или при опрыскивании (например, медным купоросом). Как показывают данные, полученные в настоящей работе и в [8], увеличенные содержания ионов меди в листе приводит к увеличению стационарной концентрации некоторых семихиноновых радикалов в электронно-транспортной цепи листа.

Академия наук СССР  
 Институт химической физики

Институт защиты растений  
 МСХ ГССР

(Поступило 15.5.1975)

ფიტოპათოლოგია

ი. ხუდიაკოვი, ლ. კოროლი, ა. პოპკოვი, რ. მათეშვილი, ვ. კუზმინი, გ. კალიჩავა  
 o-ჰიდროქსიფენოქსილის რადიკალის გაქრობის კინეტიკის  
 შესწავლა სკილენდის იონების თანყოფინისა

რეზიუმე

ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით დადგენილია, რომ ფოთოლში  $\text{Cu}^{2+}$  იონების შემცველობის ზრდა იწვევს ზოგიერთი სემიქინონური რადიკალის სტაციონარული კონცენტრაციის ზრდას ელექტრონულ-ტრანსპორტულ ჯაჭვში. დაადასტურდა მცენარის ჰათოლოგიის ხარისხი დამოკიდებულია მეტალების იონების რაოდენობრივ შემცველობაზე.

PHYTOPATHOLOGY

I. V. KHUDYAKOV, L. L. KOROLLI, A. V. POPKOV, R. G. MATESHVILI,  
 V. A. KUZMIN, G. S. KALICHAVA

DECAY KINETICS OF o-HYDROXYPHENOXYL RADICALS IN  
 THE PRESENCE OF CUPRIC IONS

Summary

Flash photolysis of catechol leads to the formation of neutral o-hydroxyphenoxyl radicals (pH 1–7). Complex formation between o-hydroxyphenoxyl radical and  $\text{Cu}^{2+}$  was observed under flash photolysis of catechol and  $\text{CuCl}_2$  solution. The present paper considers the role of such complexes in electron transfer processes in leaves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ленинджер. Биохимия. М., 1974.
2. П. А. Колесников. Сб.: «Фенольные соединения и их биологические функции». М., 1968.
3. И. М. Крукшанк, Д. Р. Перрин. Сб.: «Биохимия фенольных соединений». М., 1968.
4. Г. С. Каличава. О роли металлов переменной валентности и перекисных соединений в устойчивости и патологии растений. М., 1972.
5. В. А. Кузьмин, И. В. Худяков, Н. М. Эмануэль. ДАН СССР, 206, 1972, 1154.
6. H. I. Ioshek, L. I. Grossweiner. JACS 88, 1966, 3261.
7. И. В. Худяков, В. А. Кузьмин. Химия высоких энергий, 7, 1973, 331.
8. И. В. Худяков, А. М. Матугги, В. А. Кузьмин, Н. М. Эмануэль. ДАН СССР, 215, 1974, 388.
9. И. В. Худяков, В. А. Кузьмин. Химия высоких энергий, 8, 1974, 171.
10. Г. С. Каличава, Р. Г. Матешвили, Л. Л. Короли, Б. М. Лаптев. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974, 171.
11. R. W. Miller, U. Rapp. J. Biol. Chem., 248, 1973, 6084.



Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР), Д. А. ШОНИЯ,  
М. Д. КВИНИКАДЗЕ, И. П. ВЕРБА

## О ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА ПЛК В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

В борьбе с большим еловым лубоедом в лесах Грузии с 1969 г. широко применяется препарат ПЛК, который в качестве токсического начала содержит  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана [1, 2].

Препарат применяется в виде 30%-ной водной эмульсии путем опрыскивания стволов деревьев, заселенных вредителем. ПЛК оказался эффективным, он хорошо проникает в кору дерева и уничтожает вредителя во всех стадиях его развития. Препарат широко используется также против сосновой стволовой огневки.

Очевидно, со временем вследствие испарения гексахлорана с поверхности дерева и уменьшения его содержания в коре ниже летальной концентрации токсическое действие препарата будет уменьшаться и на деревьях могут развиваться новые поселения вредителя.

Продолжительность сохранения летальной концентрации гексахлорана — токсического начала препарата в коре обработанных деревьев зависит от ряда факторов: 1) соблюдения нормы расхода препарата как в случае приготовления рабочей эмульсии, так и при обработке деревьев, 2) равномерности обработки стволов деревьев рабочей эмульсией препарата и полноты охвата обработкой заселенных вредителем очагов, 3) климатических и погодных условий и топографического расположения обработанного участка леса — преимущественно от температуры и ветровых условий, 4) обширности территории обработанного препаратом леса и глобальности его обработки.

При благоприятных условиях, т. е. при проведении сплошной обработки большого массива леса и обработке деревьев с захватом максимального количества очагов заселения, с соблюдением оптимальной нормы расхода препарата, продолжительность сохранения токсического начала в коре деревьев будет максимальной, тем более если обработанные участки леса расположены на защищенной от ветров территории — в ущельях и на горных склонах.

Обычно на практике указанные факторы одновременно проявляются очень редко. В большинстве случаев действуют факторы, которые способствуют испарению и уменьшению содержания токсического начала в коре деревьев. Эти факторы проявляют свое действие неодинаково на различных участках и в различное время.

Поэтому по продолжительности сохранения токсичности и появлению новых поселений вредителя различные лесные участки сильно отличаются друг от друга.

С другой стороны, отсутствие новых поселений вредителя не всегда можно приписать наличию в коре деревьев летальной концентрации токсического начала. Оно может быть вызвано также ограниченной подвижностью вредителя, сильно ослабшего за последнее вре-

мя в связи с массовой обработкой больших массивов леса химическим препаратом.

Представляло интерес установление продолжительности сохранения летальной концентрации гексахлорана в коре деревьев после их обработки препаратом ПЛК в средних лесных условиях. Исследование этого вопроса проводилось следующими методами: содержание гексахлорана в коре деревьев, обработанных препаратом в разное время, определялось препаративным методом; токсичность коры деревьев, обработанных препаратом ПЛК в разное время, — биологическим методом.

Химическим препаративным способом исследования проводились следующим образом. В бакурианском, боржомском и ахалдабском лесах в ноябре 1973 г. было отобрано по три образца коры деревьев, обработанных препаратом ПЛК в 1969, 1970, 1971 и 1972 гг., которые хранились герметично в полиэтиленовых мешках. Измельченная воздушно-сухая кора, досушенная в термостате при 80—90° С в продолжение 4 часов, подвергалась двухкратной обработке ацетоном (при подогреве на водяной бане) в круглодонной колбе, снабженной обратным холодильником. После удаления ацетона перегонкой из экстракта была получена густая смолообразная масса красно-коричневого цвета.

Для сравнения была получена также экстрагированная ацетоном смолообразная масса из коры не обработанного препаратом дерева.

Наличие в ацетоновых экстрактах гексахлорана определялось по содержанию в них хлора, характерного для указанного соединения. Элементарным анализом установлено, что, в то время как образцы смолистых веществ, полученных из коры обработанных препаратом деревьев, показывают содержание хлора, смолистое вещество, полученное из коры необработанного дерева, не обнаруживает даже следов хлора.

Таблица 1

Содержание хлора в экстрактах

| Местонахождение<br>опытных деревьев | Год обработки<br>деревьев препаратом | Содержание хлора<br>в экстракте, % |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Абастумани<br>Боржом                | Контрольные                          | 0                                  |
|                                     | 1969                                 | 0,14                               |
|                                     | 1970                                 | 0,47                               |
|                                     | 1971                                 | 0,36                               |
|                                     | 1972                                 | 0,39                               |
| Ахалдаба                            | 1969                                 | 0                                  |
|                                     | 1970                                 | 0,2                                |
|                                     | 1971                                 | 0,17                               |
|                                     | 1972                                 | 0,25                               |
| Бакуриани                           | 1969                                 | 0,33                               |
|                                     | 1970                                 | 0,64                               |
|                                     | 1971                                 | 0,37                               |
|                                     | 1972                                 | 0,80                               |

Установить какую-нибудь закономерность в содержании хлора в смолах деревьев, обработанных в различное время, не удастся, так как в этом отношении наблюдается полное нарушение логической последовательности (см. табл. 1).

Видимо, факторы, влияющие на сохранение гексахлорана в коре дерева, проявляли свое действие различно по времени и участкам леса.

Таким образом, во всех деревьях, обработанных препаратом ПЛК, токсическое начало сохраняется в продолжение более чем 4 лет.

Для выявления степени токсичности остаточного в коре гексахлорана в 1973 г. были проведены специальные биологические исследования в Джавском лесном хозяйстве по следующей методике.

На деревья, обработанные в 1970, 1971, 1972 и 1973 гг. препаратом ПЛК, а также на необработанные деревья были насажены специальные изоляторы, в которые помещалось по 10 жуков большого елового лубоеда. Для параллельных опытов бралось по четыре дерева. Изоляторами являлись железные цилиндрические кольца (диаметром 5 см и высотой 7 см), которые с одной стороны вбивались в кору дерева (после снятия ее верхнего слоя), а с другой закрывались металлической сеткой. Результаты биологических исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Результаты биологических исследований

| Инвентарные номера опытных деревьев | Год обработки деревьев препаратом | Вредители, оставшиеся в изоляторах, шт. |          |                     | Вредители, вошедшие в кору деревьев, шт. |          | Гибель вредителей, % |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|----------|---------------------|--|----------|----------------------|
|                                     |                                   | живые                                   | погибшие | осмоленные погибшие | живые                                    | погибшие |                      |
| 1                                   | Контрольные                       | 1                                       | —        | —                   | 9  | —        | 0                    |
| 2                                   |                                   | —                                       | 1        | —                   | 9  | —        | 10                   |
| 3                                   |                                   | —                                       | —        | 4                   | 6  | —        | 40                   |
| 4                                   |                                   | —                                       | —        | —                   | 9  | —        | 0                    |
| 7808                                | 1970                              | 4                                       | 6        | —                   | —  | —        | 60                   |
| 7814                                |                                   | 2                                       | 8        | —                   | —  | —        | 80                   |
| 7815                                |                                   | 3                                       | 7        | —                   | —  | —        | 70                   |
| 7821                                |                                   | 2                                       | 8        | —                   | —  | —        | 80                   |
| 3930                                | 1971                              | —                                       | 10       | —                   | —  | —        | 100                  |
| 3931                                |                                   | 4                                       | 3        | —                   | 3  | —        | 30                   |
| 3932                                |                                   | —                                       | 9        | —                   | 1  | —        | 90                   |
| 3933                                |                                   | 3                                       | 7        | —                   | —  | —        | 70                   |
| 35                                  | 1972                              | —                                       | —        | 10                  | —  | —        | 100                  |
| 41                                  |                                   | 3                                       | 7        | —                   | —  | —        | 70                   |
| 58                                  |                                   | 2                                       | 5        | —                   | 1  | 2        | 70                   |
| 61                                  |                                   | 3                                       | 6        | —                   | —  | 1        | 70                   |
| 2781                                | 1973                              | —                                       | —        | 10                  | —  | —        | 100                  |
| 2782                                |                                   | —                                       | —        | 10                  | —  | —        | 100                  |
| 2785                                |                                   | —                                       | —        | 7                   | 1  | 2        | 90                   |
| 2789                                |                                   | —                                       | —        | 10                  | —  | —        | 100                  |

Примечание: номера контрольных деревьев произвольные.

По данным табл. 2, во всех обработанных препаратом деревьях (в том числе и 4-летней давности) сохранялась летальная концентрация гексахлорана, так как гибель вредителя на обработанных деревьях несравненно выше, чем на контрольных, не обработанных препаратом.

Таким образом, проведенные исследования дают основание считать, что продолжительность сохранения летальной концентрации токсического начала в коре обработанных препаратом ПЛК деревьев более 4 лет.

Центральная научно-производственная  
 лаборатория по борьбе с вредителями  
 и болезнями леса Гослескомитета  
 Совета Министров ГССР

(Поступило 10.4.1975)

ენტომოლოგია

ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. შონია, მ. კვინიკაძე, ი. ვერბა

პრეპარატ კლკ-ს მოქმედების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში

რეზიუმე

ნაძვის დიდი ლაფანკამიის საწინააღმდეგო პრეპარატის კლკ-ს მოქმედების ხანგრძლივობის ქიმიური და ბიოლოგიური მეთოდებით შესწავლის შედეგად დადგენილია, რომ პრეპარატით დამუშავებული ნაძვის ხე ბუნებრივ პირობებში პრეპარატის ლეტალურ კონცენტრაციას ინარჩუნებს ოთხზე მეტ წლის განმავლობაში.

ENTOMOLOGY

L. D. MELIKADZE, J. A. SHONIA, M. D. KVINIKADZE, I. P. VERBA

## ON THE DURATION OF THE ACTION OF THE PREPARATION PLK IN NATURAL CONDITIONS

Summary

Chemical and biological investigations into the duration of the action of the preparation PLK against the spruce bark-beetle, *Dendroctonus micans* Kugel have established that the spruce, treated by the given preparation under natural conditions, retains its lethal concentration for more than four years.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Меликадзе, Р. Я. Кипиани, Д. И. Шония, З. И. Гургенвдзе. Труды Ин-та защиты растений, т. 19, 1967, 355.
2. Л. Д. Меликадзе, Р. Я. Кипиани, Д. И. Шония, З. И. Гургенвдзе. Труды Ин-та защиты растений, т. 22, 1970, 343.



М. А. АЛЕКСИДЗЕ, Г. Н. АЛЕКСИДЗЕ, М. С. ТВАРАДЗЕ

О НЕКОТОРЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ  
 БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЛЕСОВ ОТ БОЛЬШОГО ЕЛОВОГО  
 ЛУБОЕДА

(Представлено академиком Л. А. Качавели 23.3.1975)

В последнее время с целью биологической защиты от большого елового лубоеда был выпущен доставленный из Чехословакии и из северных районов СССР искусственно размноженный большой ризофаг [1, 2].

В настоящей статье представлены данные по изучению популяции членов биологической системы *Dendroctonus micans* Kugel и *Rhizophagus grandis* Gyll. С целью математического моделирования численности членов этой системы рассмотрена система дифференциальных уравнений [3, 4]

$$\begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= a_{11} N_1(t) + a_{12} N_2(t), \\ \frac{dN_2}{dt} &= a_{21} N_1(t) + a_{22} N_2(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $N_1(t)$  и  $N_2(t)$  — количества лубоеда и ризофага соответственно в момент времени  $t$ ;  $a_i, j(i, j=1, 2)$  — коэффициенты пропорциональности между изменениями во времени  $\frac{dN_1}{dt}$  и  $\frac{dN_2}{dt}$  и величинами  $N_1$  и  $N_2$ . Их биологический смысл станет понятным из дальнейших рассуждений.

Коэффициент  $a_{11}$  в (1) при  $a_{12}=0$  определяет  $N_1(t)$  по формуле

$$N_1(t) = C_1 t^{a_{11} t}, \quad (2)$$

где  $C_1$  — произвольная постоянная. Будем предполагать, что каждый дающий потомство лубоед за  $m_1$  дней дает  $n_1$  себе подобных, а ризофаг за  $m_2$  дней —  $n_2$  себе подобных. Введем следующие обозначения:  $d_1$  и  $d_2$  — естественные смертности<sup>(1)</sup> (%) для лубоеда и ризофага;  $l_1$  и  $l_2$  — количества (%) лубоеда и ризофага, уничтожаемые другими биологическими врагами;  $f_1$  и  $f_2$  — части количеств (%) лубоеда и ризофага, уничтожаемые пестицидами;  $g_1$  и  $g_2$  — отношение особей, дающих потомства, к их общему числу. В силу наших обозначений

(1) Под естественной смертностью подразумевается отношение  $d = \frac{\bar{n}_1}{n_1} \cdot 100$ , где  $\bar{n}_1$  — количество особей, не достигших половой зрелости, в естественных условиях.





$$N_1(t + m_1) = n_1 g_1 N_1(t) \left( 1 - \frac{d_1}{100} - \frac{l_1}{100} - \frac{f_1}{100} \right). \quad (3)$$

Учитывая, что

$$N_1(t + m_1) = C_1 t^{a_{11}(t+m)},$$

из (2) и (3) получаем

$$C_1 t^{a_{11}(t+m)} = n_1 g_1 \left( 1 - \frac{d_1 + l_1 + f_1}{100} \right) C_1 t^{a_{11}t}$$

или

$$t^{a_{11}m_1} = n_1 g_1 \left( 1 - \frac{d_1 + l_1 + f_1}{100} \right).$$

Из последнего равенства определяем  $a_{11}$ :

$$a_{11} = \frac{1}{m_1} \left[ \ln n_1 + \ln g_1 + \ln \left( 1 - \frac{d_1 + l_1 + f_1}{100} \right) \right]. \quad (4)$$

Совершенно аналогично для  $a_{22}$  получаем

$$a_{22} = \frac{1}{m_2} \left[ \ln n_2 + \ln g_2 + \ln \left( 1 - \frac{d_2 + l_2 + f_2}{100} \right) \right]. \quad (5)$$

Коэффициент  $a_{12}$  показывает количество лубоеда, поедаемое ризофагом за 1 день. Согласно экспериментам, ризофаг в стадии личинки (длительность питания 30 дней) поедает 1,5 лубоеда за 10 дней. Аналогично в стадии имаго (длительность питания тоже 30 дней). Таким образом, за год ризофаг поедает лубоеда только в течение  $2 \times 60 = 120$  дней, по 0,15 лубоеда в день — всего около 18 лубоедов в год или, что то же самое, 0,05 лубоеда в день. Следовательно,  $a_{12} = -0,05$ . Что касается коэффициента  $a_{21}$ , то его берем равным нулю (лубоед не поедает ризофага).

Для получения численных значений  $a_{11}$  и  $a_{22}$  из формул (4) и (5) воспользуемся следующими данными [5, 6]:

$$m_1 = 365, \quad n_1 = 125, \quad g_1 = 0,9, \quad d_1 = 16\%, \quad l_1 = 10\%, \quad f_1 = 0, \quad (6)$$

$$m_2 = 183, \quad n_2 = 150, \quad g_2 = 0,57, \quad d_2 = 22\%, \quad l_2 = 0, \quad f_2 = 0.$$

Численные значения взяты для Цагверского лесничества (высота 1000 м н. у. м.). Предполагается, что пестициды не были использованы. Подставляя значения (6) в формулы (4) и (5), для  $a_{11}$  и  $a_{22}$  получаем приближенные значения:  $a_{11} \approx 0,0122$ ,  $a_{22} \approx 0,0236$ .

Пусть для системы (1) решаем задачу Коши с известными начальными значениями при  $t=0$ :

$$N_1(0), \quad N_2(0). \quad (7)$$

Решение задачи (1) и (7) при  $a_{21} = 0$  будет

$$N_1(t) = N_1(0) t^{a_{11}t} + N_2(0) [t^{a_{22}t} - t^{a_{11}t}] \frac{a_{12}}{a_{22} - a_{11}}, \quad (8)$$

$$N_2(t) = N_2(0) t^{a_{22}t}.$$

При  $a_{11}=a_{22}$  второе слагаемое в правой части первого уравнения (8) превращается в неопределенность вида  $\frac{0}{0}$ . Раскрывая неопределенность

правилом Лопиталя, при  $a_{11}=a_{12}$  получаем

$$\begin{aligned} N_1(t) &= N_1(0) l^{a_{11}t} + a_{12} N_2(0) t l^{a_{11}t}, \\ N_2(t) &= N_2(0) l^{a_{11}t}. \end{aligned} \quad (9)$$

Практический интерес представляет нахождение такого отношения начальных значений  $N_1(0)$  и  $N_2(0)$  количеств лубоеда и ризофага, при котором число лубоеда будет уменьшаться во времени. Для этого достаточно, чтобы  $\frac{dN_1}{dt} < 0$  или

$$a_{11} N_1(0) l^{a_{11}t} + a_{11} N_2(0) [l^{a_{22}t} - l^{a_{11}t}] \frac{a_{12}}{a_{22} - a_{11}} + a_{12} N_1(0) l^{a_{22}t} < 0. \quad (10)$$

Отсюда при  $t=0$  получаем условие

$$\frac{N_1(0)}{N_2(0)} < - \frac{a_{12}}{a_{11}} \approx 4.$$

Таким образом, если количество лубоеда превосходит количество ризофага не более чем в 4 раза, то количество лубоеда будет уменьшаться. Поставим такую задачу. Пусть задано начальное отношение

$N = \frac{N_1(0)}{N_2(0)}$  и необходимо найти тот момент времени, после которого число лубоеда будет уменьшаться. Из (10) получаем

$$a_{11} a_{12} N_2(0) t < - a_{11} N_1(0) - a_{12} N_2(0)$$

или, учитывая, что  $a_{12} < 0$ ,

$$t > \frac{1}{(a_{22} - a_{11})} \left[ \ln a_{11} + \ln (a_{22} - a_{11}) + \ln \left( \frac{|a_{22}|}{a_{22} - a_{11}} + N \right) - \ln (a_{22} |a_{12}|) \right], \quad (11)$$

где  $|a_{12}|$  — модуль числа  $a_{12}$ .

Наиболее важное заключение из соотношения (11) состоит в том, что при любом конечном соотношении  $N = \frac{N_1(0)}{N_2(0)}$  найдется такое  $t$ , после которого количество лубоеда будет уменьшаться. Это объясняется соотношениями  $a_{11} \leq a_{22}$  и  $a_{12} < 0$ . Так, если  $N=10^3$ , т. е. на каждый ризофаг приходится 1000 лубоедов, то из (11) получаем, что приблизительно через 432 дня количество лубоеда будет уменьшаться. Для нашего случая при  $N \gg 1$  формулу (11) с большой точностью можно записать в виде

$$t > 90 (\ln N - 2,1). \quad (12)$$

Приближенная формула (12) дает возможность непосредственно получить то время, после которого количество лубоеда будет уменьшаться. Ясно, что  $t$  является функцией отношения  $N$  начальных количеств лубоеда и ризофага.

Формулы (9) дают возможность получить выражение для отношения  $N(t) \frac{N_1(t)}{N_2(t)}$ .

Разделив первую формулу (9) на вторую, получим

$$N(t) = N_1(0) I^{(a_{11} - a_{22})t} + \frac{a_{12}}{a_{22} - a_{11}} (1 - I^{(a_{11} - a_{12})t})$$

или для рассматриваемой биологической системы

$$N(t) = \frac{N(0)}{I^{0.0114 t}} - 7 \left( 1 - \frac{1}{I^{0.038 t}} \right). \quad (13)$$

Из последней формулы видно, что отношение  $N(t) = \frac{N_1(t)}{N_2(t)}$  с

течением времени уменьшается. Действительно, знаменатель первого слагаемого в правой части (13) больше единицы при любом  $t > 0$ , так что начальное отношение  $N(0)$  делится на число больше единицы и из

него еще вычитается положительная величина  $7 \left( 1 - \frac{1}{I^{0.038 t}} \right)$ .

Институт защиты растений  
 МСХ СССР

(Поступило 24.3.1975)

ენტომოლოგია

მ. ალექსიძე, გ. ალექსიძე, მ. თვარაძე

ნაძვის ღიღი ლაფანჯამიასაგან ტყის ბიოლოგიური დაცვისათვის  
 ზოგიერთი მათემატიკური გაანგარიშება

რეზიუმე

შრომში მოცემულია ბიოლოგიური სისტემის ლაფანჯამია-რიზოფაგუსის რიცხობრივობის დინამიკის მოდელირებისათვის მიღებული დიფერენციალური განტოლებები და მათი პარამეტრები.

ENTOMOLOGY

M. A. ALEKSIDZE, G. N. ALEKSIDZE, M. S. TVARADZE

ABOUT SOME MATHEMATICAL TASKS OF THE BIOLOGICAL  
 PROTECTION OF FORESTS FROM THE EUROPEAN SPRUCE  
 BARK BEETLE

Summary

The parameters of differential equations of the biological system: *Dendroctonus micans* Kugel-*Rhizophagus grandis* Gyll have been derived. This enables the modelling in time of the numbers of *Dendroctonus* ( $N_1$ ) and of *Rhizophagus* ( $N_2$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Кобахидзе, Ш. М. Супаташвили. Сообщения АН СССР, 48, № 2, 1967.
2. Н. К. Гаприндашвили, Г. В. Яшвили и др. Сообщения АН СССР, 50, № 3, 1968.
3. М. А. Алексидзе, Г. Н. Алексидзе. Труды Ин-та садоводства, виноградарства и виноделия Грузинской ССР, т. XIX—XX, 1971.
4. М. А. Алексидзе, Г. Н. Алексидзе. Труды молодых ученых Ин-та садоводства, виноградарства и виноделия Грузинской ССР, т. 2, 1972.
5. Д. Н. Кобахидзе, Б. В. Мурусидзе и др. Сб. научных работ по изучению большого елового лубоеда в Грузии, вып. 1, Тбилиси, 1973.
6. Д. Н. Кобахидзе, Б. В. Мурусидзе и др. Труды Ин-та защиты растений Грузинской ССР, т. XXI, 1969.



УДК 598.1

ЗООЛОГИЯ

Р. Г. ЖОРДАНИЯ, М. А. БАКРАДЗЕ, Р. В. ТАРТАРАШВИЛИ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ АРЕАЛЕ КОШАЧЬЕЙ ЗМЕИ (*TELESCOPUS FALLAX*) НА КАВКАЗЕ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 20.5.1974)

Кошачья змея на Кавказе известна в пределах Восточного и Южного Дагестана, Армении, Азербайджана; в Грузии она отмечена лишь в ее восточной части — к востоку от Лихского (Сурамского) хребта. Так, П. В. Терентьев и С. А. Чернов [1] писали о ней: «На запад от Сурамского хребта неизвестна». А. Г. Джанашивили [2] отмечает ее в окрестностях Лагодехи, Цнорис-Цкали, Удабно, в Самгорской и Гардабанской степях, в окрестностях Тбилиси (Багеби, Делиси, Ведзиси, «Тбилисского моря», озера Лиси, Нахширгора, Окрокана, Шиндиси, Поничала, Авчала), Шулавери, в Горийском районе. Т. А. Мухелишвили [3] отмечает ее также в Ширакской степи — в Самухи и Вашловани, предполагая возможность проникновения этого вида в Тарибанскую и Миларскую степи. В Восточной Грузии регистрируют кошачью змею А. Г. Баников, И. С. Даревский и А. К. Рустамов [4].

Летом 1973 г. нами добыто несколько экземпляров кошачьей змеи в местах, не только не отмеченных для ее ареала, но куда даже не предполагалась возможность ее проникновения; кроме того, получены ценные данные по поведению и питанию этой змеи.

20 июля 1973 г. один экземпляр кошачьей змеи (серая популяция) был добыт в окрестностях Боржоми — на территории Зоретского лесничества Боржомского государственного заповедника (коллектор Р. Г. Жордания) на склоне, верхняя часть которого представляла собой голую скалу, а нижняя — сухой склон с травянистой и преимущественно ксерофильной растительностью с отдельными крупными камнями. Кошачья змея была обнаружена под одним из этих камней (здесь же добыта была и носатая гадюка — *Vipera ammodytes* L.).

Второй экземпляр кошачьей змеи (также серая популяция) был добыт в середине июля 1973 г. в окрестностях оз. Кус-тба (Черепашьего) на травянистой полянке под камнем (коллектор Л. А. Жордания).

Третий экземпляр кошачьей змеи (розовая популяция) был добыт 14 августа 1973 г. в окрестностях г. Ахалцихе (коллектор Р. В. Тартарашвили) среди каменистых выходов почвы в горно-ксерофитной вторичной степи.

Если первые два из упомянутых нами экземпляров кошачьей змеи были добыты на высоте 700—800 м над уровнем моря, то третий эк-

земляры добыты уже на высоте около 1100 м. П. В. Терентьев и С. А. Чернов [1] максимальной цифрой вертикального распространения этого вида называют несколько больше 1600 м н. у. м. (Айцдзорский хребет на территории Армении).

Т. А. Мухелишвили [3] пишет, что кошачья змея — довольно медлительное пресмыкающееся, никогда не проявляющее агрессивности, тогда как экземпляр, добытый нами в окрестностях Боржоми, бросался на нас.

Добытые нами экземпляры кошачьей змеи дают совершенно новые точки в ее ареале, позволяют предположить о ее широком распространении на всей территории Малого Кавказа (как в пределах Грузии, так и Армении), свидетельствуют о жизнеспособности и расселении этого вида (24 августа 1975 г. серая популяция добыта в Уравели).

В желудке боржомского экземпляра кошачьей змеи нами обнаружена ящерица *Lecerta derjugini* Nikolsky.

Все добытые нами экземпляры кошачьей змеи относятся к подвиду *Telescopus fallax iberus* (Eichwald).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.5.1974)

ზოოლოგია

რ. ჟორდანიას, მ. ბაკრაძის, რ. ტარტარაშვილის

ახალი მონაცემები კატის გველის (*TELESCOPUS FALLAX*)  
 არეალისათვის კავკასიაში

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია კატის გველის პოვნის სამი ახალი პუნქტი (ბორჯომის, თბილისისა და ახალციხის მიდამოები), რაც მნიშვნელოვნად აფართოებს მის არეალს კავკასიაში, ადასტურებს ამ ფორმის ცხოველყოფილობას და მის ახალ განსახლებას. საინტერესოა მონაცემები კატის გველის ვერტიკალური გავრცელების, ქცევისა და კვების შესახებ.

ZOOLOGY

R. G. ZHORDANIA, M. A. BAKRADZE, R. V. TARTARASHVILI

NEW EVIDENCE ON THE AREAL DISTRIBUTION OF THE CAT SNAKE  
 (*TELESCOPUS FALLAX*) IN THE CAUCASUS

Summary

Entirely new areas of distribution of the cat snake (*Telescopus fallax* Fleisch.), viz. Borjomi, Akhaltsikhe and Tbilisi, are cited in the paper. Grey specimens were caught in Borjomi and Tbilisi, and a pink one in Akhaltsikhe.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. В. Терентьев и С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных. М., 1949.
2. А. Г. Джанашвили. Животный мир Грузии, т. III —Позвоночные. Тбилиси, 1963.
3. Т. А. Мухелишвили. Пресмыкающиеся Восточной Грузии. Тбилиси, 1970.
4. А. Г. Банников, И. С. Даревский, А. К. Рустамов. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. М., 1971.



ბ. კანკავა, ნ. კინწურაშვილი

ბონადების რეაქცია უცხო ცილების ზემოქმედებაზე  
 კათმის ემბრიოგენეზში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 7.4.1975)

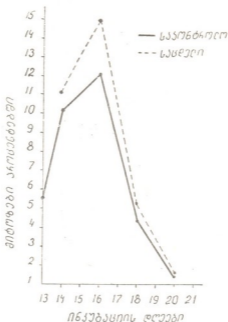
ცნობილია, რომ ემბრიონში შეყვანილი უცხო ცილები სომატურ უჯრედებში იწვევენ ბიოსინთეზის შეცვლას, რის შედეგად ხდება მათი გაძლიერებული პროლიფერაცია, მეტაპლაზია და, ზოგიერთ შემთხვევაში, დეგენერაცია [1—4]. ცვლილებები სასქესო უჯრედებში და, საერთოდ, გონადების ქსოვილებში უცხო ცილებით ემბრიონების დატვირთვის პირობებში ნაკლებადაა შესწავლილი, თუ არ ჩავთვლით გამოკვლევებს, რომლებშიც ნაჩვენებია გონადოტროპული ჰორმონებით გამოწვეული სქესის ინვერსია ხერხემლიანთა ემბრიოგენეზში.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია გონადების რეაქცია ცხენის შრატის ზემოქმედებაზე ქათმის ემბრიოგენეზში. რუსული თეთრი ჯიშის ქათმის 13-დღიანი ემბრიონების ალანტოსის ღრუში შევიყვანეთ ცხენის სუფთა შრატი 0,3 მლ რაოდენობით. გონადები ჰისტოლოგიურად და ჰისტოქიმიურად გამოვიკვლიეთ ემბრიონებში შრატის შეყვანიდან 1, 3, 5 და 7 დღის შემდეგ. ანათლების ნაწილი შევღებეთ ჰემატოქსილინში ჰაიდენჰაინის წესით, ნაწილი — ლიპიდების გამოსავლინებლად სუდან III-ში ჩიაჩიოს მეთოდით. აღვრიცხეთ სასქესო უჯრედები, მათში მიტოზების და დეგენერირებული უჯრედების რაოდენობა. გონოციტები აღვრიცხეთ ყოველი ემბრიონის სათესლე მილაკების 100 განივ ანათალზე, ოვონიები — ყოველი ემბრიონის ძარცხენა საკვერცხის 20 ცენტრალურ ანათალზე. ფიქსაციის თითოეული ვადისათვის გამოვიკვლიეთ 5 სათესლე და 5 საკვერცხე. პარალელურად დავამუშავეთ იმავე რაოდენობის საკონტროლო — ინტაქტური ემბრიონებიდან აღებული გონადები. ციფრობრივი მასალა დავამუშავეთ სტატისტიკურად ფიშერ—სტიუდენტის მეთოდით.

გამოკვლევამ ცხადყო, რომ ქათმის ემბრიონში შეყვანილი ცხენის შრატის აღებული დოზა არ იწვევს სათესლეების და საკვერცხეების ქსოვილებში პათოლოგიურ ცვლილებებს. ეს ორგანოები დიფერენცირების მხრივაც არ ჩამორჩებიან საკონტროლოს. როგორც საკონტროლო, ისე საცდელ ემბრიონებში მამრობითი სასქესო უჯრედები ინკუბაციის ბოლო პერიოდამდე სპერმატოგონიების აღრეულ ფორმებს — გონოციტებს წარმოადგენენ. მდებრობითი სასქესო უჯრედები ინკუბაციის მე-14 დღემდე ოვონიების სტადიაზე იმყოფებიან. მე-14 დღიდან ოვონიები თანდათან იწყებენ პრეოვტონების სტადიაში გადასვლას. ინკუბაციის მომდევნო დღეს ჩნდება მეიოზის სტადიები — ლეპტონემა და ზიგონემა, ხოლო მე-18 დღისათვის — ჰაქინემა.

გონოციტებში მიტოზების აღრიცხვით გამოირკვა, რომ საცდელ ემბრიონებში ფიქსაციის ყველა ვადაში ეს უჯრედები საკონტროლოზე უფრო ინტენსიურად მრავლდებიან. მიტოზი ნორმაშიც არ მიმდინარეობს ერთნაირი ტემპით. მიტოზის სწრაფი ტემპი აღინიშნება ინკუბაციის მე-14—16 დღეებში, რის შემდეგ იგი ნელდება და ინკუბაციის ბოლო დღეს მიტოზები უმნიშვნელო რაოდენობითაა. გონოციტებში მიტოზის ინტენსივობის მხრივ საკონტროლოსა და საცდელ ემბრიონებს შორის განსაკუთრებით დიდი განსხვავება აღინიშნება. „მომამე“, ტ. 79, № 3, 1975

ბა ინკუბაციის მე-16 დღეს (სურ. 1). მიტოზების აღრიცხვამ ოვოგონიებში საცდელსა და საკონტროლო ემბრიონებს შორის არ მოგვცა განსხვავებული სურათი.



სურ. 1

ლიბიდების დინამიკის გამოკვლევა ემბრიონული გონადების უჯრედებში საინტერესო იყო იმ თვალსაზრისით, რომ ამ ნივთიერების შემცველობის მიხედვით შესაძლებელია განისაზღვროს სასქესო ჯირკვლების ჰორმონალური აქტივობა. გამოირკვა, რომ ქათმის ემბრიონებში ცხენის შრატის შეყვანა არ იწვევს გონადების ჰორმონალური ფუნქციის დარღვევას. სათესლეების შემთხვევაში ამას ცხადყოფს ლიდიდების უჯრედები, რომლებშიც ხდება მამრობითი ჰორმონის სინთეზი. ემბრიონებში ცხენის შრატის შეყვანის პირობებში ლიდიდების უჯრედების ციტოპლაზმა ლიბიდების შემცველობის მხრივ ცვლილებებს არ განიცდის. როგორც საკონტროლოში, ისე საცდელ ემბრიონებში ფიქსაციის ყველა ვადაში ამ უჯრედების ციტოპლაზმა ლიბიდების მარცვლებითაა ამოვსებული. სათესლის ფოლიკულური უჯრედების ციტოპლაზმა მთელი ემბრიოგენეზის მანძილზე შეიცავს ლიბიდებს. ეს უჯრედები გონოციტების ინტენსიური გამრავლების პერიოდში ლიბიდების მაღალი შემცველობით ხასიათდება. ამ პერიოდში საცდელი ემბრიონების სათესლის ფოლიკულური უჯრედები ლიბიდების კიდევ უფრო მეტ რაოდენობას შეიცავს, ვიდრე საკონტროლო ემბრიონებში. ნორმაში გონოციტები ლიბიდებს მცირე რაოდენობით შეიცავს. შრატის შეყვანამ არ გამოიწვია ამ უჯრედებში ლიბიდების შემცველობის მხრივ ცვლილებები.

ცხენის შრატის შეყვანის შემდეგ ემბრიონების საკვერცხეების ჰორმონალურ აქტივობას ცხადყოფს ლიბიდების შემცველობა ინტერსტიციალურ უჯრედებში. ნორმაშიც და საცდელ ემბრიონებშიც ეს უჯრედები საკვერცხის სტრომაში ჩვეულებრივად არიან განლაგებულნი და ფიქსაციის ყველა ვადაში ჭარბი რაოდენობით შეიცავენ ლიბიდების მარცვლებს. ემბრიონებში შრატის შეყვანამ არც მდებარეობით სასქესო უჯრედებში გამოიწვია ლიბიდების დინამიკაში ცვლილება. განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე მდებარეობით სასქესო უჯრედებში ლიბიდების შემცველობა სხვადასხვაა. ოვოგონიები ღარიბია ლიბიდ-





ბით. ოვოგონიების ოციტივად გარდაქმნის საწყის სტადიიდანვე მათში მატუ-  
ლობს ლიპიდების მარცვლების რაოდენობა. პრელეტონემის სტადიაზე ოცი-  
ტის ბირთვს ექსცენტრული მდებარეობა აქვს და ციტოპლაზმის თავისუფალი  
მხარე ამოვსებულია ლიპიდების მარცვლებით. ამის შედეგად მეტაბოლიტური  
აქტივობის ცენტრი — ბალბიანი სხეული — კარგად ჩანს. ლეტონემის სტა-  
დიაზე სუდანოფილია მათში კვლავ ქარბადა. ასეთი სურათია ზიგონემის და  
პაქინემის სტადიის ოციტებში. საცდელი ემბრიონების ამ გვიანი ფაზის  
ოციტებში აღინიშნება ლიპიდების კიდევ უფრო ქარბი რაოდენობა.

ამგვარად, ცხენის შრატის ზემოქმედებაზე ქათმის ემბრიონული გონადე-  
ბის რეაქცია ვლინდება მამრობითი სასქესო უჯრედების — გონოციტების მი-  
ტოზური აქტივობით. ეს რეაქცია გარკვეული ხანგრძლივობისაა, რის შემდეგ  
ემბრიონის ვანკითარების მარეგულირებელი ფაქტორების მოქმედებით ამ  
უჯრედების გამრავლება ნელდება და ინკუბაციის ბოლო დღისათვის ნორმის  
ფარგლებშია. შრატის ზემოქმედებით გარკვეულ პერიოდში გონოციტები თუმ-  
ცა ინტენსიურად მრავლდებიან, მაგრამ ინკუბაციის ბოლოს მათი რაოდენობა  
ისეთივეა, როგორც საკონტროლო ემბრიონებში. დეგენერირებული გონო-  
ციტების აღრიცხვამ ცხადყო, რომ მათი რაოდენობა მატულობს გონოციტე-  
ბის ზრდის პარალელურად. ამ მოვლენით შეიძლება აიხსნას ინკუბაციის ბო-  
ლო პერიოდისათვის ცდის პირობებში გონოციტების რიცხვის ნორმალისაცია.  
ოვოგონიები შედარებით უფრო დიფერენცირებული უჯრედებია, რის გამოც  
გარეშე ზემოქმედებისადმი მეტ მდგრადობას იჩენენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 10.4.1975)

ГИСТОЛОГИЯ

В. Л. КАНКАВА, Н. Т. КИНЦУРАШВИЛИ

РЕАКЦИЯ ГОНАД ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЧУЖЕРОДНЫМ  
БЕЛКОМ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ КУР

Резюме

Исследованы семенники и яичники куриных эмбрионов при паг-  
рузке их лошадиной сывороткой. На основании статистического ана-  
лиза митотической активности гоноцитов и оогониев, делается вывод о  
стимулирующем воздействии данной сыворотки на гоноциты, а также  
об увеличении количества липидов в женских половых клетках, нахо-  
дящихся на стадии зигонемы и пахинемы, и в фолликулярных клетках  
семенника.

HISTOLOGY

V. L. KANKAVA, N. T. KINTSURASHVILI

THE REACTION OF GONADS UNDER THE ACTION OF FOREIGN  
ALBUMIN IN CHICK EMBRYOGENY

Summary

The reaction of the testicles and ovaries of chick embryos to foreign  
albumin (horse serum) has been studied. The serum in question was found  
to stimulate mitoses in gonocytes and to increase the number of lipids in

the follicular cells of the testicle and in the oocytes at the stage of zygonaema and pachynema.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Е. Вязов. Иммунология эмбриогенеза. М., 1962.
2. А. П. Дыбан. Тез. докл. VII Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. М., 1966.
3. И. И. Титова. Бюлл. эксп. биол. и мед., 52, № 2, 1962.
4. В. Б. Хватов, В. А. Конышев. Онтогенез, 3, № 5, 1972.



Д. К. КОПЛАТАДЗЕ, Л. Е. ГОГИАШВИЛИ

## УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БЕРЕМЕННЫХ ПРИ ТОКСОПЛАЗМОЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 30.4.1975)

Токсоплазмоз беременных — одна из наиболее частых причин акушерской патологии. Немаловажное значение при этом имеют изменения в периферической крови, особенно в лейкоцитах, которые являются ведущим звеном в становлении и иммунных реакций и перестройке реактивных свойств организма беременных и плода [1].

В задачу настоящего исследования входила электронная микроскопия лейкоцитов периферической крови беременных женщин, больных токсоплазмозом, до и после лечения хлоридином в сочетании с витамином С, поливитаминами, кислородом и сульфадимезином. Было исследовано 35 женщин, из них 21 нелеченая и 14 леченых. Кровь бралась при привычных абортах в нелеченых случаях (10—15—18-я неделя беременности) и при доношенных родах.

После центрифугирования гепаринизированной крови (5 мин при 1000 об/мин) слой, содержащий главным образом белые форменные элементы и тромбоциты, смешивался с фиксатором (1% раствор четырехоксида осмия на фосфатном буфере). Материал, обработанный по методу Паладе, заключался в аралдиг. Ультратонкие срезы брались на ультратоме Om-U2 фирмы «Reichert» с помощью стеклянных ножей, контрастировались по Рейнольдсу и изучались в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при электронном увеличении от 10 000 до 20 000.

Электронная микроскопия нейтрофилов крови нелеченых женщин (10—15—18-я неделя беременности) выявила большое разнообразие их формы. Уменьшено число разветвленных нитевидных псевдоподий. На электронограммах обнаруживается некоторое огрубление нежной цитоплазматической основы, наполненной различными гранулами. Плазматическая оболочка четко контурирована и осмиофильна. Гранулы уменьшены в размере и количестве, имеют неоднородную электронную плотность, менее плотные создают впечатление пузырьков (рис. 1). Митохондрии округлены, в некоторых удается различить пластинчатые структуры, которые делят митохондрии на отдельные сегменты. Матрикс митохондрий пятнисто просветлен, кристы как бы раздвинуты, укорочены, некоторые фрагментированы. Преобладают замкнутые мембраны гранулярного эндоплазматического ретикулума с редуцированными рибосомами. Число полисом незначительно, они становятся менее электронноплотными. Светлая центральная область ядра четко отграничена от более темной периферической зоны, и, в отличие от нормальной [2, 3], содержит гомогенную мелкозернистую кариоплазму. Хроматин аккумулируется в крупные глыбки преимущественно вдоль нуклеолеммы. В некоторых нейтрофилах ядро теряет свойственную изрезанность контура, становится округлым или эллипсоидным.

Ультраструктура эозинофильных лейкоцитов изменена. В просветленной набухшей цитоплазме уменьшено количество характерных осмиофильных гранул. Они приобретают различную электронную плотность. Некоторые становятся более плотными, напоминают кристаллические структуры. Другие, напротив, светлые и не содержат кристаллов, что является показателем их незрелости [4]. Единичные митохондрии набухшие. Внутренняя мембрана нечетко контурируется, кри-

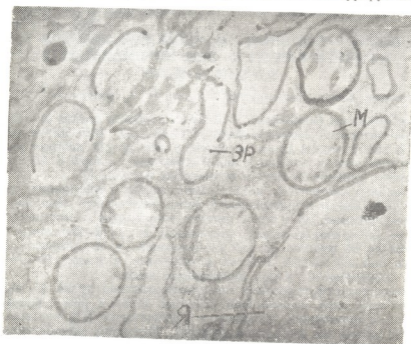


Рис. 1. Нейтрофильный лейкоцит. Деструктивные изменения в митохондриях, разобщения наружного и внутреннего слоев ядерной мембраны, расширение цистерн эндоплазматического ретикулума. Ув.  $\times 16\,000$ . М — митохондрии, ЭР — эндоплазматический ретикулум, Я — ядро

сты «смазаны», фрагментированы и свободно лежат в гомогенном просветленном матриксе. В некоторых митохондриях матрикс полностью вымыт, и они имеют вид пустых овальных телец. Вокруг ядра образуется незначительный перинуклеарный ореол. Поры в ядерной мембране сужены, между наружным и внутренним слоями создается пространство, в норме имеющее сходство с узкой щелью [2, 3]. В цитоплазме увеличено количество осмиофильных плотных телец, имеющих идентичную с лизосомами структуру, расположенных преимущественно вокруг митохондрий и нередко контактирующих с их наружной мембраной.

Лимфоциты имеют свойственную овальную или круглую форму (рис. 2). Наружная плазматическая мембрана образует выступы, напоминающие спикулы. Цитоплазма содержит разреженный мелкозернистый матрикс и почти лишена органелл, как и в норме, за исключением митохондрий, ультраструктура которых изменена аналогично эозинофильным лейкоцитам. Структура ядра становится более компактной, отсутствует четкое изображение отдельных мелких зерен. Ядрышки гомогенны и расположены эксцентрично.

Исследование лейкоцитов периферической крови, взятой у женщины при доношенной беременности, выявило относительную нормализацию ультраструктуры митохондрий в нейтрофилах и эозинофилах. Мембраны этих структур четко контурируются, матрикс приобретает мелкогранулярную гомогенную структуру с малым количеством крист. В цитоплазме нарастает число специфических гранул, они становятся более крупными, осmioфильными, нередко группируются вокруг долек ядра. Ядро компактно, имеет одно ядрышко с четкой фибриллярной структурой. В цитоплазме преобладает скопление крупных светлых пузырьков с многочисленными плотными рибосомами на поверхности мембран. Вблизи ядерной оболочки группируются полисомы.

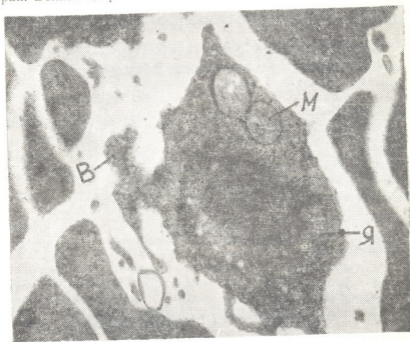


Рис. 2. Лимфоцит. Осмиофильность ядра, единичные запустевшие митохондрии с уплотненной наружной мембраной. Ув.  $\times 9000$ . М — митохондрии, Я — ядро, В — выступы плазматической мембраны

В эозинофилах гипертрофированные митохондрии приобретают вытянутую удлиненную форму, цитоплазма обогащается осmioфильными гранулами, местами их мембрана имеет стертый контур.

Результаты проведенного исследования показали, что наибольшие изменения при токсоплазмозе развиваются в митохондриях и других мембранных элементах нейтрофильных лейкоцитов и эозинофилов, отмечается их дегрануляция, что указывает на подавление функции митохондрий, снижение окислительно-восстановительных процессов и усиление в клетках процессов анаэробного дыхания.

Сравнивая данные электронной микроскопии лейкоцитов периферической крови в двух исследуемых группах, можно заключить, что специфическая терапия достаточно эффективна, о чем свидетельствует, в частности, упорядочение свойственной гранулоцитам и агранулоци-

там ультраструктуры митохондрий, ядра и нуклеопротеидных комплексов, локализованных в цитоплазме — восстановление привычного хода энергетических и синтетических процессов в лейкоцитах.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 31.4.1975)

ციტოლოგია

დ. კოპლატაძე, ლ. გოგიაშვილი

პერიფერიული სისხლის ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურის  
 თავისებურება ორსულთა ტოქსოპლაზმოზის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურა ტოქსოპლაზმოზით დაავადებული 35 ქალის სისხლში, მათ შორის 21 — არანამკურნალები, 14 — ნამკურნალები.

ნეიტროფილებისა და ეოზინოფილების ულტრასტრუქტურაში შეინიშნება მკვეთრი ცვლილებები, განსაკუთრებით მიტოქონდრიებსა და ბირთვებში. იცვლება უჯრედების სპეციფიური ჩანარების რაოდენობა და ზომა.

სპეციფიური თერაპია საკმაოდ ეფექტურია და ხელს უწყობს გრანულოციტებისა და აგრანულოციტების ულტრასტრუქტურისა და ნივთიერებათა ცვლის ნორმალიზაციას.

CYTOLOGY

D. K. KOPLATADZE, L. E. GOGIASHVILI

CHANGE OF THE ULTRASTRUCTURE OF THE PLACENTA  
 IN THE CASE OF TOXOPLASMOSES IN PREGNANT WOMEN

Summary

Ultrastructure of the placenta in the case of toxoplasmoses was studied in 35 women only 14 having been treated earlier.

Marked dystrophic changes were found in the ultrastructure of the syncytium and trophoblast cells, that can lead to the death of the placenta and interruption of pregnancy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Wisloki, Dempsey. Am. J. Anat., 83, 1, 1948. Anat. Rec., 123, 139, 1935.
2. Bjorkman. J. Anat., 1965, 99, 283.
3. Zacks, Blazar. Osl. Gyn., 22, 149, 1963.
4. А. Я. Красильникова. Акуш. гинек., 8, 1967, 25—30.
5. В. П. Эфроимсон. Введение в медицинскую генетику. М., 1968.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Р. А. ЛЕЖАВА

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ ПРЕДСЕРДИИ И ЖЕЛУДОЧКОВ  
СЕРДЦА ВЗРОСЛОЙ КУРИЦЫ НА ПРОЛИФЕРАТИВНУЮ  
АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА 11-ДНЕВНОГО КУРИНОГО ЗАРОДЫША

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 10.4.1975)

Общеизвестно, что поврежденная сердечная мышца не регенерирует и дефект рубцуется. Однако в литературе имеются данные о некоторой регенераторной способности сердечной мышцы. Установлено, что если желудочки почти лишены возможности регенерации, мышечные клетки предсердий способны к пролиферации [1]. Предполагается, что различия обусловлены разницей в морфофизиологической организации данных отделов сердца [2]. Вместе с тем, если обратиться к данным о внутритканевых рост-регулирующих факторах [3], можно предположить, что разница в способности регенерации предсердий и желудочков отчасти объясняется неравномерным распределением соответствующих факторов по отделам сердца.

Опыты ставили на 11-дневных куриных зародышах, в которые вводили экстракты предсердий и желудочков взрослой курицы. С целью приготовления экстрактов сердце взрослой курицы делили на предсердия и желудочки, гомогенизировали в фаянсовой ступке, добавляли 0,14 М NaCl в каждую часть гомогената сердца (на 1 г веса 2 мл раствора) и выдерживали в течение 1 часа при температуре +4°C. После этого полученную взвесь центрифугировали в течение 10 минут при факторе разделения 1000 g.

Зародыши были разделены на четыре группы (в каждой по пять зародышей). Первая группа служила контролем, зародышам второй группы вводили 0,14 М NaCl, зародышам третьей группы — экстракт предсердий, четвертой — экстракт желудочков. Количество введенного экстракта в различных сериях опытов было разным (0,02—0,05 мл). При этом в 1 мл содержалось 0,15 мг белка. Раствор вводили микропипеткой в отверстие, проделанное в скорлупе. Через 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 24 часа после начала опыта сердце зародыша извлекали и фиксировали в растворе Карнуа в течение 1 часа, заливали в парафин, срезы (5 м) окрашивали гематоксилин-эозином.

Определяли митотический индекс в промилле. Митозы считали в 50 полях зрения с каждого блока. При этом считали не менее 1200 клеток.

Результаты проведенного исследования показали, что раствор поваренной соли сам по себе в некоторой степени вызывает изменение митотической активности. Митотический индекс в сердце куриных зародышей не был нейтральным ни к одному из примененных количеств 0,14 М NaCl. Поэтому результаты, полученные в опытах с применением экстрактов предсердий и желудочков, сопоставляли с данными опытов с использованием 0,14 М раствора NaCl.



Выявлено, что введение экстрактов предсердий и желудочков в количестве 0,03 мл не вызывает сколько-нибудь существенных изменений митотической активности в сердце зародышей, если не считать

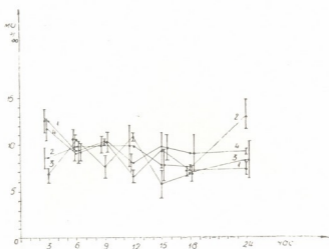


Рис. 1. Изменение митотической активности куриных эмбрионов под действием экстрактов предсердий и желудочков взрослой курицы в количестве 0,03 мл: Кривая 1 — контроль, 2—0,14 М NaCl, 3 — экстракт предсердий, 4—экстракт желудочков

небольшого повышения митотического индекса на 3-й час опыта, вызванного экстрактом желудочков, и довольно четкого понижения митотического индекса в конце опыта, вызванного обоими экстрактами (рис. 1).

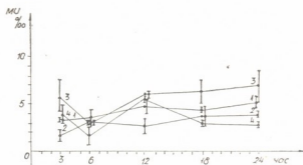


Рис. 2. Изменение митотической активности куриных эмбрионов под действием экстрактов предсердий и желудочков взрослой курицы в количестве 0,02 мл. Обозначения те же, что и на рис. 1

Более четкий эффект получен в случае применения 0,02 мл экстракта. Сопоставление этих данных с митотическим индексом при введении такого же количества 0,14 М NaCl показывает, что экстракт



предсердий заметно повышает пролиферативную активность сердца куриного зародыша, в то время как экстракт желудочков, хоть и не столь значительно, большей частью тормозит ее (рис. 2). Повышение митотического индекса на 12-й час опыта, по-видимому, носит регуляторный характер и является следствием предшествующего ему торможения пролиферации.

При применении еще большего количества (0,05 мл) оба экстракта изменяли пролиферативную активность в сердце зародышей в направлении повышения митотического индекса, однако сдвиги резко были выражены в случае введения экстракта предсердий (рис. 3).

Неодинаковое действие разных количеств экстрактов на пролиферацию клеток сердца куриного зародыша, очевидно, зависит от соотношения количеств рост-регулирующих веществ в сердце реципиентов и в экстрактах, откуда они поступают в сердце, являющиеся, по-видимому, их основной мишенью.

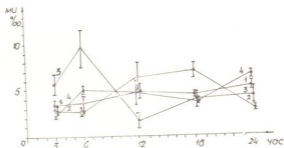


Рис. 3. Изменение митотической активности куриных эмбрионов под действием экстрактов предсердий и желудочков взрослой курицы в количестве 0,05 мл. Обозначения те же, что на рис. 1.

Проведенные опыты позволили установить, что сердце взрослой курицы содержит как рост-стимулирующий, так и рост-тормозящий факторы. Есть основания предполагать, что эти факторы не совсем равномерно распределены по отделам сердца курицы. Действительно, при введении в зародыши относительно небольших количеств экстрактов (0,02 мл) проявляется их различное действие на пролиферативную активность в сердце куриного зародыша. Создается впечатление, что в предсердиях больше рост-стимулирующего, а в желудочках — рост-тормозящего фактора. Таким образом, неравномерное распределение рост-регулирующих веществ в предсердиях и желудочках может служить одной из причин, обуславливающих их разную способность к восстановлению.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной морфологии  
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 17.4.1975)



## რ. ლეჟავა

მოზრდილი ქათმის წინაგულებისა და პარკუჭების მასტრატების გავლენა 11-დღიანი ქათმის ჩანასახის გულის პროლიფერაციულ აქტივობაზე

## რეზიუმე

შესწავლილია მოზრდილი ქათმის წინაგულებისა და პარკუჭების ექსტრაქტების ზემოქმედება 11-დღიანი ქათმის ჩანასახის გულში მიტოზურ აქტივობაზე. გამოირკვა, რომ მოზრდილი ქათმის გული შეიცავს ზრდის მასტიმულირებელ და შემაკავებელ ნივთიერებებს. იქმნება შთაბეჭდილება, რომ წინაგულში მეტია ზრდის მასტიმულირებელი ნივთიერება, პარკუჭში კი — ზრდის შემაკავებელი. ზრდის მარეგულირებელი ნივთიერებების ასეთი არათანაბარი განაწილებით შეიძლება იყოს განპირობებული წინაგულისა და პარკუჭის რეგენერაციის განსხვავებული უნარი.

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

R. A. LEZHAVA

THE ACTION OF EXTRACTS OF AURICLES AND VENTRICLES  
OF ADULT HEN ON THE PROLIFERATIVE ACTIVITY IN THE  
CARDIAC MUSCLE OF 11-DAY-OLD CHICK EMBRYO

## Summary

The action of extracts of auricles and ventricles of adult hen on the proliferative activity in the cardiac muscle of 11-day-old chick embryo was studied. The heart of adult hen was found to contain growth-stimulating and growth-inhibiting substances. It may be assumed that auricles contain more growth-stimulating substances, whereas ventricles contain more growth-inhibiting ones. Such uneven distribution of growth-regulating factors presumably causes a difference in the regenerative capacity of auricles and ventricles.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. P. Rumyantsev. Z. Zellforsch., 139, 1973, 471—499.
2. П. П. Румянцев, В. О. Миракян. Цитология, 10, 10, 1968, 1276—1285.
3. Г. Д. Тумანიшвили. Некоторые вопросы регуляции роста живых тканей. Тбилиси, 1965.



УДК 616.833.16

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Н. Ш. ШЕНГЕЛИЯ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГАНГЛИОЗНЫХ КЛЕТОК  
 ГАССЕРОВА УЗЛА И НЕРВНЫХ ВОЛОКОН ПОСЛЕ  
 АЛКОГОЛИЗАЦИИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 4.5.1975)

Среди современных химиотерапевтических средств, предложенных для лечения невралгии тройничного нерва, значительное место занимает метод алкоголизации, так как он наиболее доступен и безопасен [1]. Имеющиеся данные указывают на морфологические и функциональные изменения в рефлекторной дуге тройничного нерва после алкоголизации, однако эти данные базируются на разобщенных исследованиях отдельных звеньев рефлекторной дуги и не позволяют определять степень поражения чувствительных волокон тройничного нерва при алкоголизации [2, 4]. Учитывая значение гистологических изменений в гассеровом узле и его ветвях не только при невралгии тройничного нерва и его алкоголизации, но и при любом поражении органов ротовой полости, мы решили изучить участки гассерова узла и его ветвей после алкоголизации.

Экспериментальные исследования были проведены на четырех взрослых собаках. В область второй ветви тройничного нерва (справа и слева) вводили 82° алкоголь. Животных забивали через 6 месяцев после инъекции. Изучали изменения ганглиозных клеток, нервных волокон и стромы гассерова узла.

Материал фиксировали в 10% формалине и 96° спирте с последующей заливкой в парафин и целлоидин. Гистологические срезы толщиной до 10 мк окрашивали гематоксилин-эозином, по Ниссля, импрегнировали по Грос—Бильшовскому. Для изучения сосудисто-соединительнотканых образований применяли срезы из гассерова узла с окраской пикрофуксином по Ван-Гизону.

Результаты опытов показали, что через 6 месяцев после алкоголизации структура исследуемых элементов резко изменена, в нервных волокнах и ганглиозных клетках гассерова узла отмечаются сдвиги дистрофического характера. В гассеровых узлах подопытных животных, по сравнению с интактными, обнаруживаются нейроны с признаками набухания, ядра этих клеток имеют нечеткие контуры и нередко смещены на периферию. Нисслевская субстанция характеризуется хаотичным распылением, периферическим, реже центральным хроматолизом. В цитоплазме значительной части ганглиозных клеток наблюдается отложение пигмента липофусцина. Выявлены также гиперхромные и вакуолизированные клетки с распадом ядра и клеточного тела. Некоторые нейроны деформированы и сморщены.

На импрегнированных препаратах наблюдаются «явления раздражения» нейронов и нервных волокон различной интенсивности в

виде шарообразных вздутый, неравномерного утолщения, петлистых разрастаний нервных волокон. Гипертрофированные нейроны содержат крупные глыбки нисселевской субстанции. Осевые цилиндры некоторых нервных волокон несколько утолщены и избыточно извиты, образуя коллатерали.

Большинство нервных волокон имеет равномерную толщину и четкие контуры. Однако во всех ветвях встречаются аксоны с выраженной аргирофилией. В подавляющем большинстве срезов в стенках кровеносных сосудов как ганглиозных клеток, так и нервных ветвей отмечаются дистрофические изменения. Базальный слой капилляров и мелких сосудов окрашивается по Ван-Гизону в диффузный красный цвет. Аналогичными свойствами обладают также различные участки стромы гассерова узла, в некоторых местах коллагиновые волокна разрыхлены, просветы мелких артериол и венул сужены за счет разрастания внутреннего слоя.

Вышеотмеченные сдвиги выражены в ганглиозных клетках гассерова узла интенсивнее, чем в нервных волокнах и строме гассерова узла.

Подытоживая результаты морфологических исследований, следует подчеркнуть, что сочетания дистрофических изменений в нейронах и нервных волокнах с накоплением в некоторых из них нисселевского вещества описано и другими авторами при пародонтозе [1, 3, 4] и расценивается как следствие длительной функциональной инактивации нейронов. Наши наблюдения свидетельствуют о том же.

Проведенное исследование нейронов гассерова узла и нервных проводников второй ветви тройничного нерва указывает на наличие морфологических доказательств нарушений чувствительной иннервации во всех звеньях рефлекторной дуги тройничного нерва после его алкоголизации.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натншвили

(Поступило 8.5.1975)

ქვემოთხატული მორფოლოგია

#### 6. შეჯამება

გასერის კვანძის განვლილი უჯრედებისა და ნერვული გოგოკობის მორფოლოგიური ცვლილებები სამწებარ ნერვის ალკოპოლიზაციის შემდეგ

#### რეზიუმე

ჩატარებულია ექსპერიმენტული გამოკვლევა ზრდასრულ ძილვებზე. შესწავლილია გასერის კვანძის, განვლილი უჯრედების, ნერვული გოგოკობის და სტრომის მიკროსკოპული სურათი 82° ალკოპოლის ინექციიდან 6 თვის შემდეგ.

კვლევის შედეგები მორფოლოგიურად ადასტურებენ იმ ფაქტს, რომ ალკოპოლიზაციის შემდეგ ირღვევა მგრძობიარე ინერვაცია სამწებარ ნერვის რეფლექტორული რკალის მთელ მანძილზე.

N. Sh. SHENGELIA

MORPHOLOGICAL CHANGES OF GASSERIAN GANGLIONIC  
CELLS AND NERVE FIBRES FOLLOWING ALCOHOLIZATION  
OF THE TRIGEMINAL NERVE

Summary

An experimental study has been carried out with adult dogs. The microscopic picture of Gasserian ganglionic cells, nerve fibres and stroma were studied within six months of 82° alcohol injection.

The results morphologically prove the fact that following alcoholization the sensory innervation is disturbed along the entire length of the reflex arc of the trigeminal nerve.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Григорович. Хирургия нервов. М., 1969, 279—289.
2. В. С. Иванов. Морфологические изменения гассерова узла при амфодонтозе. Автореферат, М., 1959.
3. Л. Р. Балон. Стоматология, 6, 1965, 40—41.
4. В. Б. Недосеко. Морфофункциональная характеристика изменений нейронов главных чувствительных ядер тройничного нерва и гассеровых узлов при пародонтозе по некоторым количественным и качественным показателям. Автореферат, Омск, 1972.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Зиг. А. ЗУРАБАШВИЛИ, Г. А. ЧУРАДЗЕ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРА ХРОМАТИНОВЫХ  
ДЕЗОКСИНУКЛЕОПРОТЕИДНЫХ НИТЕЙ ИЛИ НИТЕЙ-ДНП

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 6.4.1975)

Основными структурными частями ядра являются элементарные нити, которые в большей или меньшей степени спирализованы, имеют диаметр в среднем 100—200 Å, локализованы в местах, содержащих ДНК. По своей природе нити являются дезокси-нуклеопротеидами и потому, как отмечает Г. П. Георгиев [1], их можно назвать хроматиновыми дезокси-нуклеопротеидными нитями или нитями-ДНП.

По данным ряда авторов [2—4] нити-ДНП содержат ДНК+гистон+негистонные белки.

Нами изучен характер хроматиновых дезокси-нуклеопротеидных нитей на секционном материале, а также при различных экспериментальных воздействиях в коре головного мозга животных методом электронной микроскопии (животные sensibilizirovani антигеном немикробной природы, животные sensibilizirovani антигеном микробной природы, предварительно sensibilizirovani животным введен микробный антиген, группа несensibilizirovani животных—контрольный материал, автолитический материал).

Анализ полученных данных показывает, что на секционном материале в ядрах нейронов отмечаются лишь отдельные, очень короткие нити-ДНП, рибонуклеопротеидных гранул почти нет, что указывает на резкое снижение функции ядра.

При автолитических процессах снижение обмена нейронов связано с видом животного, а также с состоянием его перед смертью [5]. Характер нитей-ДНП подтверждает сказанное. Так, на автолитическом материале нити-ДНП отмечаются лишь в первые часы после смерти. Они короткие, извиты, вторичных ветвей мало, количество рибонуклеопротеидных гранул довольно большое. У крыс нити-ДНП отмечаются лишь на материале спустя 15—30 минут после декапитации животного. Они довольно короткие, извиты, вторичных ветвей почти нет, рибонуклеопротеидных гранул мало. Собаки, подвергнутые предварительному электросудорожному воздействию, после смерти имеют очень короткие нити-ДНП, намного короче, чем на материале без электросудорожного воздействия.

При sensibilizirovani функциональная активность нейрона значительно выше, чем на контрольном материале [6—9], так как она связана с процессами выработки антител. При этом нити-ДНП длинные, не извиты, вторичных ветвей мало, отмечается довольно большое число рибонуклеопротеидных гранул. Можно предположить, что здесь активность нитей-ДНП находится в состоянии как бы предварительной готовности.

При пневмонии обменные процессы изменены [10, 11]. В частности, в коре они снижены. Нити-ДНП сильно извиты, сравнительно короткие, много вторичных и третичных ветвей, отмечается большое число рибонуклеопротеидных гранул. В этом случае, очевидно, идет подготовка нейрона к интенсивной выработке антител на введение микробного антигена.

При пневмонии, протекающей на фоне сенсibilизации, обмен нейронов выше, чем при пневмонии без сенсibilизации [6, 7]. Нити-ДНП довольно длинные, слабо извиты, вторичные нити сильно извиты и очень длинные, однако общее количество вторичных нитей небольшое. Отмечается большое число рибонуклеопротеидных гранул. Можно предположить, что здесь, с одной стороны, имеет место повышенная активность ядра, которая связана с выработкой антител, на что указывают вторичные цепи, а с другой стороны, — довольно большая длина нитей ДНП. Последнее обстоятельство говорит о том, что нити-ДНП активны лишь частично и продолжают оставаться в основном в состоянии предварительной готовности, как это отмечалось при сенсibilизации.

Результаты работы показывают, что обмен нейрона может быть подробно изучен с помощью анализа характера нитей-ДНП, величина и форма которых связана с функциональной активностью ядра нервной клетки.

НИИ психиатрии  
 им. М. М. Асатiani  
 МЗ ГССР

(Поступило 15.5.1975)

მასკარიმენტალი მორფოლოგია

ზიგ. ზურაბაშვილი, თ. ჭურაძე

პრომატინულ-დემოქსინუკლეოპროტეინული ძაფების (ძაფი-დ ნ პ)  
 თავისებურებების შესწავლის საკითხისათვის

რეზიუმე

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა იქნა, რომ ნეირონში მიმდინარე ცვლის პროცესები შეიძლება დაწვრილებით იქნეს შესწავლილი ძაფი-დ ნ პ ანალიზის დახმარებით, რომლის სიდიდე და ფორმა დაკავშირებულია ნერვული უჯრედის ბირთვის ფუნქციონალურ აქტივობასთან.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

Zig. A. ZURABASHVILI, T. A. CHURADZE

ON THE STUDY OF THE NATURE OF DNP THREADS

#### Summary

The results of the present study show that the metabolism of a neuron can be studied in detail by analyzing the nature of DNP threads, the size and form of which are related to the functional activity of the nervous cell nucleus.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Георгиев. Nucleus In Enzyme Cytology. Acad. Press, London and New York, 1968, 32.
2. Y. Zubaу, P. Z. Doty. J. Mol. Biol., 1, 1, 1959.
3. Г. П. Георгиев и Ю. С. Ченцов. Биофизика, 8, 1963, 50.
4. H. Pis. Can. J. Genet. Cytol., 3, 1961, 95.
5. Б. Р. Нанейшвили, Зиг. А. Зурабашвили, Н. Ш. Дарчия. Сб. трудов, посвященный 80-летию со дня рождения С. А. Саркисова. М., 1975.
6. Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973, 713.
7. Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Материалы симпозиума, посвященного структуре и конвергенции синапсов. М., 1973.
8. Б. Р. Нанейшвили, Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Тез. докл. IX Всесоюзной конференции по электронной микроскопии. Тбилиси, 1973.
9. Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975, 481.
10. Т. А. Чурадзе. Материалы по изучению некоторых особенностей клиники и патоморфологии ЦНС при токсических формах пневмонии в раннем детском возрасте. Автореферат, Тбилиси, 1964.
11. Т. А. Чурадзе, Зиг. А. Зурабашвили. Труды Пленума Правления Всесоюзного о-ва невропатологов и психиатров. Казань, 1974, 215.



А. М. РОМАНКО

## СУЖЕНИЕ ФАЗЫ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА И ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

(Представлено академиком И. К. Пипиа 28.2.1975)

В некоторых медицинских приборах, например в ЭКС1-01 завода «Биофизприбор» [1], имеется электронное устройство, обеспечивающее выделения R-зубца из предварительно усиленного кардиосигнала, которым управляется звуковой генератор, служащий в качестве дистанционного сигнализатора.

Известен также прибор [2] для оценки электрокардиограмм, где выделение R-зубца биоэлектрической активности сердца происходит из предварительно усиленного биосигнала, которым управляется генератор прямоугольных импульсов для дальнейшего сравнения заранее установленной индикатором предельной величины ЭДС сердца.

Существует способ [3], где выделение R-зубца включает цель формирования импульсов, длительность которых превышает установленную величину над порогом ограничения.

Эти приборы не дают возможности высвободить цикл электрической деятельности сердца от составных компонентов P, S, T и сузить фазу деполяризации желудочков сердца (QRS), не говоря уже об их сложности.

Нами разработано устройство для сужения (преобразования) фазы электрической деполяризации желудочков сердца, которое как маркировочная отметка будет использоваться при разных задачах электрофизиологического исследования биологической структуры [4].

Предложенный нами «преобразователь», функциональная скелетная схема которого дана на рис. 1, собран в алюминиевой коробочке размерами 170×90×60 мм, содержит полупроводниковые приборы, источник электроэнергии, выключатель питания, органы управления и экранпроводники длиной по 75 см для подключения пациента. Весит он 265 г и состоит из блоков: 1 — усилителя биопотенциалов сердца, 2 — устройства балансировки первого блока, 3 — избирательного каскада «селектора», 4 — амплитудного ограничителя, 5 — импульсного усилителя и 6 — регулятора амплитуды выходного сигнала суженной фазы деполяризации желудочков сердца.

Работа указанного «преобразователя» продемонстрирована на рис. 2, где 1 — обычная электрокардиограмма со второго классического отведения, 2 — кардиоимпульсограмма суженной фазы деполяризации желудочков сердца, выполненная через предложенное нами устройство, 3 — совмещенная на одном канале (носителе информации) регистрация кардиоимпульсограммы и реовазограммы правой голени, 4 — совмещенная регистрация кардиосигнала и баллистокардиограммы. Совмещенные функциональные показатели (3, 4) выполнены с помощью нашего устройства способом, описанным в [4].

Методика и анализ двух одновременно измеряемых функциональных показателей организма изложены в [5].

Перспективность предложенного нами «преобразователя» фазы деполяризации желудочков сердца была испытана в отделе патофизиологии ЦНИИ Тбилисского мединститута, где было отмечено следующее:

Применением совокупности известных радиотехнических узлов с помощью предложенного устройства реализован способ одновременного измерения двух электрических величин какой-либо биологической структуры на одном носителе информации.

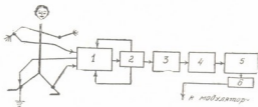


Рис. 1

С помощью предложенного устройства полученные комплексные кривые регистрируются на одном носителе информации без амплитудных и фазовых искажений, хорошего качества и годны для количественной оценки.

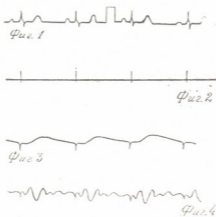


Рис. 2

Предложенное устройство легко выполнимо, малогабаритно, экономично и транспортабельно, его можно применять для всех типов электрокардиографов как приставку для осуществления способа [4].

Предложенное устройство, помимо чисто медицинского, имеет и экономический эффект. Применение его как приставки к портативным одноканальным электрокардиографам позволит сократить расходы на разработку и совершенствование многоканальных электрокардиографов, что даст экономию в народном хозяйстве.

Предложенное устройство с применением способа [4] дает возможность передачи информации по каналам связи (причем достаточно наличия лишь одного канала), чем можно осуществить квалифициро-

ванную консультацию врачам, работающим в отдаленных районах, для постановки правильного диагноза и проведения соответствующих лечебно-профилактических мероприятий.

НИИ экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 28.2.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ა. რომანკო

ზულის ელექტრული დეპოლარიზაციის ფაზის უმეცრობა და მისი  
გამომწვევის პერსპექტივა

რეზიუმე

ცნობილი რადიოტექნიკური კვანძების გამოყენებით წინასწარ გაძლიერებული კარდიოსიგნალი იზღუდება ამპლიტუდით ზემოდან, რომელიც უერთდება იმპულსურ გამაძლიერებელს, საიდანაც გამოიყოფა ხაზოვანი იმპულსები.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. M. ROMANKO

## A NARROWER OF THE ELECTRIC DEPOLARIZATION PERIOD AND ITS PROSPECTIVE USE

Summary

Electronic devices used in various systems of apparatuses, means of isolating the R-tooth from the components of the cardiac electric activity, as well as their use and criticism are presented in the paper.

A device is described with the help of which simultaneous measurement of two electric values of a biological structure is carried out in a single channel.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Электрокардиосигнализатор типа ЭКС1-01, техническое описание и инструкция по эксплуатации. Л., 1962.
2. ФРГ, Акц. заявка № 1962077. НКИ 30a—4/03, М., кл. А61в 5/04, 1973.
3. А. Л. Блюмен, В. П. Галкин, О. А. Голубева. Авт. свид. № 412887. Бюлл. изобр., № 4, 1974.
4. А. М. Романко. Заявка на изобретения способа одновременного измерения двух электрических величин какой-либо биологической структуры. № 2099227/28—13, М. кл. А61в 5/00, 1975.
5. А. М. Романко. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Г. ТАТИШВИЛИ, С. П. ЕНУКИДЗЕ

ПРИМЕНЕНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ, КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ И ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА В ПОЧКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 26.5.1975)

Различия в интенсивности обмена, в снабжении кислородом и его утилизации корковым и мозговым веществами почки определяют интерес к установлению связи окислительно-восстановительных процессов в отдельных слоях почечной ткани с кислотно-щелочным равновесием, а также электролитным обменом с помощью потенциометрического метода.

Нами разработана методика непрерывной длительной регистрации ионного состава (рН, рNa и рCl) на трех анатомических уровнях почки: на поверхности декапсулированной почки, в ее корковом и мозговом слоях. Активность ионов  $H^+$ ,  $Na^+$  и  $Cl^-$  измерялась потенциометрическим методом с использованием разработанных в СКБ АП (Тбилиси) миниатюрных селективных стеклянных электродов для измерения рН и хлорсеребряных электродов для измерения рCl. В качестве вспомогательного электрода использовался хлорсеребряный электрод со стеклянным электролитическим ключом пипеткообразной формы, заполненный агар-агаровой смесью, — видоизмененный серийный датчик ДЛ-01. Измерение рН, рNa и рCl проводилось на установке, состоящей из приборов-преобразователей типа ЛПУ-01.

В исследуемые слои почки, в специально подготовленные насечки, укреплялись соответствующие измерительные датчики. Показания с приборов снимались спустя 15—20 минут после стабилизации и прекращения кровотечения.

Всего было проведено 20 опытов: 10 — на почках при сохраненном кровотоке и 10 — на почках, ишемизированных пережатием сосудистой ножки.

Обращает на себя внимание тот факт, что все ионометрические показатели, изучаемые на почках с сохраненным кровотоком, отличаются большей стабильностью, что, по-видимому, объясняется нормальным и равномерным течением обменных процессов в почке.

| Время            | Поверхность |      |      | Корковый слой |      |      | Мозговой слой |      |      |
|------------------|-------------|------|------|---------------|------|------|---------------|------|------|
|                  | рН          | рNa  | рCl  | рН            | рNa  | рCl  | рН            | рNa  | рCl  |
| Начало измерений | 7,37        | 0,94 | 0,95 | 7,38          | 0,95 | 0,96 | 7,35          | 0,93 | 0,94 |
| Через 8 часов    | 7,37        | 0,94 | 0,95 | 7,38          | 0,95 | 0,96 | 7,35          | 0,93 | 0,94 |

При сопоставлении значений рН на различных анатомических уровнях почки видно, что в корковом слое этот показатель всегда вы-

ше, чем в мозговом, приблизительно на 0,03—0,05, а на поверхности имеет промежуточные значения. Если исходить из известных данных [1, 2] о том, что корковый слой оксигенируется лучше, чем мозговой, и что в корковом слое преобладают аэробные, а в мозговом слое анаэробные процессы, то полученные факты о более низком значении рН в мозговом слое следует рассматривать как еще одно доказательство различной интенсивности метаболизма в почке на разных ее анатомических уровнях.

Значения рNa во всех слоях почки колебались в пределах 0,92—0,96 (в пересчете на миллиэквиваленты 136—144 экв/л). Это соответствует значению рNa в плазме крови и внеклеточной жидкости. Кроме того, значение рNa в мозговом слое было всегда несколько ниже, чем в корковом, приблизительно на 0,02—0,03, что свидетельствует о более высокой концентрации ионов  $\text{Na}^+$  в мозговом слое почки. Если исходить из того, что в мозговом слое преобладают анаэробные процессы из-за более низкого напряжения кислорода, а при снижении  $\text{PO}_2$  угнетаются процессы реабсорбции  $\text{Na}^+$  [3], то можно ожидать, что в мозговом слое с его системой собирательных трубок и вторичной мочой будет несколько более высокая концентрация ионов  $\text{Na}^+$ , чем в корковом слое. Аналогичные данные получены в отношении распределения ионов Cl.

Таким образом, в почке, как и в других органах и тканях организма, между ионным обменом и кислотно-щелочным равновесием, с одной стороны, и интенсивностью окислительного процесса, с другой, существует определенное соотношение и содержание ионов изменяется в зависимости от окислительных процессов.

Распределение ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в почке, зависящее от интенсивности окислительно-восстановительных процессов в отдельных ее слоях, очевидно, изменяется при ишемии. Отсутствие данных по этому вопросу побудило нас в 10 опытах осуществить динамический контроль над рН, рNa и рCl в поверхностном, корковом и мозговом слоях почки собаки при ишемии. Наблюдения продолжались 8 часов. В течение всего периода ишемии наблюдались снижение рН и повышение рNa и рCl во всех исследуемых слоях почки. Однако скорость изменения этих показателей за весь срок наблюдения была различной. Это относится прежде всего к скорости изменения рН во всех изучаемых слоях почки. Наблюдения показали, что скорость изменения рН в течение первых 20 минут на поверхности и в корковом слое выше, чем в мозговом слое, тогда как в дальнейшем эти различия практически нивелируются. Полученные данные становятся понятными при учете различий в типе обмена в исследуемых слоях почки. Особенно быстрый темп изменения рН на поверхности отмечается в первые 90 минут ишемии, после чего наступает резкое изменение скорости этого показателя.

Определяя рН как показатель интенсивности гликолиза или энергообразования, можно считать, что к 90-й минуте отмечается затухание энергопродукции в клетке.

Исходя из собственных данных по рН и опираясь на известные литературные источники [4—8], мы полагаем, что 90 минут — это предельно допустимый срок ишемии почки.

На клеточном уровне этот срок должен определяться временем выравнивания ионных градиентов. Динамическое изучение рNa и рCl

на поверхности почки показало, что полное прекращение изменений потенциала рNa- и рCl-электродов наступало к 30-й минуте ишемии.

Гипоксия обуславливает снижение рН и повышение рNa и рCl внеклеточной среды во всех слоях почки, однако изменения изучаемых ионометрических показателей в корковом и поверхностном слоях выражены нагляднее, чем в мозговом, что, очевидно, объясняется различными типами обмена в исследуемых слоях почки.

На основании динамической регистрации рН, рNa и рCl в почке при ишемии выделено три периода:

1) «клеточной агонии» — продолжительностью до 30 минут, от момента прекращения кровотока до выравнивания ионных ( $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ) градиентов;

2) развития «клеточной смерти» — от 30 до 90 минут, когда тормозится скорость снижения рН;

3) необратимых «некротических» изменений — позже 90 минут ишемии почки.

Таким образом, потенциометрический метод позволил установить связь между окислительно-восстановительными процессами и кислотно-щелочным равновесием и электролитным обменом в почке в норме и патологии.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ СССР

(Поступило 29.5.1975)

ქვეყნიური მედიცინის

ბ. ტატიშვილი, ს. ენუკიძე

კოტეჯიკობრული მეთოდის გამოყენება თირკმლის ქანგვა-  
აღდგენითი პროცესების, ტუტე-მავაზური წონასწორობისა  
და ელექტროლიტური ცვლის შესწავლის მიზნით

რეზიუმე

შემუშავებულია იონური შედგენილობის (pH, pNa, pCl) ცვლილების უწყვეტი და ხანგრძლივი რეგისტრაციის მეთოდიკა თირკმლის სამი ანატომიური შრისათვის სელექტური ელექტროდების გამოყენებით.

იონთა ცვლის დინამიკა შევისწავლეთ თირკმელში როგორც ჩვეულებრივი (დაურღვევი) სისხლმოქცევის პირობებში, ისე იშემიის დროს.

ჩატარებული გამოკვლევების მიხედვით თირკმელში არსებობს კავშირი იონურ ცვლასა, მჟავა-ტუტოვან წონასწორობასა და ქანგვა აღდგენის პოტენციალს შორის.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. G. TATISHVILI, S. P. ENUKIDZE

## THE USE OF THE POTENTIOMETRIC METHOD IN THE STUDY OF REDOX PROCESSES, ACIDIC-ALKALINE BALANCE AND ELECTROLYTIC METABOLISM IN THE KIDNEYS

Summary

A method has been elaborated for continuous, sustained recording of the changes of ionic composition (pH, pNa and pCl) on the three anatomical levels of normal and ischemic kidneys.

The activity of the  $H^+$ ,  $Na^+$  and  $Cl^-$  ions was studied by the potentiometric method, using diminutive selective electrodes developed at the Special Designers Office on the ЛПУ-01 type transducer device.

The studies carried out have enabled to establish—with the help of the potentiometric method—the relation between the intensity of redox processes and the acidic-alkaline balance and the level of electrolytic metabolism in normal and pathological kidneys.

ლიტერატურა — LITERATURE — REFERENCES

1. Y. Strauss, A. V. Beran, C. T. Brown. *Am. J. Physiol.*, 215, 1968, 1482—1487.
2. A. Aperia. *Acta Physiol. Scand.*, 75, 1969, 353—359.
3. A. Nonig, R. Kahlfeld, W. Marin, V. Rauhut. *Hund. Wiss. Beitz. Martin-Luther-Univ.*, 1970.
4. C. Semb. *Acta Chir scand.*, 98, 1949, 457.
5. C. A. Hardin, W. Z. Valk. *Surg. Gynec. Obstet.*, 106, 1958, 1, 82—86.
6. R. V. Calne. *Brit. Med. Bull.*, 21, 1965, 2, 166—170.
7. Ю. М. Лопухин, Э. М. Коган, Э. Г. Шифрин. *Материалы I Всесоюзной конференции по пересадке органов. Минск, 1966, 503—504.*
8. Л. Г. Манагадзе. *Консервация почки методом гипотермии в сочетании с гипербарической оксигенацией. Автореферат, М., 1971.*



დ. შენგი

მწკრივთა ფორმების წარმოება ბასიკის თხზულებებში.

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 20.5.1975)

აღორძინების ხანის პოეტის ბესარიონ გაბაშვილის თხზულებები ენათმეცნიერული თვალსაზრისით საინტერესო სურათს გვიჩვენებენ. მთელ რიგ ენობრივ მოვლენათა შორის ყურადღებას იქცევს პოეტის მიერ არქაული ფორმების ხშირი გამოყენება, რაც განსაკუთრებით თავს იჩენს ზმნის მწკრივთა ფორმების წარმოების დროს. საყურადღებოა, რომ სხვადასხვა არქაული მოვლენების გვერდით, ბესიკთან ნახმარია ძველი ქართული ენისათვის სპეციფიკური მწკრივები — აწმყოსა და უწყვეტის ხოლმეობითები, მეორე ბრძანებითი და მეორე ხოლმეობითი.

ნაშრომში განვიხილავთ ბესიკის თხზულებებში [1] დადასტურებულ მწკრივთა წარმოების ზოგიერთ შემთხვევას.

I სერიაში

ა) ისევე, როგორც ძველ ქართულში, იშვიათად აწმყოს გაგებით ნახმარია მყოფადის ფორმები: რძალსა ეტყვის დედაძილი: „ძველი დღენი მოიგონე... (გვ. 149); დედასა კითხავს: „რა გიყო... (გვ. 152).

ბ) დინამიკური ვნებითი გვარის ზმნათა III პირში დაცულია ძველი ქართლის ს სუფიქსი: ბევრი ვინმე გაიმჟღავნების (გვ. 43); ჩინუმაჩინს გაიგზავნების (გვ. 43); გულის ცატყდების (გვ. 77); ეს ედარების (გვ. 96) და სხვ.

გ) იშვიათად გვხვდება ძველ ქართულში არსებული აწმყოს ხოლმეობითის ფორმები: აქენ (გვ. 143); ასხურებნ (გვ. 144); აქენ შებმით შენასწავი; ასხურებნ ცრემლთა.

დ) როგორც ცნობილია, ავ-იან ზმნებს ძველად თემის ნიშნად ვნებითში იგივე ავ ჰქონდათ, რაც მოქმედებითში, ოღონდ, რადგანაც შემდეგ ხმოვანი მოსდევდა (აწმყოში მწკრივის ნიშანი ი, სავრცობიან მწკრივებში ოდ), ამიტომ ავ-ის ხმოვანი იკარგებოდა და მართო ვ რჩებოდა. ვარდა ამისა, თუ ფუძე კუმშვადი იყო, იგი აქაც შეიკუმშებოდა [2]. ძველი ქართულის ეს ვითარება ბესიკთანაც დაცულია თითო-ორიჯერ ზმნაში: იკუნტვის (გვ. 96); იტანჯვის (გვ. 96).

ე) უწყვეტელსა და უწყვეტლის ხოლმეობითში დაცულია ავ-იან, ამ-იან და ოდ-იან ზმნათა ძველ ქართულში არსებული თავისებურებები: ვკვირიდი (გვ. 120); განახვიდი (გვ. 35); სცვარვიდა (გვ. 30); მიმოხედვიდა (გვ. 155); შეიჭუროდა (გვ. 126); სცვიდეს (გვ. 84).

სცვიდეს ზმნა ძველ ქართულშივე გამოირჩეოდა თავისებურებით: არ იღებდა ქცევის პრეფიქსებს, არ იგუებდა პრევერბს და იხმარებოდა მხოლოდ აწმყოს წყებაში [3]. ბესიკთანაც ასეა გამოყენებული იგი.

ავ და ამ სუფიქსიან ზმნებში ზოგჯერ დარღვეულია ძველი ქართულის ნორმები: მოულოცვიდენ მეფესა (გვ. 83) (ნაცვლად ფორმისა მოულოცვიდეს); ბერვიდენ ბუკებს (გვ. 126) (ნაცვლად ფორმისა ბერვიდეს); თითბრის ჩანთანი ბწყინვიდენ (გვ. 81) (ნაცვლად ფორმისა ბრწყინვიდეს).





ვ) დასტურდება ძველი ქართულისათვის ჩვეულებრივი უწყვეტლის ხოლმეობითის ფორმებიც: ავაზობდის (გვ. 133); დაითროდის (გვ. 134); იბრძოდის (გვ. 149); გლეჯდის (გვ. 152); მისძახდის (გვ. 131). მაგალითად: იბრძოდის ვითა ლომნი; გლეჯდის (გვ. 152); მისძახდის (გვ. 131). მაგალითად: იბრძოდის ვითა ლომნი; გლეჯდის თმათ ნაწნავსა...

I სერიის მწკრივებში ზოგიერთ ზმნაში მარტივი ფუძე გამოყენებული: ხოცდის (გვ. 128); უწოდს (გვ. 123); არ იბრალებენ (გვ. 149); იხოკს (გვ. 165).

ამ მარტივი ფორმების ხმარება შესაძლებელია ლექსთწყობის მიზნითაც არის გამოწვეული: ამისი მსმენი პირს იხოკს სულთქმა-ვახვახით რძალუა“ და ა. შ.

## II სერიაში

ა) ზოგჯერ წყვეტილის III პირის მრავლობით რიცხვში ვნებითი გვარის ზმნებში დაცულია ძველი ქართულის ეს დაბოლოება: ოთხნივე ძმანი შეიოთქვენეს... (გვ. 123); ...სპა უამარნი სამ დასად მოღგეს, ბერვიდენ ბუკებს (გვ. 126).

ბ) წყვეტილის მრავლობით რიცხვში პრეფიქსიანი ვნებითი გვარის ზმნებში ძველი ქართულიდან შემორჩენილია ენ სუფიქსიანი წარმოება: უიმისოდ მოვიკიცხენით (გვ. 92); მტრით ვიზარენით (გვ. 68); იყვენით (გვ. 84); გავიგარენით (უცხო გავხდით, გვ. 46);

ასეთივე წარმოება დასტურდება აგრეთვე ვნებითი გვარის ზმნათა II ბრძანებითის II პირის ფორმებშიც: მოიჯარენით (გვ. 68) (მოგროვდით); გაისარჯენით (გვ. 195); ილმენით გულნი (გვ. 46) (შეიბრალებთ); შეგვიწყნარენით (გვ. 46) და სხვ.

აქა-იქ ასეთი ვნებითის მაგალითები შეინიშნება II კავშირებითშიც: მიივხედნეთ დღესა (გვ. 140); ვემთხვივნეთ სიმარჯვესა (გვ. 140); რათა გვიპყრენეს... (გვ. 138); რათამცა ვიყვნეთ ერთგულად მონებად... (გვ. 192).

ვნებითში ანალოგიური წარმოება ეხლაც ძალაშია აღმოსავლურ კილოებსა და სალიტერატურო ქართულში, მაგრამ დღეს ეს ძალა შესუსტებულია.

გ) არქაიზმია ძველი ქართულიდან შემორჩენილი II ბრძანებითის III პირის ფორმები: მოვედინ, მართა (გვ. 140); აღდეგინ, დავით (გვ. 139); იგი იყავნ (გვ. 187).

დ) მთელი რიგი ზმნები II ბრძანებითის II პირში ძველი ქართულის ფორმით არიან წარმოდგენილნი — მათში არ გვხვდება დღეს აუცილებელი ნართაული ი, ესენია ძველ ქართულში ხმარებული ფუძეები: დაართხ (გვ. 103); გარდაეთხ უხვად (გვ. 77); აგრეთვე შემდეგი ზმნები: აღძარ (გვ. 104); სთქუ (გვ. 142) დამფალთ სამარეს (გვ. 36).

ზოგჯერ II ბრძანებითის II პირში უმარფებულოდ არის ნახმარი II პირის სუბიექტის ნიშანი: განჰკვერთხენ ზურგნი... (გაჯობე, გვ. 101); გარდასკერნ ვნებანი... (გვ. 102).

ამჟამად II ბრძანებითი მკაფიოდ მხოლოდ კილოებშია შემონახული (უმთავრესად მთაში) და ისიც მხოლოდ მეორე პირისათვის. შესამე პირის ფორმები საზოგადოდ დაიკარგა [2].

ე) საკმაო რაოდენობით დასტურდება მეორე ხოლმეობითის ფორმებიც: ვინ გავბედით (გვ. 89); ვხოციუნავი (გვ. 117); შეაყენის (გვ. 134); მაქიან (გვ. 121); შემოხლტის (გვ. 159); იყვის ჩემთვის მზანი (გვ. 119).

## III სერიაში

I თურმეობითის დღევანდელი ფორმების გვერდით პროზაულ ნაწერებში აქა-იქ დასტურდება არქაული ფორმებიც: ხელი შე გ ი მ ა რ თ ე ბ ი ე ს... (გვ. 124); უ ა რ გ ვ ი ყ ო ფ ი ე ს (გვ. 192).

გარდა ზემოჩამოთვლილი შემთხვევებისა, დასტურდება ძველ ქართულში ხმარებული ზმნებიც. დავასახელებთ ზოგიერთ მათგანს:

## გ ვ ა ლ ე

საენათმეცნიერო ლიტერატურაში მიუთითებენ, რომ გ ვ ა ლ ე მნიშვნელობით ვ ე დ ფუძის პარალელურია. იგი სასაუბრო ენაშიც უნდა ყოფილიყო გავრცელებული. ქართულში წართქმითი ბრძანებითის ფორმები ნამყოფი წყვეტილის ფუძეს ეყრდნობოდა (გვალე), რაც არის უძველესი და ძირითადი პრინციპი ქართულში იმპერატივის წარმოებისა [3]. წართქმითი ბრძანებითის ფორმით არის ეს ზმნა ნახმარი ბესიკთანაც გ ვ ა ლ ე (წადი იარე); გ ვ ა ლ ე თ, შვილნო, ვისცა გინდესთ... (გვ. 128). ამავე მწერკრებში დასტურდება მეორე ფორმაც — გ ვ ა ლ ე ნ ი თ: ფიცხლად გ ვ ა ლ ე ნ ი თ! (გვ. 77).

## უ ბ ნ ო ბ ს

როგორც ცნობილია, ეს ზმნა აწმყოს ფორმით ძველ ქართულში არ გვხვდება [3]. ბესიკთან იგი დასტურდება II კავშირებითში: ტკბილად ვ ე - უ ბ ნ ო ყ ე ლ გ დებით... (გვ. 165).

## ე ს ა ვ

ამ ზმნასაც და მისგან ნაწარმოებ ს ა ს ო სახელსაც ერთი და იგივე ს ძირი აქვს. ძველ ქართულში დადასტურებულია მხოლოდ ე პ რ ე ფ ი ე ქ ს ი ა ნ ი ფ ო რ - მ ე ბ ი და ისიც პირველ სერიაში [3]. ე ს ა ვ ზმნა ბესიკთანაც I სერიაში გვხვდება: პირსა ე ს ა ვ უ ხ უ ე ც ს ი ს ა ს (გვ. 102)... ვ ე ს ა ვ თ ზ ე ლ მ წ ი ფ ო ბ ა ს ა თ ქ ე ვ ნ ს ა (გვ. 189).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 29.5.1975)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Д. Г. ЖГЕНТИ

ОБРАЗОВАНИЕ ФОРМ РЯДОВ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ БЕСИКИ

Резюме

В произведениях поэта эпохи Возрождения Бесики, наряду с целым рядом утвержденных языковых явлений, привлекает внимание частое употребление архаических форм. Это особенно чувствуется в образовании форм рядов глагола, где, наряду с разнообразными архаическими явлениями применяются формы, специфичные древнегрузинскому литературному языку: многократные формы настоящего и непрерывного, II повелительный и II многократный.



D. G. ZHENTI

## THE FORMATION OF TENSES IN BESIKI'S WORKS

## Summary

Apart from various archaic phenomena, the use of Present Indefinite and Present Continuous, Imperative II and Indefinite II, which are so specific to Old Georgian, is notable in the works of the 18th century Georgian poet Besiki.

## ლიბერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. გაბაშვილი. თხულებანი. თბილისი, 1962.
2. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები. თბილისი, 1973, 440.
3. ივ. ჭავჭავაძე. ზმნის ძირითადი კატეგორიების ისტორიისათვის ძველ ქართულში. თბილისი, 1954, 130.



თ. ჯაგოღინიძე

რ. ერისთავის ფოლკლორულ-უმეცარებლოებითი მუშაობის  
 ისტორიიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. აბაშიძემ 17.5.1975)

რ. ერისთავის შემოქმედებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია „სცენების“ სახელწოდებით ცნობილ ნაწარმოებებს. ქართულ მწერლობაში ამ ლიტერატურული ჟანრის დაფუძნება რ. ერისთავის სახელთანაა დაკავშირებული. „სცენებში“ რაფ. ერისთავი მისი დროის საზოგადოებრივი ცხოვრების ტიპურ მოვლენებს აღწერდა. თავის დროზე მათ გამოიჩინას დიდი ინტერესით შეხვდა ქართული სალიტერატურო კრიტიკაც. ლიტერატურის მკვლევარებმა „სცენები“ თავისი თანამედროვე ცხოვრების „ფოტოგრაფიულ სურათებად“ სცნეს [1].

რ. ერისთავის „სცენების“ შესწავლა ნათელყოფს, რომ მრავალი „სცენა“ მთლიანად ფოლკლორულ მასალაზეა აგებული.

რ. ერისთავის ეთნოგრაფიული წერილები უმეტესად რუსულ ენაზე ქვეყნდებოდა („Кавказ“, „Записки ЭКОИРГО“, „Кавказская старина“...). საარქივო მასალებიდან ირკვევა, რომ პოეტი ეთნოგრაფიული ხასიათის ცნობებთან ერთად ფოლკლორულ მასალასაც ჰკრებდა, მაგრამ მათი რუსულ ენაზე პუბლიკაციის გამო უმეტეს შემთხვევაში იკარგებოდა ზეპირსიტყვიერების ცალკეულ ნიმუშთა ტექსტუალური სიზუსტე. რ. ერისთავი რუს მკითხველს მხოლოდ მათ შესაბამის პროზაულ თარგმანს აწვდიდა. ამდენად, მის მიერ შეკრებილ ამა თუ იმ სახის ფოლკლორულ მასალაზე მსჯელობა წმირ შემთხვევაში მათ შინაარსზე დაყრდნობით შემოიფარგლებოდა. „სცენების“ გაცნობიდან ჩანს, რომ პოეტი უყურადღებოდ არ ტოვებდა ამ ვარემოებას. იგი ძის მიერ შეკრებილ ზეპირსიტყვიერების ნიმუშებს შემდგომ ცალკე აქვეყნებდა ქართულ პერიოდულ პრესაში. ეს ვარემოება რ. ერისთავის ფოლკლორულ-უმეცარებლობითი მუშაობის თავისებურებაზე მივგავანიშნებს.

1855 წელს რ. ერისთავმა გამოაქვეყნა ვრცელი ნაშრომი „О Тушино-Пшаво-Хевсурском округе“ [2]. ამ თხზულებაში პოეტმა თუშ-ფშავ-ხევსურეთის ყოფის ყოველმხრივი სურათი წარმოადგინა. ეთნოგრაფიულ ცნობებთან ერთად რ. ერისთავს ზეპირსიტყვიერების ნიმუშებიც ჩაუწერია, რასაც მის არქივში დატული ამ ნაშრომის ჩანახატების ქართული პირი მოწმობს [3]. აღნიშნული ფოლკლორული მასალის ერთი ნაწილი პოეტმა, მოგვიანებით, 1870 წელს „დროების“ 27-ე ნომერში გამოაქვეყნა სათაურით „რამდენიმე სურათი ჩვენი ხალხის ცხოვრებიდან“. მასალისათვის რაფ. ერისთავს ხარკვევის სახე მიუცია. წერილში პოეტი ვრცლად აღწერს ფშაველთა ერთ-ერთ „ხატობას“. მკითხველს სთავაზობს ზუცესის ლოცვის (დამწყალობების) ტექსტს. იგი ამ სახის ფოლკლორული მასალის ერთ-ერთ ადრეულ ჩანაწერს წარმოადგენს. ზემოთ დასახელებულ რუსულ ენაზე გამოსულ ნაშრომში კი ეს ტექსტი არაა წარმოდგენილი. რ. ერისთავი რუს მკითხველს მხოლოდ მოკლე შინაარსს აწვდის.

წერილში რაფ. ერისთავის მიერ ფიქსირებულია ხალხის მიერ შესრულებული სიმღერებიც:

## ერთ მხარეს

„ფშაველი ვარ და ფშავს წავალ,  
 იქა მყავს ღედის ძმანია!...“

## მეორე მხარეს

„წყალნი წავლენ და წამოვლენ, ქვიშანი დარჩებიანო,  
 პატარა ქალსა ლამაზსა სისზღისა ცრემლნი სდიანო!“

## მესამე მხარეს

„თესლი თქვენი სჯობს არწივნო, ფრინველს თქვენ უნდა ფერება  
 დავიპერიათ ხოზობი, ბატონთან მივყავს ჩვენებათ“...

ეს ფოლკლორული ნიმუშები არაა შესული ნაშრომში თუშ-ფშავ-ხეცურეთის შესახებ, მაგრამ პოეტს იგი ხელთ ჰქონია და მისი ნაშრომში შეტანა განუზრახავს. ამაზე მეტყველებს საარქივო მასალაც. ხელნაწერში რ. ერისთავი პირდაპირ მიუთითებს: „ამათი სიმღერა ეს არის“ და შემდეგ სიტყვა-სიტყვით მოჰყავს „მესამე მხარეს“ ნამღერი. ამავე წერილში ფიქსირებულია „ჭირის წყენის“ ტექსტიც. ნაშრომში თუშ-ფშავ-ხეცურეთის შესახებ კი მხოლოდ მისი მოკლე შინაარსია გადმოცემული. წერილში ასახული ტექსტი ამგვარი მასალის ერთ-ერთი ადრეული ჩანაწერთაგანია.

შეკრებილი მასალისადმი ასეთი დამოკიდებულება სხვა შემთხვევაშიც შეინიშნება. 1855 წელს გაზეთ „კავკაზში“ (№ 33) სათაურით „Мои заметки“ გამოქვეყნდა რ. ერისთავის წერილი თუშეთის შესახებ. აქ პოეტმა რუს მკითხველს გააცნო აღვანოზის რელიგიური დღესასწაული. სხვა საინტერესო ფოლკლორულ მასალასთან ერთად, პოეტმა მკითხველს მოუთხოვო ბრმა თუში მომღერლის მიერ შესრულებულ ხალხურ სიმღერებზე. ამ შემთხვევაშიც რ. ერისთავი მხოლოდ სიმღერათა შინაარსის გადმოცემით დაკმაყოფილდა. ამდენად, წერილში დაიკარგა ხალხური პოეტური სიტყვის ნიმუშთა სპეციფიკური მხარე. პოეტმა „აღვანობაზე“ ჩაწერილი ფოლკლორული ტექსტები 1873 წელს ჟურნალ „კრებულში“ (№ 10) გამოაქვეყნა. ამას ნათელყოფს რ. ერისთავის მიერ „კავკაზში“ გამოქვეყნებული ცნობების „კრებულში“ თავმოყრილ ზეპირსიტყვიერების ნიმუშებთან შედარება.

წერილში „Мои заметки“ რ. ერისთავი მიუთითებდა, რომ თუშმა მომღერალმა შეასრულა სიმღერები, რომელსაც „ხარის ჩივილი“ უწოდებდა. იმდერა აგრეთვე სიკვდილ-სიცოცხლის, მეფე ერეკლეს და საქართველოს ყოფილ მთავარმართებელ პასკევიჩის შესახებ. ამასთანავე პოეტი ზოგიერთი სიმღერის რუსულ შინაარსსაც აწვდის მკითხველს. თუში მომღერლის მიერ შესრულებული სიმღერის — „ხარის ჩივილი“ — შინაარსი ასეა გადმოცემული: *Песня называлась „жалобы быка“, в ней развивалась мысль, что быку приходится работать шесть дней и, в течении этого времени, ярмо натирает ему шею, бока болят от незаслуженных ударов немытого погонщика...* ანალოგიური შინაარსისა გამოხატული „კრებულში“ გამოქვეყნებულ ხარისადმი მიძღვნილ ლექსებში:

„...შეგაბას შენმა პატრონმა, გამუშავებდეს ძალზედა...  
 ექვსი დღე მოგცა საქმისად, მეშვიდეს — იალაღზედა...“  
 — „შამაბმენ პირ-უბანელინი, საბრეს მალეწენ წელზედა  
 არ ვემართლები, მეუფეფ, ავაგო რქისა წყერზედა?...“

შინაარსობლივი თვალსაზრისით მსგავსება მქადავდება „კრებულში“ გამოქვეყნებულ სიკვდილ-სიცოცხლის ლექსებსა და თუში მელექსის ამ თემაზე ნამღერს შორისაც. „Кавказ“-ში გამოქვეყნებულ წერილში რ. ერისთავი აღნიშნავდა, რომ თუშმა მომღერალმა ასეთი შინაარსის სიმღერაც შეასრულაო:

„...заиграл снова на пандуре, напевая о неумолимости смерти, которая не различает ни возраста, ни происхождения...“

„კრებულში“ გამოქვეყნებულ ერთ-ერთ ხალხურ ლექსში მთქმელის ყუ-რადღება სწორედ სიკვდილის გარდაუვალობაზე და განურჩევლობაზეა გამაზ-ვილებული:

„...სიკვდილა უთბრა სიცოცხლეს: „შენ, სიცოცხლე, ჩემო ყმაო!  
როცა მნებავს ჩემი არის, შენი თავი ხელთა მყოფა:  
არც ხელმწიფე გამაზნია, არც ბატონი, არცა ყმაო!“

ხალხური მოლექსის მიერ აღვანობაზე შესრულებული „სიმღერების“ და „კრებულში“ გამოქვეყნებულ ლექსების იდენტურობაზე მეტყველებს თემატი-კური თანხვედრამაც. „კრებულში“ თავმოყრილი ხალხური პოეზიის ნიმუშები წარმოადგენს ლექსებს „სიკვდილ-სიცოცხლეზე“, ხარისა და პასკევიჩის შესა-ხებ; ანუ იმ ლექსებს, რომელნიც, რ. ერისთავის გადმოცემით, შეასრულა აღ-ვანობაზე თუშმა მომღერალმა.

რ. ერისთავის ზოგიერთი „სცენა“ მთლიანად პოეტის მიერ მიკვლეულ ფოლკლორულ მასალაზეა აგებული. აღნიშნულ გარემოებაზე ჯერ კიდევ ქს. ს ი ხ ა რ უ ლ ი ძ ე მ გამაზვილა ყურადღება [4]. ასეთ შთაბეჭდილებას ტოვებს რაფ. ერისთავის მიერ 1886 წელს „ივერიაში“ (№ 2) გამოქვეყნებუ-ლი „სცენა“ — „ვინ რას ინატრებდა ჩვენში ახალ წელიწადის დღეს“. ამ „სცე-ნაში“ პოეტის მიერ საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში შეკრებილი საახალ-წლო სურვილები ერთ შემთხვევაში ხალხური პოეზიის ნიმუშებითაა გადმო-ცემული, სხვა შემთხვევაში კი ტექსტი ფოლკლორული თვალსაზრისით საინ-ტერესო მასალას შეიცავს. ასე მაგალითად, ქართლელისა და კახელის საახალ-წლო „ნატვრა“ ერთი ხალხური ლექსის ქართლური და კახური ვარიანტებითაა წარმოდგენილი:

„ნეტავი ნატვრა მანატრა  
ეს ნატვრა ამიხდინაო...“

იმერლის, მეგრელის, გურულის, რაჭველის, ფშაველისა და ხევსურის „ნატ-ვრანი“ პროზითაა მიწოდებული მკითხველისათვის. საინტერესო ცნობაა და-ცული გურულის „ნატვრის“ ტექსტში. აქ შემონახულია ცნობა მევენახეობის ღვთაება აგუნას შესახებ. გურულის „ნატვრას“ რ. ერისთავი ასე აღწერს: „ჯერ წაიღებს ძვალს საწნახელზე და არაკუნებს და იძახის: „აგუნა, აგუნა... ჩვენ ქალებს ბევრი ყაჭი და აბრეშუმი არგუნა...“. მართალია, რ. ერისთავს არ მოჰ-ყავს მითოლოგიური ღვთაება აგუნასადმი მიძღვნილი ლექსი, მაგრამ ცნობას მაინც გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ქართული ფოლკლორისტიკისა და ეთნო-გრაფიის თვალსაზრისით.

ფოლკლორულ ამბებსა თუ ცნობებს მეტ-ნაკლებად სხვა „სცენებიც“ შე-იცავს. ერთ შემთხვევაში ასეთი სახის მასალა „სცენაში“ მოქმედი პირის და-სახასიათებლადაა გამოყენებული რ. ერისთავის მიერ („რკინის გზაზე“), სხვა შემთხვევაში ხალხური ანეგდოტებია ჩართული („რამდენიმე სურათი ჩვენი ხალხის ცხოვრებიდან“) [5].

რ. ერისთავის „სცენების“ ფოლკლორისტული კუთხით განხილვა ნათელს ხდის პოეტის შემკრებლობითი მუშაობის მანერას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
შ. რუსთაველის სახელობის ქართული  
ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

Т. И. ДЖАГОДНИШВИЛИ

 ИЗ ИСТОРИИ ФОЛЬКЛОРНО-СОБИРАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
 Р. Д. ЭРИСТАВИ

Резюме

Статья посвящена изучению фольклорно-собирательской работы поэта, этнографа и фольклориста первой половины XIX столетия Р. Д. Эристави.

Р. Д. Эристави систематически публиковал заметки этнографического характера преимущественно о различных уголках Грузии. Их публикация на русском языке искажала текстуальную сторону отдельных фольклорных произведений, вошедших в эти статьи. Впоследствии поэт эти же образцы грузинской народной словесности публиковал отдельно в грузинской периодической печати. Это обстоятельство указывает на манеру фольклорно-собирательской работы Р. Д. Эристави.

 PHILOLOGY
 

---

T. I. JAGODNISHVILI

 FROM THE HISTORY OF R. ERISTAVI'S ACTIVITIES IN  
 COLLECTING FOLKLORE MATERIALS

Summary

The paper is devoted to the study of the work of collecting folklore materials carried on by R. D. Eristavi, a Georgian poet, ethnographer and folklorist of the first half of the 19th century.

The scholarly significance of Eristavi's work is enhanced by the fact that folklore specimens published by him often have the value of the original, for he was one of the first recorders and students of Georgian folklore.

Eristavi systematically published ethnographical notes on various provinces of Georgia. At first he wrote his articles in Russian, which led to a distortion of the textual side of some of the specimens involved. Subsequently, he published the same specimens in Georgian periodicals. This sheds light on Eristavi's style of work in collecting folklore materials.

## ლ ი ბ ი რ ა ბ ა ტ უ რ ა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ს. შ ე ს ხ ი. დროება. № 19, 1872.
2. Р. Эристов. ЗКОИРГО, кн. III. Тифлис, 1855.
3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ხელნაწერთა ინსტიტუტი, რაფ. ერისთავის ფონდი, № 1074.
4. ჭს. ს ი ხ ა რ ლ ი ძ ე. ქართველი მწერლები და ხალხური შემოქმედება, I. თბილისი, 1955.
5. რაფ. ე რ ი ს თ ა ვ ი. თხზულებანი, ტ. III. ტფილისი, 1937.

79-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბესაძე მ. 647  
 აბესაძე ნ. 225  
 აბრადუშვილი ი. 99  
 აგლაძე რ. 104, 607  
 ადამია შ. 635  
 ავაზაშვილი ნ. 316  
 აზმაიფარაშვილი გ. 616  
 აკიშოვი ვ. 99  
 ალექსიძე გ. 716  
 ალექსიძე მ. 596, 716  
 ანანიაშვილი გ. 561  
 ანთელავა გ. 501  
 ანჭაფარიძე დ. 99  
 არსენიშვილი გ. 284  
 ასათიანი ლ. 359  
 ასლანიკაშვილი ნ. 124  
  
 ბაგრატიშვილი გ. 88, 576  
 ბაზლაძე გ. 560  
 ბაკურაძე ა. 168  
 ბარამიძე კ. 556  
 ბარაჩი ო. 387  
 ბაჭრაძე მ. 718  
 ბაშალაიშვილი დ. 336  
 ბაძოშვილი ე. 131  
 ბახტურიძე გ. 83  
 ბეჟუაშვილი ი. 44  
 ბერიძე მ. 635  
 ბედელერი გ. 348  
 ბეშიტაიშვილი ლ. 619  
 ბობროვიციკი ა. 675  
 ბოკუჩავა მ. 468  
 ბორჩხაძე ნ. 484  
 ბრეგაძე მ. 191  
 ბრეგვაძე მ. 153  
 ბუღია ნ. 128, 655  
 ბუსევი ა. 99  
  
 გაგნიძე რ. 435  
 გავირილენკო ტ. 361  
 გასვიანი ნ. 612  
 გაჩეჩილაძე მ. 440  
 გაჩეჩილაძე რ. 76  
 გეგეჭკორი ა. 476  
 გეორგაძე ე. 583  
 გვანცელაძე თ. 352  
 გველესიანი ა. 588  
  
 გვერდწითელი ი. 92, 359, 604  
 გვიტიძე ზ. 412  
 გიკაშვილი მ. 161  
 გიორგაძე ა. 48, 561  
 გოგიაშვილი ლ. 728  
 გოგორიშვილი რ. 616  
 გოლიაძე ნ. 652  
 გომელაფრი ვ. 140  
 გრიგორაშვილი გ. 188  
 გუგუშვილი ბ. 215  
 გუგუშვილი ვ. 120  
 გუგუშვილი ლ. 168  
 გულისაშვილი ბ. 231  
 გურგენიშვილი გ. 343  
  
 დაბრუნდაშვილი ზ. 408  
 დავითაშვილი ნ. 135, 399, 664  
 დავლიანიძე მ. 432  
 დარბაიძე ი. 63  
 დათუნაშვილი ე. 465  
 დგებუაძე მ. 479  
 დევდარიანი ე. 376  
 დეკაბრელები ლ. 157  
 დვალი ჟ. 496  
 დიდიძე მ. 424  
 დიხაშინჯია გ. 536  
 დორეული ე. 320  
 დუმბაძე გ. 396  
 დუმბაძე ნ. 172  
  
 ედილაშვილი ი. 83  
 ენუქიძე ს. 747  
  
 ვადაკორია გ. 416, 668  
 ვარსიანიშვილი რ. 404  
 ვარშავსკი ე. 561  
 ვახანია დ. 391  
 ვერბა ი. 712  
 ვერულაშვილი რ. 111  
 ვილიაპინი ი. 383  
 ვოლყანი ე. 339  
  
 ზამახოვსკი მ. 548  
 ზამზახიძე ლ. 552  
 ზარნაძე დ. 292  
 ზოიძე ნ. 131  
  
 ზურაბაშვილი დ. 359  
 ზურაბაშვილი ზიგ. 738  
  
 თავაძე ა. 303  
 თავაძე ფ. 131, 412  
 თავხელიძე დ. 399, 664  
 თათრიშვილი ნ. 644  
 თალაკვაძე თ. 52, 604  
 თვარაძე მ. 716  
 თოდრაია თ. 208  
 თოროზოვი რ. 379  
 თუთბერიძე ბ. 632  
 თუმანიშვილი გ. 204  
  
 ივანიშვილი მ. 145  
 იშნაძე ზ. 379  
 ინასარიძე ს. 20  
 იოსელიანი კ. 83  
 ისახანოვი რ. 308  
 იუნუსოვი მ. 619  
  
 კავთუაშვილი ლ. 496  
 კაკაბაძე მ. 376  
 კაკუბერი თ. 459  
 კალანდარიშვილი ს. 295  
 კალოვიძე მ. 56, 324  
 კანი ი. 412  
 კანდელაკი ა. 683  
 კანკავა ბ. 721  
 კაპანაძე გ. 280  
 კაპანაძე ე. 683  
 კაპანაძე ვ. 583  
 კასრაძე ჟ. 387  
 კაცი ა. 168  
 კაქარავა ნ. 441  
 კეშელავა-გოგიაძე მ. 172  
 კვანჭილაშვილი მ. 300  
 კვაჭაძე დ. 455  
 კვახაძე ნ. 376  
 კვინიკაძე დ. 712  
 კვინიხიძე ა. 348  
 კვირიკაშვილი ო. 412  
 კოქნაძე ა. 372  
 კინწურაშვილი ნ. 721  
 კირთაძე ე. 184  
 კირიკიძე დ. 592  
 კიტოვანი თ. 379  
 კიტოვანი შ. 379



- კლებანოვი ლ. 24  
 კლიმიაშვილი მ. 144  
 კობაშვილი თ. 52  
 კობახიძე ლ. 441  
 კოგანი ვ. 111  
 კოლოტოვა ი. 196  
 კობლაძე დ. 728  
 კოროლი ა. 759  
 კოროლი ლ. 708  
 კოტეტიშვილი ე. 376  
 კოტია ა. 416, 669  
 კოჩარიანი ა. 324  
 კუზმინი ვ. 708  
 კურატიანი ს. 116  
 კურცხალია ე. 588  
 კუხარსკაია ს. 332  
 კუხარსკი რ. 583
- ლარიონი ლ. 204  
 ლალიძე თ. 191  
 ლევადა რ. 732  
 ლობაჩევი ა. 66  
 ლობჯანიძე გ. 635  
 ლოლაძე ზ. 635  
 ლომიძე ჯ. 427  
 ლომიძე ლ. 219  
 ლორთქიფანიძე მ. 491
- მაგრაქველიძე თ. 140  
 მათეშვილი რ. 708  
 მაძაძეშვილი ნ. 623  
 მარუაშვილი ლ. 623  
 მახარაშვილი ნ. 96  
 მახარაძე ლ. 660  
 მეგრულიშვილი ზ. 221  
 მელამედი ი. 24  
 მელია ა. 699  
 მელიქაძე ლ. 83, 712  
 მელნიკოვი ი. 66  
 მესხია ვ. 80, 356  
 მეტრეველი ვ. 131  
 მინდაძე ა. 459  
 მინდაძე რ. 468  
 მინდელი მ. 412  
 მიქაბერიძე ა. 66  
 მიქაშაძე ა. 140  
 მიქელაძე შ. 543  
 მოსიძე ვ. 459  
 მუმლაძე ვ. 66  
 მუჭირი ქ. 619
- ნარიკაშვილი მ. 695  
 ნარიკაშვილი ს. 695  
 ნასყიდაშვილი პ. 157, 445  
 ნგუენ ჩიონგ კუი 288
- ნგუენ ზაკ ფუკი 31  
 ნერსისიანი ა. 343  
 ნოლაიდელი ა. 96
- ოდილაძე გ. 616  
 ოდიშარია მ. 592
- პაპავა დ. 391  
 პაპელიშვილი რ. 472  
 პასინკოვი ბ. 552  
 პატარაია დ. 556  
 პეტრიაშვილი ლ. 104  
 პეტრიაშვილი რ. 675  
 პოპკოვი ა. 707
- ქიქიაშვილი ლ. 275, 531  
 ქორდანია ი. 412  
 ქორდანია რ. 718  
 ქუკოვიანი ვ. 56, 324  
 ქლენტი გ. 690  
 ქლენტი დ. 749
- რატიანი რ. 499  
 რომანკო ა. 211, 743
- საქსაგვანსკი ი. 88, 576  
 სეფაშვილი ბ. 363  
 სეხნიანიძე გ. 599  
 სიამაშვილი ი. 363  
 სიღამონ-ერისთავი შ. 616  
 სირაძე რ. 207  
 სიყმაშვილი ზ. 72  
 სლეპჩენკო ლ. 63  
 სმოკოვა ს. 607  
 სობოლუვა გ. 468  
 სომინი მ. 383  
 სულაბერიძე დ. 660  
 სულთანოვაევი მ. 619  
 სუპატაშვილი გ. 652
- ტარყაშვილი დ. 155  
 ტარტარაშვილი რ. 718  
 ტატიშვილი გ. 747  
 ტელესინი რ. 332  
 ტრიოდინა ნ. 66  
 ტყემლაშვილი რ. 96
- უზნაძე მ. 639  
 უროტაძე ც. 116  
 ურუმოვი ი. 52
- ფაზილოვი უ. 215  
 ფლეროვი ვ. 152  
 ფრუიძე გ. 188  
 ფურსინი ი. 420
- ქანთარია გ. 328  
 ქართველიშვილი კ. 596  
 ქარცივაძე ა. 592  
 ქაშიაშვილი გ. 412  
 ქაჩიბაია ვ. 363  
 ქვეანიშვილი გ. 72  
 ქვეანიშვილი ზ. 452  
 ქისტაური ე. 48  
 ქურდიანი ნ. 88, 576  
 ქუთათელაძე კ. 111
- დონიაშვილი ე. 520, 672  
 ლალანიძე რ. 556
- ყალიჩავა გ. 708  
 ყულუშვილი ს. 632  
 ყულუაძე მ. 120
- შაპოვალი ვ. 612  
 შარაშიძე ნ. 153  
 შენგელია ნ. 734  
 შენგელია ფ. 628  
 შონია ჯ. 712  
 შუშტაკაშვილი ი. 572
- ჩაგელიშვილი რ. 679  
 ჩაგულაძე ვ. 583  
 ჩახტაური ი. 548  
 ჩერტოვა ე. 479  
 ჩიკვაშვილი რ. 312  
 ჩიხლაძე ვ. 592  
 ჩიხრაძე გ. 652  
 ჩხაიძე დ. 363  
 ჩხარტიშვილი ბ. 452  
 ჩხეიძე ფ. 435
- ცაგარეიშვილი ი. 72  
 ცაგარელი ე. 639  
 ცაგარელი ზ. 479  
 ცოცხალიშვილი ნ. 66
- ძოწენიძე ნ. 632
- წვერაგა ე. 463  
 წერეთელი პ. 199  
 წიკლაური გ. 180  
 წიკლაური ი. 612
- ქვეკანიძე ვ. 324  
 კვიციანიძე გ. 635  
 კრულაშვილი მ. 441  
 კურაძე თ. 738  
 კუპულაშვილი თ. 140

ხაბელაშვილი გ. 52  
ხაზარაძე რ. 623  
ხანავეა ზ. 176  
ხანთაძე ა. 76, 588  
ხარაძე ა. 432  
ხარაძე გ. 343  
ხარაზიშვილი ა. 28, 540  
ხარტიანი ს. 488  
ხენგია მ. 699  
ხელაშვილი ა. 60

ხმალაძე ვ. 60  
ხუდიაკოვი ი. 708  
ხუსკივაძე გ. 35  
ხუციშვილი ო. 635  
ხუცურაული ე. 463

ჯაგოდნიშვილი თ. 753  
ჯალიაშვილი მ. 607  
ჯამარჯაშვილი ვ. 140  
ჯანელიძე რ. 88, 576

ჯანელიძე ვ. 365  
ჯანიკაშვილი მ. 599  
ჯაოშვილი შ. 372  
ჯარიაშვილი თ. 703  
ჯაფარიძე თ. 686  
ჯაფარიძე ჯ. 107  
ჯორბენაძე ბ. 505  
ჯოხარაძე თ. 184  
ჯოხაძე გ. 107

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 79-го ТОМА

Абесадзе М. Б. 645  
Абесадзе Н. Н. 227  
Абрадушкин Ю. С. 97  
Авазашвили Н. Д. 313  
Агладзе Р. И. 101, 605  
Адамия Ш. А. 633  
Азмайпарашвили Г. Л. 613

Акимов В. К. 97  
Алексидзе Г. Н. 713  
Алексидзе М. А. 593, 713  
Анапиаშვილი Г. Г. 563  
Анджапаридзе Д. И. 97  
Антелава Г. И. 503  
Арсенишвили Г. Л. 281  
Асатиანი Л. П. 357  
Аспаникашвили Н. А. 121

Багратишвили Г. Д. 85, 573

Бадзошвили В. И. 129  
Базгадзе Г. Ш. 557  
Бакрадзе М. А. 717  
Бакурадзе А. Н. 165  
Барамидзе К. М. 553  
Барач О. Г. 385  
Бахтуридзе Г. Ш. 81  
Башаленишвили Д. И. 333, 565

Бегелури Г. А. 345  
Бежуашвили Ю. А. 41  
Беридзе М. А. 633  
Бешиташвили Л. В. 617  
Бобрэвницкий А. В. 673  
Бокучава М. А. 465  
Бортуладзе Н. А. 481  
Брегадзе М. А. 489  
Брегадзе М. А. 155  
Булия Н. П. 125, 653  
Бусев А. И. 97

Вадачкория Г. В. 413, 665  
Варсимашвили Р. Ш. 401  
Варшавский В. Д. 563  
Вахания Д. Е. 389  
Вахания Е. К. 389  
Верба И. П. 709  
Верулашвили Р. Д. 109  
Видяпин Ю. П. 381  
Волжан Е. Б. 337

Гавриленко Т. Б. 361  
Гагидзе Р. И. 433  
Гагидзе Р. Л. 553  
Гасвиანი Н. А. 609  
Гачечиладзе М. И. 437  
Гачечиладзе Р. Г. 73  
Гванцеладзе Т. А. 349  
Гвелесиანი А. И. 585  
Гвердцители И. М. 89, 357, 601

Гвितिძე ზ. თ. 409  
Гегечкори А. М. 473  
Гикашвили М. Ш. 163  
Гиоргадзе А. Х. 45, 563  
Георгадзе Е. З. 579  
Гогიაшвили Л. Е. 725  
Гогоришвили Р. П. 613  
Голмадзе Н. С. 649  
Гомелаури В. И. 137  
Гониашвили Э. С. 417, 669

Григорашвили Г. С. 185  
Гугушвили Г. С. 213  
Гугушвили В. И. 117  
Гугушვილ ლ. ნ. 165  
Гулиаშვილი Б. А. 229  
Гураспашვილი И. А. 37  
Гургенишვილი Г. Е. 341  
Дабრუნдашვილი ზ. შ. 405

Давиташвили Н. С. 133, 397, 661  
Давлашვილი М. Т. 429  
Дарбаიძე Я. З. 61  
Датунашвили Е. Н. 465  
Двали Дж. М. 493  
Дгебуაძე მ. ა. 477  
Девдариანი Е. И. 373  
Декапрелевич Л. Л. 158  
Джагоднишвили Т. И. 756

Джандиашვილი მ. ნ. 605  
Джамарджაშვილი ვ. ა. 137

Джанелиძე რ. ბ. 85, 573

Джанелиძე ჯ. პ. 367  
Джаникашვილი М. Г. 597

Джаошვილი შ. ვ. 369  
Джапаридзе Дж. И. 105  
Джапаридзе Т. М. 685  
Джариашვილი თ. ჯ. 701

Джорбенаძე ბ. ა. 508  
Джохაძე გ. მ. 105  
Джохаридзе Т. З. 181  
Дзоценидзе Н. М. 629  
Дидиძე მ. ს. 421  
Дихаминджия Г. В. 533  
Дореული Б. В. 317  
Думбаძე გ. დ. 393  
Думбаძე ნ. ვ. 169

Джукидзе С. П. 745

Жгенти Г. В. 689  
Жгенти Д. Г. 751  
Жижиашვილი ლ. ვ. 273, 529



- Жордания И. С. 409  
 Жордания Р. Г. 717  
 Жуковин В. Е. 53, 321
- Замаховский М. П. 545  
 Замбахидзе Л. Г. 549  
 Зариадзе Д. Н. 289  
 Зондзе Н. А. 129  
 Зурабашвили Д. С. 357  
 Зурабашвили Зиг. А. 737
- Иванишвили М. А. 145  
 Имнедзе З. А. 377  
 Ипсаридзе Х. Н. 17  
 Иоселиани К. Б. 81  
 Исаханов Р. С. 305
- Кавтуашвили Л. Д. 493  
 Какабадзе М. В. 373  
 Какубери Т. Д. 457  
 Каландаришвили С. Г. 293  
 Каличава Г. С. 705  
 Калоев М. А. 53, 321  
 Кан Ю. В. 409  
 Кандаваки А. А. 681  
 Канкава В. Л. 723  
 Кантария Г. В. 325  
 Капанадзе В. И. 579  
 Капанадзе Г. А. 277  
 Капанадзе Е. Е. 681  
 Картвелишвили К. М. 593  
 Карцивадзе А. И. 589  
 Касрадзе Дж. А. 385  
 Кац А. И. 165  
 Качарава Н. Ф. 443  
 Качибая В. Н. 361  
 Кашакашвили Г. В. 409  
 Кванчилашвили М. Т. 297  
 Квахадзе Н. Н. 373  
 Квачадзе Д. А. 453  
 Квиникадзе Д. А. 709  
 Квинихидзе А. Н. 345  
 Квирикашвили О. Н. 409  
 Кеванишвили Г. Ш. 69  
 Кеванишвили З. Ш. 449  
 Кешелава-Гогичадзе М. В. 169  
 Кикиадзе А. Г. 369  
 Кицурашвили Н. Т. 723  
 Киркитадзе Д. Д. 589  
 Киртадзе Э. Г. 181
- Кистаури Э. И. 45  
 Китовани Т. Г. 377  
 Китовани Ш. Г. 377  
 Клебанов Л. Б. 21  
 Климнашвили М. А. 141  
 Кобахидзе Л. С. 443  
 Кобашвили Т. В. 49  
 Коган В. Е. 109  
 Колотова И. Д. 193  
 Коппатадзе Д. К. 725  
 Король А. Н. 577  
 Короли Л. Л. 705  
 Котегишвили Э. В. 373  
 Котия А. К. 413, 665  
 Кочарян А. Е. 321  
 Кузьмин В. А. 705  
 Кулошвили С. И. 629  
 Купарадзе М. Д. 117  
 Курзйтис С. А. 113  
 Курдиани Н. И. 85, 573  
 Курцхалия Е. Г. 585  
 Кутателадзе К. С. 109  
 Кухарская С. В. 329  
 Кухарский Р. Н. 579
- Лагидзе Т. П. 189  
 Ларнони Л. К. 201  
 Лежава Р. А. 729  
 Лобачев А. Н. 65  
 Лобжанидзе Г. П. 633  
 Лоладзе З. И. 633  
 Ломинадзе Д. В. 425  
 Ломинадзе Л. В. 217, 493  
 Лордкипанидзе М. Г. 489
- Маграквелидзе Т. Ш. 137  
 Мамадашвили Н. С. 621  
 Маруашвили Л. И. 621  
 Матешвили Р. Г. 705  
 Махарадзе Л. И. 658  
 Махарашвили Н. П. 93  
 Мегрелишвили З. Г. 223  
 Меламед И. А. 21  
 Меликадзе Л. Д. 81, 709  
 Мелия А. С. 697  
 Мельников О. К. 65  
 Месхия В. Ш. 77, 353  
 Метревели В. Ш. 129  
 Микаберидзе А. А. 65  
 Микашавидзе А. И. 137  
 Микеладзе Ш. Е. 541  
 Мидадзе А. А. 457
- Миндадзе Р. 465  
 Миндели М. Ш. 409  
 Мосидзе В. М. 457  
 Муджири К. С. 617  
 Мумладзе В. В. 65
- Нарикашвили М. С. 693  
 Нарикашвили С. П. 693  
 Наскидашвили П. П. 158, 446  
 Нгуен Хак Фук 29  
 Нгуен Чыонг Куэ 285  
 Нерсисян А. А. 341  
 Ногайдели А. И. 93
- Одилавадзе Г. Г. 613  
 Одишария М. А. 589
- Папава Д. Ю. 389  
 Пасынков Б. А. 549  
 Патарая Д. И. 553  
 Папелишвили Р. К. 469  
 Петриашвили Л. Д. 101  
 Петриашвили Р. А. 673  
 Попков А. В. 705  
 Пруядзе Г. Н. 185
- Ратиани Р. В. 497  
 Романко А. М. 209, 741
- Саксаганский О. В. 85, 573  
 Сепашвили Б. И. 361  
 Сехианидзе Г. А. 597  
 Сиамшвили И. Л. 561  
 Сидамон-Эристави Ш. Э. 613  
 Сикмашвили З. И. 69  
 Сирадзе Р. В. 105  
 Слетченко Л. А. 61  
 Смыкова С. В. 605  
 Соболева Г. А. 465  
 Сомин М. А. 381  
 Сулаберидзе Д. Г. 658  
 Сулганходжаев М. Н. 617  
 Супаташвили Г. Д. 649
- Тавадзе А. Д. 301  
 Тавадзе Ф. Н. 129, 409  
 Тавхелидзе Д. С. 397, 661  
 Талаквдзе Т. Г. 89, 601  
 Таркашвили Д. В. 155  
 Тартарашвили Р. В. 717  
 Татишвили Г. Г. 745

- Татришвили Н. Ф. 641  
 Тварадзе М. С. 713  
 Телеснин Р. В. 329  
 Ткешелашвили Р. Ш. 93  
 Тодрия Т. В. 205  
 Торозов Р. О. 377  
 Триодина Н. С. 65  
 Туманишвили Г. Д. 201  
 Тутберидзе Б. Д. 629
- Узнадзе М. Д. 637  
 Уротадзе И. В. 113  
 Урумов И. О. 49
- Фазылов У. Т. 213  
 Флеров В. А. 149  
 Фурсин Ю. С. 417
- Хабелашвили Г. И. 49  
 Хазарадзе Р. Д. 621  
 Хапаева З. С. 173  
 Хантадзе А. Г. 73, 585  
 Харадзе А. Л. 429  
 Харадзе Г. А. 341
- Харазишвили А. Б. 25, 537  
 Хардзiania С. Д. 485  
 Хвингия М. В. 697  
 Хелашвили А. А. 57  
 Хмаладзе В. Ю. 57  
 Худяков И. Б. 705  
 Хускавадзе Г. А. 33  
 Хуцишвили О. Д. 633  
 Хуцураули Э. Ш. 461
- Цагарейшвили О. П. 69  
 Цагарели Е. А. 637  
 Цагарели З. Г. 477  
 Цверева Е. Н. 461  
 Церетели Т. Д. 197  
 Циклаури Г. Ч. 177  
 Циклаури О. Г. 609  
 Цоцхалишвили Н. В. 65
- Чавчанидзе В. В. 321  
 Чагелишвили Ф. Г. 677  
 Чагулов В. С. 579
- Чахтаури И. А. 543  
 Черткова Е. С. 477  
 Чиквашвили Р. И. 309  
 Чихладзе В. А. 589  
 Чихрадзе Г. А. 649  
 Чияинадзе Г. А. 633  
 Чрелашвили М. Н. 443  
 Чурадзе Т. А. 737  
 Чучулашвили Т. А. 137  
 Чхандзе Д. Н. 361  
 Чхартшвили Б. В. 449  
 Чхеидзе Т. Б. 433
- Шаповал В. И. 609  
 Шарашидзе Н. М. 155  
 Шенгелия Н. Ш. 733  
 Шенгелия Ф. К. 625  
 Шония Д. А. 709  
 Шуштакашвили И. И. 569
- Эдвляшвили И. Л. 81
- Юнусов М. С. 617

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 79

- Abesadze M. B. 647  
 Abesadze N. N. 228  
 Abradushkin Yu. S. 99  
 Adam'a Sh. A. 635  
 Agladze R. I. 104, 607  
 Akimov V. K. 99  
 Aleksidze G. N. 716  
 Aleksidze M. A. 596, 716  
 Ananiashvili G. G. 563  
 Anjaparidze D. I. 99  
 Antelava G. I. 503  
 Arsenishvili G. L. 284  
 Asatiani L. P. 359  
 Aslanikashvili N. A. 124  
 Avazashvili N. D. 316  
 Azmaiparashvili G. L. 616
- Badzoshvili V. I. 132  
 Bagratishvili G. D. 88, 576  
 Bakhturidze G. Sh. 84  
 Bakradze M. A. 718  
 Bakuradze A. N. 168  
 Barach O. G. 388  
 Baramidze K. M. 556  
 Bashaleishvili D. I. 336, 558
- Bazgadze G. Sh. 560  
 Bedeluri G. A. 348  
 Beridze M. A. 635  
 Beshitaishvili L. V. 619  
 Bezhushvili Yu. A. 44  
 Bobrovitski A. V. 676  
 Bokuchava M. A. 468  
 Borchkadze N. A. 484  
 Bregadze M. A. 192  
 Bregvadze M. A. 156  
 Bulia N. P. 128, 656  
 Busev A. I. 99
- Chagelishvili R. G. 679  
 Chagulov V. S. 584  
 Chakhtauri I. A. 548  
 Chavchanidze V. V. 324  
 Chertkova E. S. 480  
 Chichinadze G. A. 635  
 Chikhladze V. A. 552  
 Chikhradze G. A. 632  
 Chikvashvili R. I. 312  
 Chkhaidze D. N. 363  
 Chkhartishvili B. V. 452  
 Chkheidze P. B. 436  
 Chrelashvili M. N. 444  
 Chuchulashvili T. A. 140
- Churadze T. A. 738
- Dabrundashvili Z. Sh. 408  
 Darbaic'ze J. S. 63  
 Datunashvili E. N. 468  
 Davitashvili N. S. 136, 399, 664  
 Davlianidze M. T. 432  
 Dekaprelevisch L. L. 159  
 Devdariani E. I. 376  
 Dgebuadze M. A. 480  
 Dididze M. S. 424  
 D'khaminjia G. V. 536  
 Doreuli V. V. 320  
 Dumbadze G. D. 396  
 Dumbadze N. V. 172  
 Dvali D. M. 496  
 Dzotsenidze N. M. 632
- Edilashvili I. L. 84  
 Enukidze S. P. 747
- Flerov V. A. 152  
 Fursin Yu. S. 420
- Gachechiladze M. I. 440

- Gachechiladze R. G. 76  
 Gaganidze R. L. 556  
 Gagnidze R. I. 436  
 Gasviani N. A. 612  
 Gavrilenko T. B. 363  
 Gegechkori A. M. 476  
 Gikashvili M. Sh. 163  
 Giorgadze A. Kh. 48, 563  
 Giorgadze E. Z. 584  
 Gogishvili L. E. 728  
 Gogorishvili R. P. 616  
 Goliadze N. S. 652  
 Gomelauri V. I. 140  
 Goniashvili E. S. 420, 672  
 Grigorashvili G. Z. 188  
 Gugushvili B. S. 215  
 Gugushvili L. N. 168  
 Gugushvili V. I. 120  
 Gulisashvili B. A. 231  
 Guraspashvili I. A. 40  
 Gurgenshvili G. E. 343  
 Gvantseladze T. A. 352  
 Gvelesiani A. I. 588  
 Gverdtseteli I. M. 92, 359, 604  
 Gvritidze Z. T. 412  
 Imnatze Z. A. 380  
 Inassaridze H. N. 20  
 Ioseliani K. B. 84  
 Isakhanov R. S. 308  
 Ivanishvili M. A. 147  
 Jagodnishvili T. I. 756  
 Jaliashvili M. N. 607  
 Jamarjashvili V. A. 140  
 Janelidze Ch. P. 367  
 Janelidze R. B. 88, 576  
 Janikashvili M. G. 600  
 Jaoshvili Sh. V. 372  
 Japaridze J. I. 107  
 Japaridze T. M. 687  
 Jariashvili T. Ya. 704  
 Jokhadze G. M. 107  
 Jokharidze T. Z. 184  
 Jorbenadze B. A. 508  
 Kacharava N. F. 444  
 Kachibaya V. N. 363  
 Kakabadze M. V. 376  
 Kakuberi T. D. 459  
 Kalandarishvili S. G. 295  
 Kalichava G. S. 708  
 Kaloev M. A. 56, 324  
 Kan I. E. 412  
 Kandelaki A. A. 684  
 Kankava V. L. 723  
 Kantaria G. V. 328  
 Kapanadze E. E. 684  
 Kapanadze G. A. 280  
 Kapanadze V. I. 584  
 Kartsvadze A. I. 592  
 Kartvelishvili K. M. 596  
 Kashakashvili G. V. 412  
 Kasradze J. A. 388  
 Kats A. I. 168  
 Kavtuashvili L. D. 496  
 Keshelava-Gogichadze M. N. 172  
 Kevanishvili G. Sh. 72  
 Kevanishvili Z. Sh. 452  
 Khabelishvili G. I. 52  
 Khanaeva Z. S. 176  
 Khantadze A. G. 76, 588  
 Kharadze A. L. 432  
 Kharadze G. A. 343  
 Kharazishvili A. B. 28, 540  
 Khardziani S. D. 488  
 Kharadze R. D. 624  
 Khelashvili A. A. 60  
 Khmaladze V. Yu. 60  
 Khudyakov I. V. 708  
 Khuskivadze G. A. 35  
 Khutsishvili O. D. 635  
 Khutsurauli E. Sh. 463  
 Khvinjia M. V. 700  
 Kiknadze A. G. 372  
 Kintsurashvili N. T. 723  
 Kirkitaldze D. D. 592  
 Kirtadze E. G. 184  
 Kistauri E. I. 48  
 Kitovani Sh. K. 380  
 Kitovani T. G. 380  
 Klebanov L. B. 24  
 Klimiashvili M. A. 144  
 Kobakhidze L. S. 444  
 Kobashvili T. V. 52  
 Kocharyan A. E. 324  
 Kogan V. E. 112  
 Kolotova I. D. 196  
 Koplatadze D. K. 728  
 Koroi A. N. 579  
 Korolli L. L. 708  
 Kotetishvili E. V. 376  
 Kotia A. K. 416, 668  
 Kukharskaya S. K. 332  
 Kukharsky R. N. 584  
 Kuloshvili S. I. 632  
 Kupradze M. D. 120  
 Kuraitis S. A. 116  
 Kurdiani N. I. 88, 576  
 Kurtskhalia E. G. 588  
 Kutateladze K. S. 112  
 Kuzmin V. A. 708  
 Kvachadze D. A. 456  
 Kvakhadze N. N. 376  
 Kvanchilashvili M. T. 300  
 Kvinikadze M. D. 712  
 Kvinikadze A. N. 348  
 Kvirikashvili O. N. 412  
 Lagidze T. P. 192  
 Larioni L. K. 204  
 Lezhava R. A. 732  
 Lobachev A. N. 67  
 Lobzhanidze G. P. 635  
 Loladze Z. I. 635  
 Lomidze D. V. 428  
 Lominadze L. V. 220, 496  
 Lordkipanidze M. G. 491  
 Magrakvelidze T. Sh. 140  
 Makharadze L. I. 160  
 Makharashvili N. P. 96  
 Mamatsashvili N. S. 624  
 Maruashvili L. I. 624  
 Mateshvili R. G. 708  
 Megrelishvili Z. G. 224  
 Melamed I. A. 24  
 Melia A. S. 700  
 Melikadze L. D. 84, 712  
 Melnikov O. K. 67  
 Meskhi V. Sh. 80, 356  
 Metreveli V. Sh. 132  
 Mikhaberidze A. A. 67  
 Mikashavidze A. N. 140  
 Mikeladze Sh. E. 543  
 Mindadze A. A. 459  
 Minladze R. K. 468  
 Mindeli M. S. 412  
 Mosidze V. M. 459  
 Mujiri K. Sh. 619  
 Mumladze V. V. 67  
 Narikashvili M. S. 695  
 Narikashvili S. P. 695  
 Naskidashvili P. P. 159, 447  
 Nersesian A. A. 343  
 Nguyen Chon Que 288  
 Nguyen Khac Fuc 32  
 Nogaideli A. I. 96

- Odilavadze G. G. 616  
Odisharia M. A. 592
- Papava D. Yu. 392  
Papelishvili R. K. 472  
Basyukov B. A. 522  
Pataria D. I. 556  
Petriashvili L. D. 104  
Petriashvili R. A. 676  
Phazilov V. T. 215  
Popkov A. V. 708  
Pruidze G. N. 188
- Ratiani R. V. 499  
Romanko A. M. 212, 743
- Saksagansky O. V. 88, 576  
Sekhniaidze G. A. 600  
Sepashvili B. I. 363  
Shapoval V. I. 612  
Sharashidze N. M. 156  
Shengelia F. K. 628  
Shengela N. Sh. 735  
Shonia J. A. 712  
Shustakashvili I. I. 572  
Siamashvili I. L. 363  
Sidamon-Eristavi Sh. E. 616
- Sikmashvili Z. I. 72  
Siradze R. V. 107  
Slepchenko L. A. 63
- Smykova S. V. 607  
Soboleva G. A. 468  
Somin M. L. 383  
Sulaberidze D. G. 660  
Sultankhodjhaev M. N. 619  
Supatashvili G. D. 652
- Talakvadze T. G. 92, 604  
Tarkashvili D. V. 156  
Tartarashvili R. V. 718  
Tatishvili G. G. 747  
Tatrishvili N. F. 644  
Tavadze A. D. 304  
Tavadze F. N. 132, 412  
Tavkheldze D. S. 399, 664  
Telesnin R. V. 332  
Tkeshelashvili R. Sh. 96  
Todria T. V. 208  
Torozov R. O. 380  
Triodina N. S. 67  
Tsagareishvili O. P. 72  
Tsagareli E. A. 639  
Tsagareli Z. G. 480  
Tsereteli P. D. 199  
Tsiklauri G. Ch. 180  
Tsiklauri O. G. 612  
Tsotskhalishvili N. V. 67  
Tsverava E. N. 463  
Tumanishvili G. D. 204  
Tutberidze B. D. 632
- Tvaradze M. S. 716
- Urotadze Ts. V. 116 1  
Urumov I. O. 52  
Uznadze M. D. 639
- Vadachkoria G. V. 416, 668
- Vakhania D. E. 392  
Vakhania E. K. 392  
Varshavski V. D. 563  
Varsimashvili R. Sh. 404  
Verba I. P. 712  
Verulashvili R. D. 112  
Vidyapin Yu. P. 383  
Volzhan E. B. 339
- Yunusov M. S. 619
- Zamakhovski M. P. 548  
Zambakhidze L. G. 552  
Zarnadze D. N. 292  
Zhgenti D. G. 752  
Zhgenti G. V. 691  
Zhizhiashvili L. V. 275, 531
- Zhordania I. S. 412  
Zhordania R. G. 718  
Zhukovin V. E. 56, 324  
Zoidze N. A. 132  
Zurabashvili D. S. 359  
Zurabashvili Zig. A. 738

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (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 пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы



даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена 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 сноске 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 сверстном виде на строго ограниченный срок (на 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 27-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.



## ს ვ ტ ო რ ტ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ეურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჯერ 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს 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. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად საკვებით მზა სახით, ავტორის სტრუქტურისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელაც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ეურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წიგნების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია 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, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შეწყვიტების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღწეროს ავტორის ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ ღებზე ინსტიტუტის 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 პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრიო ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული წიგნისა. 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 ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორის 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

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

