

524
1973/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 71 TOM

№ 3

სექტემბერი 1973 СЕНТЯБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

12.177

ტომი 71 TOM

№ 3

სექტემბერი 1973 СЕНТЯБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

კ. შარვაშიძის სს. ს. კ. სსრ

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, პ. გამყრელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურმიშიძე, ი. ვეკუა, ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкрелидзе, Д. М. Гедевановичи, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали, А. И. Джanelидзе, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели, Г. В. Цицишвили

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.9.1973; შეკვ. № 2041; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საალრიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 01155; ტირაჟი 1800

* * *

Подписано к печати 26.9.1973; зак. № 2041; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 01155; тираж 1800

* * *

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

* * *

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

ზინაარსი

მათემატიკა

*თ. თაღლიძე. ლაგრანჟის ამოცანა ცვლადი დავიანებებით	532
*რ. ბანცურ ი. ერთი სახის უსასრულო ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა	536
*უ. ხაჯიხანოვი. კონგრუენციის მე-2 გვარის ბოლოს წრფეების შესახებ	540
*ნ. ელბაქიძე. მიმდევრობითი ოპტიმალური გადართვები ზოგად მარკოვის პროცესებში	540
*მ. ელგენდი. სპექტრული სინგულარული ჰომოლოგიები აქსიომატიკური თვალსაზრისით	548
*ფ. მუსტაფა. კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირ სპექტრთა ზღვრების შესახებ	552
*რ. დუღუჩავა. სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები უბან-უბან გაღუფწირებზე	555
*გ. მარი. რაციონალური სპექტრული სიმკვრივის მქონე გაუსის განზოგადოებული პროცესის სპექტრის პარამეტრთა შეფასების შესახებ	559

მექანიკა

*რ. სულიკაშვილი. თანამგზავრ-გიროსტატის სტაციონარული მოძრაობა გრავიტაციული, აეროდინამიკური და მაგნიტური ძალების მომენტების მოქმედებით	564
--	-----

კიბერნეტიკა

*ზ. ქოჩლაძე, ვ. ჭავჭავანიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). კონცეპტუალურ საქმიან თამაშთა შექმნის შესაძლებლობის შესახებ	566
*გ. აბდუშელიშვილი, ვ. ბურკოვი, ი. გორგიძე, ს. ლოვეცკი. ექსტრემალური გზების არჩევის ერთი ამოცანის შესახებ	572
*ვ. ჭავჭავანიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ალბათობათა ამპლიტუდებისათვის ალბათური ველების აქსიომათა სისტემის (K_2 სისტემის) შესახებ	575
*მ. ახალაია, კ. ზაქარაია, მ. კაკიაშვილი, ა. კორნეევა, ნ. პოტროვსკაია. ანალიტიკური ფილტრაციული მეთოდის გამოყენება ცნებების ფორმირებაში ანთებითი პროცესის ხასიათის განსაზღვრისათვის, რეპარატიული ოსტეოგენეზის დროს	579

ფიზიკა

*მ. ჯიბლაძე, ლ. ლაზარევი, ა. მესტვირიშვილი, ტ. ჭელიძე, ზ. ესიაშვილი. რეზონატორის ვარგისიანობის მოდულაციის ეფექტი მყარი ტანის ლაზერის თავისუფალი გენერაციის რეჟიმის დროს	583
*მ. ჯანდიერი, ა. ცერცვაძე. ნანევრადგამტარებში დენის მატარებლების ძვრადობაზე დეფექტების გროვების გავლენის თეორიული გამოკვლევა	588
*ზ. კერესელიძე. სითბური სასაზღვრო ფენის მიახლოებითი გაანგარიშება მაგნიტური ველისა და ბლანტი დისიპაციის გათვალისწინებით	591

ასტრონომია

*მ. ჰამდბ. პეკულარული HD 35450 ვარსკვლავის შედგენილი სპექტრი.	596
---	-----

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის სტატიის რეზიუმეს.

გეოგრაფია

- *ბ. ბალავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. აბაშიძე. ენგურის კაშხლის მშენებლობის რაიონში დედამიწის ქერქის თანამედროვე ტექტონიკურ მოძრაობათა გამოკვლევა დახრისმზომებით 600
- *გ. ხოჭოლაძე, ნ. მეზღვილი. იონოსფეროს F-ფენაში ელექტრონების კარგვის კოეფიციენტის განსაზღვრის შესახებ 604

ზოგადი და არაორბანული ძივნი

- *ა. შველაშვილი, ლ. ჭანტური, ნ. ფიცხალაძე. ნიკელის შერეული ოქსალტოკომპლექსები პრობილენდიამინთან 607

ორბანული ძივნი

- *ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორ.), ქ. გოდერძიშვილი. მინერალური ნაწილის შესწავლა საქართველოს ნავთობებში 612
- *შ. თნიანი, მ. ნონიკაშვილი ტყიბულის ნახშირების დაბალტემპერატურული ჟანგვის ეგზოთერმული ეფექტი 615
- *ნ. ბოყორაძე, მ. სიმონიძე, მ. ზაალიშვილი. ანიონების გავლენა აქრადოვა, რ. ცისკარიშვილი, გ. პაპაძე. პოლიამიდოარილატების სინთეზი დაბალტემპერატურული პოლიკონდენსაციით და გამოსავალ ნივთიერებათა თანაფარდობის გავლენა მათ თვისებებზე 619

ფიზიკური ძივნი

- *ე. ნანობაშვილი, რ. თუშურაშვილი, ე. ხომასურიძე. ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტის დაბალტემპერატურული რადიოლიზის გამოკვლევა მბრ-ის მეოლით 624

ელექტროძივნი

- *ვ. წვენიაშვილი, ლ. წყალობაძე, ვ. გაფრინდაშვილი. პირიდინისა და პირიმიდინის ციკლების გავლენის შესახებ 2, 1, 3-თია- და სელენდიზოლების პოლაროგრაფიულ აღდგენაზე 628

ძივნიური ტექნოლოგია

- *ა. სარუხანიშვილი, თ. ჭეიშვილი. $MnO-B_2O_3$ სისტემის მინების გარათობის კოეფიციენტი 631
- *ი. ბუჩუკური, ზ. ბარდახიძე, დ. ბასილაია, მ. მჭედლიშვილი. მანგანუმის ინფლტრაციული მადნის ქლორირების კინეტიკის შესახებ 636
- *ნ. რიზაევი, პ. ბერიძე, პ. იავიჩი, ა. სარაბუნოვიჩი, ი. ახალაძე, მ. ხეჩუმაშვილი. თურქული გალის თხილის ექსტრაქციის პროცესის შესწავლა 639

ფარმაცოძივნი

- *ჯ. ბოსტოლიანიშვილი, ვ. ბოსტოლიანიშვილი, დ. ტურაბელიძე. პალოგენების ახალი უნივერსალური მშთანქმელი 643

გეოლოგია

- *გ. ქელიძე. ევქსინური და კასპიური აუზების პონტური ნალექების შეპირისპირება 647

კეტროლოგია

- *მ. ყუფარაძე, ჯ. ნადარეიშვილი. ძამის საბადოს სკარნების ზონალობის შესახებ 652

სამშენებლო მშენიკა

- *ა. ჩ ა ჩ ა ნ ა შ ვ ი ლ ი. არასიმეტრიული თაღოვანი კაშხალის ვათვლა ჰიდროსტატიკუ-
 რი და საკუთრივი წონის ჰირობებში შერეული ვარიაციულ-ღეროვანი მეთოდით 655
- *ლ. ჯ ა ფ ა რ ი ძ ე. ცოცვად ქანებში გვირაბის რგოლური სამაგრის ზღვრული მდგო-
 მარეობის მეთოდით ვათვლის საკითხისათვის 660

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

- *ა. ს ე ფ ი ა შ ვ ი ლ ი, თ. ი ა მ ა ნ ი ძ ე. ბრუნვა-დარტყმითი საბურღი დაზვის კორ-
 პუსის რხევების ქრობის შესახებ 664
- *ბ. ბ ა ნ ძ ე ლ ა ძ ე. მოკლეპირმოდებიანი ამომღები კომბაინის მომგრევი მოწყობილო-
 ბის რხევების ქრობისათვის 667

მეტალურგია

- *ა. ვ ა შ ა კ ი ძ ე. ძალოვანი პარამეტრების განსაზღვრა სწორკუთხა კალიბრებში და-
 ქიმვით გლინვისას 671

მანქანათმშენობა

- *რ. ა დ ა მ ი ა, ა. დ რ ო გ ო ვ ო ზ ი, ა. კ რ ა ს ნ ო შ ა კ ვ ა. ავტორხევები საგლინი
 დგანების ვადამცემ ხაზებში მოხახუნე ზედაპირებში ნორმალური წნევის ცვა-
 ლებადობის ვათვლისწინებით 676

ენერგეტიკა

- *ზ. წ ე რ ე თ ე ლ ი, რ. ჩ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. მდინარის ჩამონადენის ერთი მოდელის შე-
 სახებ წყალსამეურნეო და ენერგეტიკული ანგარიშების დროს 679
- *დ. ც ხ ვ ი რ ა შ ვ ი ლ ი, ზ. ბ ე რ ი შ ვ ი ლ ი, ნ. ჩ ი ხ ლ ა ძ ე, ე. ხ ე ჩ ი ნ ა შ ვ ი-
 ლ ი, ა. ო დ ი შ ვ ი ლ ი. წყალსა და მის მშრალ ნაჯერ ორთქლში ცირკონიუ-
 მის ჰიდროქანგების ვანწილება და მათი ხსნადობა მდულარე წყალში 684

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ვ. ს ი ვ უ ა, ს. რ ო ვ ა ვ ა. ძაბვის კოდში ვარდამსახების ავტომატური შემოწმების
 საკითხისათვის 688

ბოტანიკა

- მ. ხ ა ჩ ი ძ ე. ელდარის დაბლობის მცენარეულობის შესწავლისათვის გეომორფოლო-
 გაისთან კავშირში 689

ალამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ც. ს უ ქ ნ ი ძ ე. ფასტივალური ბირთვის ორმხრივი დაზიანების ვავლენა დაყოვნე-
 ბულ რეაქციებზე 695
- *მ. ჯ ა ნ ჯ ლ ა ვ ა. გულის ფაზური სტრუქტურის ცვლილებების დინამიკა ბოცვერების
 თავის დასხივების პროცესში 700

გენეტიკა და სელექცია

- *ნ. ბ უ რ კ ა ძ ე. გენოტიპური ფაქტორების როლი არტერიული ჰიპერტონიის ვან-
 ვითარებაში 703

ბიოფიზიკა

- *ნ. კ ო ზ ლ ო ვ ა, ე. დ ე მ უ რ ი ა. მიტოქონდრიებზე KCN მოქმედების სპექტრო-
 ფლუორომეტრიული გამოკვლევა 708
- *ნ. ბ ო ყ ო ჩ ა ძ ე, მ. ს ი მ ო ნ ი ძ ე, მ. ზ ა ა ლ ი შ ვ ი ლ ი. ანიონების ვავლენა აქ-
 ტინის გ—ფ-გადასვლაზე 711

- *ნ. ბ ა ქ რ ა ძ ე, ც. ტ ა რ ყ ა შ ვ ი ლ ი. ტრანსპორტული რნმ-ის დნობის პროცესის რთული მრუდების გაშიფრვის შესახებ 716
- *მ. ხ ვ ე დ ე ლ ი ძ ე. მოლეკულურ ბიონიკაში დუალიზმის შესახებ 719

ბიოქიმია

- *ტ. მიმინოშვილი, ვ. მუავანაძე, ა. მესხი. კავკასიური მოცვის ფოთლებიდან გამოყოფილი ფენოლური ნაერთების ჯამური პრეპარატის გავლენა სტაფილოს *Daucus carota* ქსოვილის ზრდაზე 722
- *გ. გელბახიანი, ნ. დოლიძე, ზ. ზედანიას. ბილირუბინი და ბილირუბინის ფრაქციები ქრონიკული გლომერულონეფრიტით ავადმყოფებში 727
- *ნ. გუმბარიძე. კომპის პოლიფენოლების გარდაქმნა ნაყოფების გადაშუშავების პროცესში 732

ჰისტოლოგია

- ი. ქორჩია. ფაბრიციუსის ჩანთის განვითარება 733

ექსპერიმენტული მორფოლოგია

- *მ. მშვიდლობაძე. მყესის უჯრედების დედიფერენციაციის და დიფერენციაციის ელექტრონულმიკროსკოპული და ციტოქიმიური ანალიზი 740
- *ლ. გაბუნია. აზის ეოცენში დიაკოდექსინების (*Diacodexinae*) არსებობის შესახებ 743

ხელოვნების ისტორია

- *მ. ბოროდა. მუსიკაში მეტრორითმულად ელემენტარული ერთეულის გაგების საკითხისათვის 747
- გ. ლომაძე. მუსიკალური ფორმის დამახასიათებელი ნიშნები ანდრია ბალანჩივადის ინსტრუმენტულ შემოქმედებაში 749

ისტორია

- გ. მამულია. „გრიგოლის ცხოვრების“ მთავართა სიის წყარო და მისი პოლიტიკური ტენდენცია 753

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Т. А. Тадумадзе. Задача Лагранжа с переменными запаздываниями	529
Р. Д. Банцური. Решение одного типа бесконечной системы алгебраических уравнений	533
У. Хаджиханов. О прямых Боля 2-го рода конгруэнции	537
Н. В. Элбакидзе. Последовательное оптимальное переключение в марковских процессах	541
М. А. Эльгенди. Спектровые сингулярные гомологии с аксиоматической точки зрения	545
Ф. Э. Мустафа. О пределах прямых спектров компактных групп	549
Р. В. Дудучава. Сингулярные интегральные операторы на кусочно-гладких линиях	533
Г. И. Марр. Об оценках параметров спектра обобщенного гауссовского процесса с рациональной спектральной плотностью	557

МЕХАНИКА

Р. С. Суликашвили. Стационарные движения спутника-гиростата под действием гравитационного, аэродинамического и магнитного моментов	561
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

З. Ю. Кочладзе, В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР). О возможности создания концептуальных деловых игр	565
Г. З. Абдушелишвили, В. Н. Бурков, И. А. Горгидзе, С. Е. Ловецкий. Об одной задаче выбора экспериментальных путей	569
В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР). К системе аксиом полей вероятностей для амплитуд вероятностей (система K_2)	573
М. Г. Ахалая, К. А. Закарая, М. С. Какишвили, А. В. Корнеева, Н. В. Пиотровская. Применение аналитического фильтрационного метода формирования понятия для определения характера воспалительного процесса, сопровождающего репаративный остеогенез	577

ФИЗИКА

М. И. Джибладзе, Л. Э. Лазарев, А. Н. Мествиришвили, Т. Я. Челидзе, З. Г. Эсиашвили. Эффект модуляции добротности и твердотельных лазерах в режиме свободной генерации	581
М. Ш. Джандиери, А. А. Церцвадзе. Теоретическое исследование влияния скоплений дефектов на подвижность носителей заряда в полупроводниках	585
З. А. Кереселидзе. Приближенный расчет теплового пограничного слоя с учетом магнитного поля и вязкой диссипации	589

*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

АСТРОНОМИЯ

М. А. Хамди. Составной спектр пекулярной звезды HD 35450

593

ГЕОФИЗИКА

Б. К. Балавадзе (член-корреспондент АН ГССР), В. Г. Абашидзе. Наклономерное исследование современных тектонических движений земной коры в районе строительства плотины ИнгуриГЭС

597

Г. М. Хочолава, Н. Н. Мебагшвили. Об определении коэффициента потерь электронов в F-области ионосферы

601

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. Швелашвили, Л. М. Чантурия, Н. И. Пирцхалава. Оксалатные смешанные 1,2-пропилендиаминовые комплексные соединения никеля

605

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. Меликадзе (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. Годердзишвили. Изучение минеральной части нефтей месторождений Грузии

609

Ш. И. Ониани, М. В. Ноникашвили. Экзотермический эффект низкотемпературного окисления ткибульских углей

613

В. В. Коршак (член-корреспондент АН ГССР), С. В. Виноградова, Р. П. Цискаришвили, Г. Ш. Папава. Синтез полиамидоарилатов низкотемпературной поликонденсацией и влияние соотношения исходных веществ на их свойства

617

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. Нанобашвили, Р. Г. Тушурашвили, Ж. Ф. Хомасуридзе. Исследование низкотемпературного радиолитического гидролиза гипофосфита натрия методом ЭПР

621

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

В. Ш. Цвенишвили, Л. А. Цкалобадзе, В. Н. Гаприндашвили. О характере влияния пиридинового и пиримидинового циклов на полярографическое восстановление 2,1,1-тиа- и селендиазолов

625

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. Саруханишвили, Т. Ш. Чеишвили. Тепловое расширение стекол системы $MnO-B_2O_3$

629

Я. Г. Бучукури, З. С. Бардачидзе, Д. А. Басилая, М. И. Мchedlishvili. О кинетике хлорирования инфильтрационных руд марганца

633

Н. У. Ризаев, П. З. Беридзе, П. А. Явич, А. Г. Сарабунович, И. П. Ахаладзе, М. А. Хечумашвили. Исследование процесса экстракции турецких галловых орешков

637

ФАРМАКОХИМИЯ

Дж. В. Бостоганашвили, В. С. Бостоганашвили, Д. Г. Турабелидзе. Новый универсальный поглотитель галогенов

641

ГЕОЛОГИЯ

Г. Ф. Челидзе. К вопросу о сопоставлении понтических отложений Эвксинского и Каспийского бассейнов

645

ПЕТРОЛОГИЯ

- М. Д. Купарадзе, Дж. Г. Надарейшвили. О зональности скарнов Дзамского месторождения 649

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- А. И. Чачанашвили. Расчет несимметричных арочных плотин на гидростатическую нагрузку и собственный вес смешанным вариационно-стержневым методом 653
- Л. А. Джапаридзе. К вопросу расчета по предельному состоянию кольцевой крепи выработки в ползучем массиве горных пород 657

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- А. Д. Сепиашвили, Т. Ш. Яманидзе. О гашении колебаний корпуса станка вращательно-ударного бурения 661
- Б. Р. Бандзеладзе. К гашению колебаний отбойного устройства узкозахватного выемочного комбайна 665

МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. С. Вашакидзе. Определение силовых параметров при прокатке в прямоугольном калибре с натяжением 669

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Р. Ш. Адамия, А. М. Дроговоз, В. А. Красношакпа. Автоколебания в линиях передач прокатных станов с учетом переменности нормального давления в зоне контакта трущихся поверхностей 673

ЭНЕРГЕТИКА

- З. И. Церетели, Р. Я. Читашвили. Об одной модели речного стока при водноэнергетических расчетах 677
- Д. Г. Цхвирашвили, З. Д. Беришвили, Н. М. Чихладзе, Е. П. Хечинашвили, А. Г. Одишвили. Распределение гидроокисей циркония между водой и ее сухим насыщенным паром и их растворимость в кипящей воде 681

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. Ф. Сигуа, С. Е. Рогава. К вопросу автоматической проверки преобразователей напряжения в код 685

БОТАНИКА

- * М. Н. Хачидзе. К изучению растительного покрова Эльдарской низменности в связи с геоморфологией (Юго-Восточная Грузия) 692

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Ц. Г. Сукнидзе. Влияние повреждения фастигиальных ядер на отсроченные реакции 693
- М. М. Джанджгава. Динамика изменения фазовой структуры сердечного цикла в процессе локального облучения головы кроликов 697

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Н. Н. Буркадзе. Роль генотипических факторов в развитии артериальной гипертонии 701

БИОФИЗИКА

- Н. В. Козлова, Е. Л. Демурия. Спектрофлуориметрическое исследование действия KCN на митохондрии 705
- Н. Н. Бокочадзе, М. Ш. Симонидзе, М. М. Заалишвили. Влияние анионов на Г—Ф-превращение актина 709
- Н. Г. Бакрадзе, Ц. Т. Таркашвили. К вопросу о расшифровке сложных калориметрических кривых плавления макромолекул транспортной РНК 713
- М. А. Хведелидзе. О дуализме в молекулярной бionике 717

БИОХИМИЯ

- Т. В. Миминошвили, В. В. Мжаванадзе, А. Б. Месхи. Влияние суммарного препарата фенольных соединений листьев черники кавказской на рост тканей моркови *Daucus carota* 721
- Г. П. Гелбахнани, Н. В. Долидзе, З. С. Зедания. Билирубин и билирубиновые фракции у больных хроническим гломерулонефритом 725
- Н. П. Гумбаридзе. Превращение полифенолов айвы в процессе переработки плодов 729

ГИСТОЛОГИЯ

- * И. Р. Коркиа. Эмбриональное развитие фабрициевой сумки 735

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- М. В. Мшвидобадзе. Электронномикроскопический и цитохимический анализ дедифференцировки и дифференцировки сухожильных клеток 737

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Л. К. Габуния. О присутствии диякодексин (*Diacodexinae*) в эоцене Азии 741

ИСТОРИЯ ИСКУССТВА

- М. Г. Борода. К вопросу о метроритмически элементарной единице в музыке 745
- * Г. И. Ломадзе. Характерные черты музыкальной формы в инструментальном творчестве Андрея Баланчивадзе 752

ИСТОРИЯ

- * Г. С. Мамулиа. Источник княжеского списка «Жития Григория» и его политическая тенденция 756

CONTENTS*

MATHEMATICS

T. A. Tadumadze. The Lagrange problem with variable lags	532
R. D. Bantsuri. Solution of one type of infinite system of algebraic equations	536
U. Hajikhanov. On Bol's second order straight lines of congruence	540
N. V. Elbakidze. Sequential optimal switching in general Markov processes	544
M. A. Elgendi. The spectral singular homologies from the axiomatic point of view	548
F. E. Mustafa. On the limits of direct systems of compact groups	552
R. V. Duduchava. Singular integral operators on piecewise smooth lines	555
G. I. Marr. On the estimation of spectrum parameters of a generalized Gaussian process with rational spectral density	560

MECHANICS

R. S. Sulikashvili. Stationary motion of a satellite-gyrostad under gravitational, aerodynamic and magnetic moments	564
---	-----

CYBERNETICS

Z. Yu. Kochladze, V. V. Chavchanidze. On the feasibility of developing conceptual management games	567
G. Z. Abdushelishvili, V. N. Burkov, I. A. Gorgidze, S. E. Lovetsky. On the problem of finding extremal paths	572
V. V. Chavchanidze. On the system of axioms of probability fields for the amplitude of probabilities (system K_2)	576

PHYSICS

M. M. Jibladze, L. E. Lazarev, A. N. Mestvirishvili, T. Ya. Chelidze, Z. G. Esiashvili. The effect of modulation of quality factor in solid body laser under conditions of free generation	580
M. G. Akhalaya, K. A. Zakharaya, M. S. Kakiashvili, A. V. Korneeva, N. V. Piotrovskaya. Application of the analytical filtration method of forming concepts for determining the character of the inflammation process accompanying reparative osteogenesis	583
M. Sh. Jandieri, A. A. Tsertsvadze. Theoretical study of the influence of defect clusters on carrier mobility in semiconductors	588
Z. A. Kereselidze. Approximate calculation of the thermal boundary layer with account of the magnetic field and viscous dissipation	592

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

ASTRONOMY

M. A. Hamdy. Composite spectrum of the star HD 35450

596

GEOPHYSICS

B. K. Balavadze, V. G. Abashidze. Tiltmeter investigation of recent tectonic crustal movements in the region of the dam construction of the Inguri hydroelectric plant

600

G. M. Khocholava, N. N. Mebagishvili. On the estimation of the loss coefficient in the *F*-region of the ionosphere

604

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. Shvelashvili, L. M. Chanturia, N. I. Pirtskhalava. Mixed ovalate 1,2-propylene diamine complex compounds of nickel

608

ORGANIC CHEMISTRY

L. D. Melikadze, K. G. Goderdzishvili. A study of the mineral part of Georgian crude oils

612

Sh. I. Oniani, M. V. Nonikashvili. Exothermic effect of low-temperature oxidation of Tkibuli coals

616

V. V. Korshak, S. V. Vinogradova, R. P. Tsiskarishvili, G. Sh. Papava. Synthesis of polyamidoarylates by means of low-temperature polycondensation and the influence of the ratio of initial substances on their properties

619

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. Nanobashvili, R. G. Tushurashvili, Z. F. Khomasuridze. Investigation of low-temperature radiolysis of sodium hypophosphite by the EPR method

624

ELECTROCHEMISTRY

V. Sh. Tsveniashvili, L. A. Tskalobadze, V. N. Gaprindashvili. On the influence of pyridine and pyrimidine cycles on the polarographic reduction of 2, 1, 3-thia- and selenodiazoles

628

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. Sarukhanishvili, T. Sh. Cheishvili. Thermal expansion of glasses of the system $MnO-B_2O_3$

631

Ya. G. Buchukuri, Z. S. Bardachidze, D. A. Basilaia, M. I. Mchedlishvili. On the kinetics of chlorination of manganese infiltration ore

636

N. U. Rizaev, P. Z. Beridze, P. A. Yavich, A. G. Sarabunovich, I. P. Akhaladze, M. A. Khechumashvili. Investigation of the extraction process from Turkey galls

639

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- J. V. Bostoganashvili, V. S. Bostoganashvili, D. G. Turabelidze. A new universal absorbent of halogens 643

GEOLOGY

- G. F. Tchelidze. Correlation of the Pontian deposits of the Euxinian and Caspian basins 648

PETROLOGY

- M. D. Kuparadze, J. G. Nadareishvili. On the skarn zoning of the Dzama ore deposit 652

STRUCTURAL MECHANICS

- A. I. Chachanashvili. Design of asymmetric arch dams under hydrostatic load and own weight by the mixed variation bar method 656
- L. A. Japaridze. On the calculation of circular stulls of workings in creeping rocks by the method of limiting state 660

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- A. D. Sepiashvili, T. Sh. Iamanidze. On the damping of the framework vibrations of a rotary-percussion drilling rig 664
- B. R. Bandzeladze. On the damping of the vibrations of the breaking-out device of a narrow stoping machine 668

METALLURGY

- A. S. Vashakidze. Determination of power parameters in box groove rolling with pull 672

MACHINE BUILDING SCIENCE

- R. Sh. Adamia, A. M. Drogovoz, V. A. Krasnoshapka. Auto-oscillations in catching the lines of rolling mills with account of the variability of the normal pressure in the contact zone of the sliding surfaces 676

POWER ENGINEERING

- Z. I. Tsereteli, R. Ya. Chitashvili. On one model of river runoff for water-power calculations 680
- D. G. Tskhvirashvili, Z. D. Berishvili, N. M. Chikhladze, E. P. Khechinashvili, A. G. Odishvili. Distribution of zirconium hydroxides between water and its dry saturated vapour and their solubility in boiling water 684

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. F. Sigua, S. E. Rogava. On automatic control of voltage transducers into code 688

BOTANY

- M. N. Khachidze. Towards a study of the vegetational cover of the Eldar valley in relation to its geomorphology (south-eastern Georgia) 692

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- Ts. G. Suknidze. The effect of bilateral lesions of fastigial nuclei on the labyrinthine and conditioned-reflex memory in cats 695
- M. M. Janjgava. The dynamics of changes in the structure of the cardiac cycle during head irradiation in rabbits 700

GENETICS AND SELECTION

- N. N. Burkadze. The role of genotypic factors in the development of arterial hypertension 703

BIOPHYSICS

- N. V. Kozlova, E. L. Demuria. Spectrofluorometric studies of the KCN effect on the mitochondria 708
- N. N. Bokochadze, M. Sh. Simonidze, M. M. Zaalishvili. The influence of anions on the G-F transformation of actin 711
- N. G. Bakradze, Ts. T. Tarkashvili. On the decoding of the complex calorimetric melting curves of transfer RNA macromolecules 716
- M. A. Khvedelidze. On dualism in molecular bionics 719

BIOCHEMISTRY

- T. V. Miminoshvili, V. V. Mzhavanadze, A. B. Meskhi. The effect of the total preparation of phenolic compounds of blueberry leaves on the growth of carrot tissue, *Daucus carota* 723
- G. P. Gelbakhiani, N. V. Dolidze, Z. S. Zedania. Bilirubin and bilirubin fractions in patients with chronic glomerulonephritis 727
- N. P. Gumbaridze. Transformation of quince polyphenols during fruit processing 732

HISTOLOGY

- I. R. Korkia. Embryonic development of bursa Fabricii 735

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- M. V. Mshvidobadze. Electron microscopic and cytochemical analysis of de-differentiation and differentiation of tendinous cells 740

PALAEOBIOLOGY

- L. K. Gabunia. On the presence of the *Diacodexinae* in the Eocene of Asia 744

HISTORY OF ART

- M. G. Boroda. On the concept of the elementary metrorhythmic unit in music 748
- G. I. Lomadze. Characteristics of form in Andria Balanchivadze's instrumental music 752

HISTORY

- G. S. Mamulia. The source of the princely list of "The Life of Gregory" and its political trend 756



Т. А. ТАДУМАДЗЕ

ЗАДАЧА ЛАГРАНЖА С ПЕРЕМЕННЫМИ ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 3.4.1973)

Пусть $\tau_j(t)$, $j = 1, \dots, s$, $\theta_j(t)$, $j = 1, \dots, \nu$, — запаздывания, определенные на конечном интервале $J = [t_0, t_1]$ временной оси E^1 и удовлетворяющие условиям $\tau_1(t) \equiv t$, $\tau_j(t) < t$,

$$\tau_j(t) > 0, j = 2, \dots, s; \theta_1(t) \equiv t, \theta_j(t) = t - m_j(t)h, j = 2, \dots, \nu,$$

где $h > 0$ — произвольное число, $m_j(t)$, $j = 2, \dots, \nu$, — кусочно-постоянные функции, принимающие значения из множества натуральных чисел; множества

$$\{\theta_j(t) : t \in J_1\}, \{\theta_j(t) : t \in J_2\}, j = 2, \dots, \nu,$$

не пересекаются для любых непересекающихся интервалов J_1 и J_2 из J .

Пусть $\varphi(t)$ — начальная функция, определенная на интервале $\eta \leq t \leq t_0$ и удовлетворяющая условиям: $\varphi(t)$ абсолютно непрерывна и принимает значения из открытого множества G n -мерного евклидова пространства E^n ; в любой точке существования производной

$$|\varphi(t)| \leq M = \text{const.} \text{ Здесь } \eta = \min(\tau, \theta), \text{ где } \tau = \min \tau_j(t), 2 \leq j \leq s,$$

$$t \in J, \theta = \min \theta_j(t), 2 \leq j \leq s, t \in J.$$

Пусть действительные скалярные функции $\Phi(t, x_1, \dots, x_s, y_0, y_1, \dots, y_\nu)$, $f^\alpha(t, x_1, \dots, x_s, y_1, \dots, y_\nu)$, $\alpha = 1, \dots, k < n$, вместе с частными производными

$\Phi_{x_j}, \Phi_{y_\rho}, j = 1, \dots, s, \rho = 0, \dots, \nu, f_{x_j}^\alpha, f_{y_\rho}^\alpha, \alpha = 1, \dots, k, j = 1, \dots, s, \rho = 1, \dots, \nu$, определены и непрерывны соответственно на прямых произведениях.

$$J \times G \times (s\text{-раз}) \times G \times E^k \times E^r \times (\nu\text{-раз}) \times E^r, J \times G \times (s\text{-раз}) \times G \times E^r \times (\nu\text{-раз}) \times E^r,$$

где $r = n - k$.

Рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений с запаздываниями:

$$g(t, x(t), \dot{x}(t)) \equiv \dot{y}_0(t) - f(t, x(\tau_1(t)), \dots, x(\tau_s(t)), \dot{y}(\theta_1(t)), \dots, \dot{y}(\theta_\nu(t))) = 0, (1)$$

$$y_0(t) = (x^1(t), \dots, x^k(t)), y(t) = (x^{k+1}(t), \dots, x^n(t)), f = (f^1, \dots, f^k).$$

Обозначим через Δ множество кривых $x(t) = (x^1(t), \dots, x^n(t))$, $\eta \leq t \leq t_1$, соединяющих заданные точки x_0, x_1 множества G : $x(t_0) = x_0, x(t_1) = x_1$ и удовлетворяющих условиям: функция $x(t)$ абсолютно непрерывна на J и принимает значения из G , в любой точке существования производной

$$|x(t)| \leq N = \text{const.}$$

ს. ბ. ბაბიძე



Пусть $\tilde{x} \in \Delta$, через V_ε обозначим окрестность кривой \tilde{x} , которая определяется следующим образом:

$$V_\varepsilon = \{x : |x(t) - \tilde{x}(t)| \leq \varepsilon, t_0 \leq t \leq t_1, \varepsilon > 0, x \in \Delta\}.$$

Очевидно, что на множестве Δ определен интегральный функционал

$$I(x) = \int_{t_0}^{t_1} \Phi(t, x(\tau_1(t)), \dots, x(\tau_s(t)), \dot{y}_0(t), \dot{y}(\theta_1(t)), \dots, \dot{y}(\theta_v(t))) dt. \quad (2)$$

Кривую $\tilde{x} \in \Delta$ будем называть экстремалью, если существует такая окрестность V_δ , что для любой $x \in V_\delta$ выполняется неравенство $I(\tilde{x}) \leq I(x)$.

Задачей Лагранжа с запаздываниями будем называть задачу нахождения всех экстремалей.

Поставленная задача эквивалентна следующей оптимальной задаче. Рассмотрим систему

$$\dot{z}(t) = A(t, x(\tau_1(t)), \dots, x(\tau_s(t)), u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))), \quad (3)$$

где

$$z = (x^0, \dots, x^n), A = (f^0, \dots, f^h, u^1, \dots, u^r), f^0(t, x_1, \dots, x_s, u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))) = \Phi(t, x_1, \dots, x_s, f(t, x_1, \dots, x_s, u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))), u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))), u(t) = (u^1(t), \dots, u^r(t)) -$$

произвольная измеримая ограниченная на отрезке $[0, t_1]$ функция, удовлетворяющая условию $u^\rho(t) = \dot{\varphi}^{h+\rho}(t)$, $\rho = 1, \dots, r$, почти всюду на $[\theta, t_0]$. Множество таких функций обозначим через Ω .

Управление $u(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, будем называть допустимым, если соответствующая траектория $z(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, системы (3) удовлетворяет условиям

$$z(t) = (0, \varphi(t)), \tau \leq t < t_0, z(t_0) = (0, x_0), z(t_1) = (x^0(t_1), x_1).$$

Множество допустимых управлений обозначим через Ω_1 .

Пусть $\tilde{u} \in \Omega_1$, через $W_{K,\varepsilon}$ обозначим окрестность точки

$$\tilde{A} = A(t, x_1, \dots, x_s, \tilde{u}(\theta_1(t)), \dots, \tilde{u}(\theta_v(t))),$$

которая определяется следующим образом:

$$W_{K,\varepsilon} = \left\{ A = A(t, x_1, \dots, x_s, u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))) : \int_J \left[|\tilde{A} - A| + \sum_{j=1}^s |\tilde{A}_{x_j} - A_{x_j}| \right] dt \leq \varepsilon, \forall (x_1, \dots, x_s) \in K^s, u \in \Omega \right\},$$

где K — компакт из G , $\varepsilon > 0$ — произвольное число.

Пару $(\tilde{u}(t), \tilde{z}(t))$, $t_0 \leq t \leq t_1$, будем называть экстремалью, если существует такая $W_{K,\delta}$, что для любой $u \in \Omega_1$, $A(t, x_1, \dots, x_s, u(\theta_1(t)), \dots, u(\theta_v(t))) \in W_{K,\delta}$ выполняется неравенство $\tilde{x}^0(t_1) \leq x^0(t_1)$.

Для сформулированной оптимальной задачи справедлив нижеприведенный принцип максимума.

Пусть $(\tilde{u}(t), \tilde{z}(t))$, $t_0 \leq t \leq t_1$ — экстремальная пара. Тогда существует такое нетривиальное решение $\psi = (\psi_0, \dots, \psi_n)$ системы

$$\dot{\psi}_0(t) = 0, \quad \psi_0(t) \equiv \psi_0 = \text{const} \leq 0,$$

$$\dot{\psi}_i(t) = - \sum_{j=1}^s \sum_{\alpha=0}^k \chi_{ij}(t) \dot{\gamma}_j(t) f_{x_j^\alpha}(\gamma_j(t), \tilde{x}(\tau_1(\gamma_j(t))), \dots, \tilde{x}(\tau_s(\gamma_j(t))),$$

$$\tilde{u}(\theta_1(\gamma_j(t))), \dots, \tilde{u}(\theta_v(\gamma_j(t))) \psi_\alpha(\gamma_j(t)) = 0, \quad i = 1, \dots, n,$$

что почти всюду на J выполняется условие максимума

$$\sum_{j=1}^v \sum_{\alpha=0}^k \chi(\omega_j(t)) f^\alpha(\omega_j(t), \tilde{x}(\tau_1(\omega_j(t))), \dots, \tilde{x}(\tau_s(\omega_j(t))), \tilde{u}(\theta_1(\omega_j(t))), \dots, \tilde{u}(\theta_v(\omega_j(t))) \psi_\alpha(\omega_j(t)) + \sum_{\rho=1}^r \tilde{u}^\rho(t) \psi_{k+\rho}(t) = \max_{u \in E^r} \left[\sum_{j=1}^v \sum_{\alpha=0}^k \chi(\omega_j(t)) f^\alpha(\omega_j(t), \tilde{x}(\tau_1(\omega_j(t))), \dots, \tilde{x}(\tau_s(\omega_j(t))), \tilde{u}(\theta_1(\omega_j(t))), \dots, \tilde{u}(\theta_{j-1}(\omega_j(t))), u, \tilde{u}(\theta_{j+1}(\omega_j(t))), \dots, \tilde{u}(\theta_v(\omega_j(t))) \psi_\alpha(\omega_j(t)) + \sum_{\rho=1}^r u^\rho \psi_{k+\rho}(t) \right].$$

Здесь $\chi_{ij}(t)$ — характеристическая функция отрезка $[t_0, \tau_j(t_1)]$, $\gamma_j(t)$ — функция, обратная $\tau_j(t)$, $\chi(t)$ — характеристическая функция отрезка J , наконец, $\omega_j(t) = \xi$, если уравнение $\theta_j(\xi) = t$ разрешимо в J относительно ξ , а в противном же случае $\omega_j(t) = \xi_1$, где $\xi_1 > \tau_1$ — некоторое фиксированное число.

Из принципа максимума методом, данным в [1], легко выводится правило множителей для задачи Лагранжа с запаздываниями.

Введем обозначения

$$F(t, x(t), \dot{x}(t), \psi_0, \lambda(t)) = - \Phi(t, x(\tau_1(t)), \dots, x(\tau_s(t)), \dot{y}_0(t), \dot{y}(\theta_1(t)), \dots, \dot{y}(\theta_v(t))) \psi_0 + \lambda(t) g(t, x(t), \dot{x}(t)).$$

Теорема (правило множителей). Пусть кривая $\tilde{x} \in \Delta$ является экстремалью. Тогда существуют измеримая и ограниченная вектор-функция $\lambda(t) = (\lambda_1(t), \dots, \lambda_r(t))$ и такая постоянная $\psi_0 \leq 0$, что на J почти всюду выполняется равенство

$$B_i F_{y_j^i}(t, \tilde{x}(t), \dot{\tilde{x}}(t), \psi_0, \lambda(t)) + C_i \sum_{j=1}^v \chi(\omega_j(t)) F_{y_j^{i-k}}(\omega_j(t), \tilde{x}(\omega_j(t)),$$

$$\dot{\tilde{x}}(\omega_j(t)), \psi_0, \lambda(\omega_j(t))) = \sum_{j=1}^s \int_{t_0}^t \chi_j(t) \dot{\gamma}_j(t) F_{x_j^i}(\gamma_j(t), \tilde{x}(\gamma_j(t)),$$



$\tilde{x}(\gamma_j(t)), \psi_0, \lambda(\omega_j(t)) dt + D_i, \quad i = 1, \dots, n,$

где D_i — постоянные числа, $B_i = 1, C_i = 0, i = 1, \dots, k, B_{k+j} = 0, C_{k+j} = 1, j = 1, \dots, r.$

Рассмотрим теперь задачу Лагранжа с запаздываниями, где минимизируется совокупность функционалов. Для такой задачи экстремаль определяется следующим образом.

Пусть задана система интегральных функционалов

$$I^i(x) = \int_{t_0}^{t_1} \Phi^i(t, x(\tau_1(t)), \dots, x(\tau_s(t)), \dot{y}_0(t), \dot{y}(\theta_1(t)), \dots, \dot{y}(\theta_v(t))) dt,$$

$$i = 1, \dots, \sigma,$$

где Φ^i удовлетворяет тем же условиям, что и $\Phi.$

Кривую $\tilde{x} \in \Delta$ будем называть экстремалью, если найдется такая окрестность $V_\delta,$ что для любой фиксированной $x \in V_\delta$ выполняется одно из следующих условий

1. Существует такой номер $j, 1 \leq j \leq \sigma,$ что $J^j(x) > J^j(\tilde{x}).$
2. $J^i(x) = J^i(\tilde{x}), \quad i = 1, \dots, \sigma.$

Наконец отметим, что вышеприведенная теорема остается в силе и в этом случае, с незначительным изменением, а именно постоянное число $\psi_0 \leq 0$ заменяется постоянным вектором $a = (\psi_1, \dots, \psi_\sigma), \psi_i \leq 0, i = 1, \dots, \sigma,$ и функция F имеет вид $F = -a\Phi + \lambda g,$ где $\Phi = (\Phi^1, \dots, \Phi^\sigma).$

Институт прикладной математики
Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.4.1973)

მათემატიკა

მ. თადუმაძე

ლაგრანჟის ამოცანის ცვლადი დაგვიანებებით

რეზიუმე

ლაგრანჟის ამოცანისათვის, ცვლადი დაგვიანებებით, დამტკიცებულია ექსტრემალობის აუცილებელი პირობა მამრავლთა წესის ფორმით. მიღებული შედეგი განზოგადებულია ლაგრანჟის ისეთ ამოცანაზეც, სადაც ხდება რამდენიმე ფუნქციონალის მინიმიზაცია.

MATHEMATICS

T. A. TADUMADZE

THE LAGRANGE PROBLEM WITH VARIABLE LAGS

Summary

For the Lagrange problem with variable lags the necessary condition for extremality is proved in the form of the rule of multipliers. This result is generalized to the case also when in the Lagrange problem several functionals are minimized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.

Р. Д. БАНЦУРИ

РЕШЕНИЕ ОДНОГО ТИПА БЕСКОНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 21.2.1973)

1°. Исследуем бесконечную систему алгебраических уравнений вида

$$a^n \varphi_n - \sum_{m=-\infty}^{\infty} k_{n-m} \varphi_m = f_n \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots), \quad (1)$$

$|a| \neq 1$, $\{f_n\} \in l_1$, $\{k_n\} \in l_1$. Решение ищем в классе $\{\varphi_n\} \in l_1$ и $\{a^n \varphi_n\} \in l_1$, где l_1 — пространство бесконечных последовательностей

$$\{\alpha_n\}, \quad \sum_{n=-\infty}^{\infty} |\alpha_n| < \infty.$$

Без ограничения общности можно предполагать, что $|a| > 1$.

Обозначим через γ окружность радиуса 1 с центром в начале координат, а через D — круговое кольцо $1 < |z| < |a|$.

Если систему (1) помножить на $t^n = e^{in\theta}$, $0 \leq \theta < 2\pi$ и просуммировать, получится

$$\varphi(at) - K(t)\varphi(t) = f(t), \quad t \in \gamma, \quad (2)$$

где

$$K(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} k_n t^n, \quad f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n t^n, \quad \varphi(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \varphi_n z^n, \quad z \in D.$$

Будем предполагать, что $K(t) \neq 0$, $t \in \gamma$.

Таким образом, решение системы (1) сводится к нахождению аналитической функции $\varphi(z)$ в круговом кольце D , граничные значения которой удовлетворяют условию (2) и принадлежат классу функции A . Через A обозначим класс всех функций, ряды Фурье которых абсолютно суммируемы. A представляет собой нормированное кольцо с обычным умножением функции и с нормой

$$\|\varphi\| = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |\varphi_n|, \quad \left(\varphi(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \varphi_n t^n \right).$$

Рассмотрим сперва случай, когда коэффициент $K(t)$ постоянен. Граничное условие в этом случае имеет вид



$$\varphi(at) - g\varphi(t) = f(t), \quad t \in \gamma.$$

Если $\varphi(z)$ разложим в ряд Лорана, а $f(t)$ — в ряд Фурье, получим

$$(a^n - g)\varphi_n = f_n \quad (n=0, \pm 1, \pm 2, \dots).$$

Отсюда следует, что если $a^n - g \neq 0$ ($n=0, \pm 1, \dots$), тогда задача (3) имеет единственное решение. Это решение дается формулой

$$\varphi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} K_g \left(\frac{z}{t} \right) \frac{f(t)}{t} dt, \quad (4)$$

где

$$K_g(z) = \frac{a}{a-z} + \frac{1}{g(1-z)} + g \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{a^n - g} \left(\frac{z}{a} \right)^n + \frac{1}{g} \sum_{n=-\infty}^{-1} \frac{a^n z^n}{a^n - g}. \quad (5)$$

Если существует целое число m , такое, что $a^m - g = 0$, то задача (3) имеет решение тогда и только тогда, когда $f_m = 0$, т. е.

$$\int_{\gamma} f(t) t^{-(m+1)} dt = 0. \quad (6)$$

Решение дается в следующем виде:

$$\varphi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} K_g^* \left(\frac{z}{t} \right) \frac{f(t)}{t} dt + cz^m, \quad (7)$$

где $K_g^*(z)$ получается из ряда (5), в котором отсутствует слагаемое, у которого знаменатель обращается в нуль.

Если $a^n - g \neq 0$ ($n=0, \pm 1, \dots$), тогда решения задачи (3) при $f(t) \equiv 0$ имеют полюс порядка p в точке z_0 и дается формулой

$$\varphi_p(z) = \sum_{j=0}^{p-1} C_j \frac{d^j \varphi(z, \lambda)}{dz^j}, \quad \lambda = z_0, \quad z \in D, \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \varphi(z, \lambda) = & \frac{z}{z-\lambda} + g \frac{z}{z-a\lambda} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{(a^n g - 1) z^n} + \\ & + g^2 \sum_{n=-\infty}^{-1} \frac{a^{2n} \lambda^n}{(a_n g - 1) z^n}, \end{aligned} \quad (9)$$

C_j , $j=0, 1, 2, \dots, p-1$ — постоянные.

2°. Обозначим через κ индекс функции $K(t)$:

$$\kappa = \frac{1}{2\pi i} [\ln K(t)]_{\gamma} = \frac{1}{2\pi} [\arg K(t)]_{\gamma}.$$

Пусть z_0 — произвольная фиксированная точка области D .

Из формулы (7) следует, что коэффициент задачи (2) можно представить в виде

$$K(t) = \frac{X(at)}{X(t)},$$

где

$$X(z) = (z - z_0)^\kappa \exp \left(\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} K_1^* \left(\frac{z}{t} \right) \frac{\ln \frac{K(t)}{\mu} \left(\frac{t - z_0}{at - z_0} \right)^\kappa}{t} dt, z \in D, \right. \quad (10)$$

$$\left. \mu = \exp \left(\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \ln K(t) \left(\frac{t - z_0}{at - z_0} \right)^\kappa \cdot \frac{dt}{t} \right) \cdot \right.$$

Легко показать, что если $\kappa \neq 0$, существует такой z_0 , при котором $a^n - \mu \neq 0$, ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$).

Перепишем теперь граничное условие (2) в виде

$$\frac{\varphi(at)}{X(at)} - \mu - \frac{\varphi(t)}{X(t)} = \frac{f(t)}{X(at)},$$

откуда на основании (4) и (8) следует, что, если $\kappa > 0$, решение задачи (2) дается формулой

$$\varphi(z) = \frac{X(z)}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{K_\mu \left(\frac{z}{t} \right) f(t) dt}{tX(at)} + X(z) \varphi_\kappa(z). \quad (11)$$

При $\kappa < 0$ ограниченное решение существует лишь при условии

$$\int_{\gamma} \frac{d^j K_\mu \left(\frac{z}{t} \right)}{dz^j} \cdot \frac{f(t) dt}{tX(at)} = 0, \quad z = z_0, \quad j = 0, 1, 2, \dots, -\kappa - 1.$$

В этом случае задача (2) имеет единственное решение, которое дается формулой (11), где $\varphi_\kappa(z) \equiv 0$.

Если $\kappa = 0$ и $a^m - \mu \neq 0$, тогда решение задачи (2) дается формулой (11) при $\varphi_\kappa(z) \equiv 0$.

В случае, когда $a^m - \mu = 0$, решение существует, если выполнено следующее необходимое и достаточное условие:

$$\int_{\gamma} \frac{f(t) dt}{t^{m+1} X(at)} = 0,$$

а решение дается формулой

$$\varphi(z) = \frac{X(z)}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{K_\mu \left(\frac{z}{t} \right) f(t) dt}{tX(at)} + cX(z)z^m.$$

На основании теоремы Винера-Левы (см., например, [1]) видно, что граничное значение решения задачи (2) принадлежит классу А.

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

(Поступило 5.4.1973)

მათემატიკა

რ. ბანცური

ერთი სახის უსასრულო ალგებრულ განტოლებათა
 სისტემის ამოხსნა

რეზიუმე

განხილულია უსასრულო ალგებრულ განტოლებათა სისტემა

$$a^n \varphi_n - \sum_{m=-\infty}^{\infty} k_{n-m} \varphi_m = f_n \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots), \quad (1)$$

$|a| \neq 1$, $\{f_n\} \in l_1$, $\{k_n\} \in l_1$. ამოხსნისაგან მოვითხოვთ, რომ $\{\varphi_n\} \in l_1$ და $\{a^n \varphi_n\} \in l_1$. ლორანის გარდაქმნის გამოყენებით (1) სისტემის ამოხსნა მოყვანილია წრიულ რგოლში $\min(|a|, 1) < |z| < \max(|a|, 1)$ ანალიზური $\varphi(z)$ ფუნქციის მოძებნის ამოცანაზე შემდეგი სასაზღვრო პირობით:

$$\varphi(at) - K(t) \varphi(t) = f(t) \quad |t| = 1.$$

MATHEMATICS

R. D. BANTSURI

SOLUTION OF ONE TYPE OF INFINITE SYSTEM OF ALGEBRAIC EQUATIONS

Summary

The paper deals with the infinite system of algebraic equations

$$a^n \varphi_n - \sum_{m=-\infty}^{\infty} k_{n-m} \varphi_m = f_n \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots). \quad (1)$$

under the assumptions $|a| \neq 1$, $\{f_n\} \in l_1$, $\{k_n\} \in l_1$. We also assume that $\{\varphi_n\} \in l_1$ and $\{a^n \varphi_n\} \in l_1$.

Involving Laurent's transform, the solution of (1) is reduced to the following problem: find the analytic function $\varphi(z)$ in the circular ring $\min(|a|, 1) < |z| < \max(|a|, 1)$ with the boundary condition

$$\varphi(at) - K(t) \varphi(t) = f(t), \quad |t| = 1.$$

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гельфанд, Д. А. Райков, Р. Е. Шиллов. Коммутативные нормированные кольца. М., 1960.

У. ХАДЖИХАНОВ

О ПРЯМЫХ БОЛЯ 2-ГО РОДА КОНГРУЭНЦИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 2.4.1973)

Пусть в трехмерном проективном пространстве задана непараболическая конгруэнция прямых. Фокальные поверхности этой конгруэнции обозначим через S_1 и S_2 .

На этих поверхностях выделим такие регулярные области (s_1) и (s_2) , где их общие касательные прямые, образующие заданную конгруэнцию, устанавливают взаимно-однозначное соответствие между точками (касательными плоскостями) фокальных поверхностей.

Через $M(x^{\alpha}_1, \xi^{\alpha}_1)$ и $M(x^{\alpha}_2, \xi^{\alpha}_2)$ обозначим соответствующие точки областей (s_1) и (s_2) , где $x^{\alpha}_1, x^{\alpha}_2$ — точечные, а $\xi^{\alpha}_1, \xi^{\alpha}_2$ — тангенциальные представления поверхностей S_1 и S_2 соответственно; при этом $\alpha = 1, 2, 3, 4$.

Через $Q(M)_1$ и $Q(M)_2$ обозначим квадратики Ли фокальных поверхностей в точках M_1 и M_2 соответственно. Поверхности x^{α}_1 и x^{α}_2 нормализуем фокально [1], т. е. в качестве нормали 1-го рода поверхности x^{α}_1 (и одновременно в качестве нормали 2-го рода поверхности x^{α}_2) выберем прямую, проходящую через точку x^{α}_1 и лежащую в плоскости ξ^{α}_2 , но не лежащую в плоскости ξ^{α}_1 . В качестве нормали 2-го рода поверхности x^{α}_1 (и одновременно в качестве нормали 1-го рода поверхности x^{α}_2) выберем прямую, проходящую через точку x^{α}_2 и лежащую в плоскости ξ^{α}_1 , но не проходящую через точку x^{α}_1 . Таким образом, фокальные поверхности M_1 и M_2 нормализуются в смысле Нордена [2] и на них соответственно индуцируются сопряженные аффинные связности 1-го рода — G^k_{ij}, G^k_{ij} и второго рода — $\Gamma^k_{ij}, \Gamma^k_{ij}$, где $i, j, k = 1, 2$.

В сочинении Боля ([3], стр. 249) с каждой точкой фокальных поверхностей непараболической конгруэнции прямых однозначно связываются две прямые, которые мы называли прямыми Боля конгруэнции [4]. Эти прямые определяются следующим образом: одна прямая Боля конгруэнции проходит через точки x^{α}_1 и \bar{X}^{α}_1 , где x^{α}_1 — точка поверхно-



сти M_1 , а \bar{X}_1^α — полюс плоскости ξ_1^α относительно $Q_2(M_2)$ (представляющей квадрику Ли в точке x_2^α); другая прямая Боля проходит через точки x_2^α и \bar{X}_2^α , где \bar{X}_2^α — полюс плоскости ξ_2^α относительно $Q_1(M_1)$.

В дальнейшем эти прямые будем называть прямыми Боля 1-го рода конгруэнции прямых. Прямые Боля 2-го рода конгруэнции определим двойственным образом.

Пусть точке x_1^α относительно $Q_2(M_2)$ соответствует полярная плоскость $\bar{\Sigma}_1^\alpha$, а точке x_2^α относительно $Q_1(M_1)$ — полярная плоскость $\bar{\Sigma}_2^\alpha$.

Одну прямую Боля 2-го рода конгруэнции рассматриваем как прямую пересечения плоскостей ξ_1^α и $\bar{\Sigma}_1^\alpha$. Эта прямая лежит в плоскости ξ_1^α и проходит через точку x_2^α (так как плоскость $\bar{\Sigma}_1^\alpha$ содержит точки x_2^α и \bar{X}_1^α). Другую прямую Боля 2-го рода конгруэнции рассматриваем как прямую пересечения плоскостей ξ_2^α и $\bar{\Sigma}_2^\alpha$. Эта прямая лежит в плоскости ξ_2^α и проходит через точку x_1^α (так как плоскость $\bar{\Sigma}_2^\alpha$ содержит точки x_1^α и \bar{X}_2^α).

Целью настоящей заметки является нахождение векторов R_i, R_i , определяющих прямые Боля 2-го рода, и векторов S_i, S_i , определяющих средние прямые Боля на нормализованных фокальных поверхностях конгруэнции.

Легко определяются выражения для плоскостей $\bar{\Sigma}_1^\alpha, \bar{\Sigma}_2^\alpha$:

$$\begin{aligned}\bar{\Sigma}_2^\alpha &= -T_{11} \nu^i \xi_1^\alpha + \eta_{1i} \nu^i, \\ \bar{\Sigma}_1^\alpha &= -T_{22} \nu^i \xi_2^\alpha + \eta_{2i} \nu^i,\end{aligned}\quad (1)$$

где $T_i(T_i)$ — чебышевский вектор в связности $G_{ij}^h(G_{ij}^h)$ асимптотической сети поверхности $M_1(M_1)$; $\nu^i(\nu^i)$ — касательный вектор в точке $x_1^\alpha(x_1^\alpha)$ поверхности $M_1(M_1)$, лежащий на прямой (x_1^α, x_2^α) конгруэнции; $\eta_{1i}(\eta_{2i})$ — плоскости, принадлежащие нормали 1-го рода поверхности $M_1(M_1)$.

Прямую пересечения плоскостей ξ_2^α и $\bar{\Sigma}_2^\alpha$ можно представить в виде

$$\eta_{1i} + R_i \xi_1^\alpha, \quad R_i = \frac{T_{11} \nu^i}{V^h \nu_h^i}, \quad (2)$$



где \bar{v}_i — сопряженный вектор к вектору v_i на поверхности (M) . Аналогично получаем выражение вектора R_i , определяющего прямую пересечения плоскостей ξ_α , $\bar{\Sigma}_\alpha$:

$$\eta_{ai} + R_i \xi_\alpha, \quad R_i = \frac{T_l v^l}{V^k v_k} \bar{v}_i. \quad (3)$$

Следовательно, справедлива

Теорема 1. Для того чтобы некоторая фокальная нормализация фокальных поверхностей оказалась нормализацией Боля 2-го рода, необходимо и достаточно, чтобы чебышевские векторы T_i, T_i образовывали поле абсолютно параллельных векторов в связностях G_{ij}^k, Γ_{ij}^k и Γ_{ij}^k, G_{ij}^k соответственно.

Для нахождения вектора \tilde{R}_i , определяющего прямую $\xi_\alpha \times \bar{\Sigma}_\alpha$, потребуем, чтобы прямая $y_i^\alpha + \tilde{R}_i x^\alpha$ лежала также на плоскости $\bar{\Sigma}_\alpha$, где y_i^α — точки, принадлежащие нормали 2-го рода поверхности x^α . Как известно [1], величины $T_i, \eta_{ai}, \xi_\alpha$ определяются с помощью элементов, относящихся к поверхности x^α . Например:

$$T_i = -T_i + 1/4 \partial_i \lg(\pi/p), \quad \pi = \pi_{ji} \bar{v}^j v^i, \quad p = p_{ji} v^j \bar{v}^i,$$

где $p_{ij}(\pi_{ij})$ — коэффициент при $x^\alpha(\xi_\alpha)$ деривационного уравнения нормализованной поверхности $x^\alpha(\xi_\alpha)$. Учитывая эти зависимости и рассматривая фокальную сеть поверхности (M)

$$f_{ij} = \frac{1}{v} (v_i \bar{v}_j + \bar{v}_i v_j), \quad v = \bar{V}^k v_k,$$

получаем окончательно

$$\tilde{R}_i = \frac{1}{2} (f_i^l + \delta_i^l) \left[T_l - \frac{1}{4} \partial_l \lg(\pi/p) \right],$$

$$R_i = \frac{1}{2} (f_i^l - \delta_i^l) T_l. \quad (4)$$

Для прямых Боля 1-го рода конгруэнции имеем [4]

$$r_i = \frac{1}{2} (f_i^l + \delta_i^l) T_l,$$

$$\tilde{r}_i = \frac{1}{2} (f_i^l - \delta_i^l) \left[T_l - \frac{1}{4} \partial_l \lg(\pi/p) \right]. \quad (5)$$

Следовательно, справедлива

Теорема 2. Если исходная фокальная нормализация является нормализацией Ли на обеих фокальных поверхностях, то нормализующие конгруэнции обоих родов образованы прямыми Боля.

Согласно А. П. Нордену [1], средними прямыми Боля конгруэнции будем называть прямые, определенные векторами:

$$S_1 = \frac{r_1 + \tilde{R}_1}{2} = \frac{1}{2} (f_1' + \delta_1') \left[T_1 - \frac{1}{8} \partial_1 \lg \left(\frac{\pi/p}{1} \right) \right],$$

$$S_2 = \frac{\tilde{r}_1 + R_1}{2} = \frac{1}{2} (f_1' - \delta_1') \left[T_1 - \frac{1}{8} \partial_1 \lg \left(\frac{\pi/p}{1} \right) \right]. \quad (6)$$

Ясно, что прямая, представленная вектором S_1 , лежит в касательной плоскости поверхности x_1^a и не проходит через точку x_1^a , а прямая, представленная вектором S_2 , проходит через точки поверхности x_1^a , но не лежит на касательной плоскости ξ_1^a .

Заметим, что средние прямые Боля конгруэнции полярно сопряжены относительно квадратики Ли только в том случае, когда

$$\frac{\pi/p}{1} = \text{const.}$$

Тогда прямые Боля 1 и 2-го родов конгруэнции совпадают со средними прямыми Боля конгруэнции.

Выражаю благодарность Г. Н. Тевзадзе за советы и помощь, которыми я пользовался при выполнении данной работы.

Наманганский государственный педагогический институт им. Х. Х. Ниязи

(Поступило 5.4.1973)

მათემატიკა

უ. ხადჯიხანოვი

კონგრუენციის მე-2 გვარის ბოლის წრფეების შესახებ

რეზიუმე

სამეანზომილებიან პროექტიულ სივრცეში განმარტებულია და მოძებნილია ტენზორული წარმოდგენები ეგრეთ წოდებული კონგრუენციის მე-2 გვარის ბოლის წრფეებისა / ფორმულა (4) / და ბოლის საშუალო წრფეებისათვის / ფორმულა (6) /.

MATHEMATICS

U. HAJIKHANOV

ON BOL'S SECOND ORDER STRAIGHT LINES OF CONGRUENCE

Summary

The tensor determinations of the so-called Bol's second order straight lines (formula (4)) and Bol's middle straight lines of congruence (formula (6)) in three-dimensional projective space are derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Тевзадзе. Сообщения АН ГССР, 35, 1, 1964, 9—14.
2. А. П. Норден. Пространство аффинной связности. М.—Л., 1950.
3. Gerrit Bol. Projektive Differential-Geometrie, 2-Teil, Göttingen, 1954.
4. У. Хаджиханов. Сообщения АН ГССР, 61, 3, 1971, 537—540.



Н. В. ЭЛБАКИДЗЕ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ОПТИМАЛЬНОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ
В МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 2.4.1973)

Рассмотрена задача о так называемых последовательных оптимальных переключениях в общих марковских процессах (для непрерывного времени). Она представлена как определенная комбинация задач остановки.

В каждый момент времени можно выбрать один из законов распределения, которому будет следовать процесс до момента следующего изменения закона. При этом переключение можно произвести в случайный момент времени (вообще говоря, зависящий от прошлого процесса), который и требуется подобрать так, чтобы некоторый функционал достигал максимального значения.

Для формального определения управляемого процесса будем обозначать через $\{x_t^i, F_t^i, P_x^i\}, t \geq 0$ два класса эквивалентных по распределению необрывающихся однородных марковских процессов в фазовом пространстве (E, B) (при нечетных $i, P_x^i = P_x^1$, а при четных $i, P_x^i = P_x^2, F_t^i = \sigma\{x_s^i, s \leq t\}$).

Процесс, полученный m переключениями при начальном i -м законе распределения, задается рекуррентно:

$$y_t^{i,m}(x) = I_{[\tau_m^i \geq t]} y_t^{i,m-1}(x) + \sum_{s < t} I_{[\tau_m^i = s]} x_{t-s}^{i+m} (y_s^{i,m-1}),$$

где $\tau_m^i y_t^{i,0} = x_t^i$ и $I_A(\cdot)$ — индикатор множества A .

Марковские моменты τ_m^i согласованы с семейством σ -алгебр $\{F_t^{i,m}\}, t \geq 0$, относительно которых измеримы величины $y_t^{i,m}$. Заметим, что $F_t^{i,m}$ состоит из всех тех множеств A , для которых

$$A \cap \{\tau_m^i > t\} \subset F_t^{i,m-1}, \quad A \cap \{\tau_m^i = s\} \subset F_{t-s}^{i+m}, \quad 0 \leq s \leq t,$$

где $F_t^{i,0} = F_t^i$.

Выражение $x_{t-s}^{i+m} (y_s^{i,m-1})$ обозначает процесс, выходящий из точки $y_s^{i,m-1}$. Предполагается, что $x_{t-s}^{i+m} (y_s^{i,m-1})$ не зависит от σ -алгебры $F_s^{i,m-1}$ при условии $\tau_m^i > s$.

Пусть функции $r_1(x), r_2(x)$ и $c(x)$ удовлетворяют следующим условиям:

$$r_1(x), r_2(x), c(x), E_x^i \left[\int_0^\infty e^{-\lambda s} r_i(x_s) ds \right] \in L(A^-) = \{f : E_x^i [\sup_n f^-(x_n)] < \infty\}, \lambda > 0$$

(при P_x^1 и P_x^2 одновременно) и $r_i, c \leq K < \infty$.



Функции $r_i(x)$ вводятся для обозначения цен состояния x при i -м процессе, а $c(x)$ является платой переключения в точке x .

Так называемой m -усеченной ценой (при начальном i -м процессе) является

$$S_i^{(m)}(x) = \sup E_x^{i,m} \left[\int_0^{\infty} e^{-\lambda s} r(y_s^{i,m}) ds \right], \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

где $\lambda > 0$ — параметр „переоценки“ (учитывающий изменение „ценностей“ во времени) и

$$r(y_t^{i,m}) = \begin{cases} r_i(y_t^{i,m}), & \tau_{2k}^i < t < \tau_{2k+1}^i, \\ r_i(y_t^{i,m}) + c(y_t^{i,m}), & t = \tau_{2k+1}^i, \\ r_{\bar{i}}(y_t^{i,m}), & \tau_{2k-1}^i < t < \tau_{2k}^i, \\ r_{\bar{i}}(y_t^{i,m}) + c(y_t^{i,m}), & t = \tau_{2k}^i. \end{cases}$$

В этих обозначениях $\bar{i} = 2$, если $i = 1$, и наоборот. Общей ценой является $S^{(m)}(x) = \max_{i=1,2} S_i^{(m)}(x)$.

Учитывая теорему 5.1 из [2], если $E_x^i \left[\int_0^{\infty} e^{-\lambda s} |r_i(x_s)| ds \right] < \infty$,

вместо

$$f_i^{(m)}(x) = \sup_{\tau} E_x^i \left[\int_0^{\tau} e^{-\lambda s} r_i(x_s) ds + e^{-\lambda \tau} c(x_{\tau}) + e^{-\lambda \tau} f_{\bar{i}}^{(m-1)}(x_{\tau}) \right] \quad (2)$$

пишем

$$F_i^{(m)}(x) = \sup_{\tau} E_x^i e^{-\lambda \tau} G_i^{(m-1)}(x_{\tau}),$$

где

$$G_i^{(m-1)}(x) = c(x) + F_{\bar{i}}^{(m-1)}(x) + u_{\bar{i}}(x) - u_i(x),$$

$$F_i^{(m)}(x) = f_i^{(m)}(x) \text{ и } u_i(x) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda s} T_s^i r_i(x) ds,$$

а T_t^i — оператор сдвига, соответствующий процессу x_t^i , $t > 0$.

Ценность введенных выше понятий для задач о последовательных оптимальных переключениях марковских процессов раскрывается в следующей теореме:

Теорема 1. Пусть X^i ($i = 1, 2$) — стандартные феллеровские процессы, функции $r_1(x)$, $r_2(x)$, $c(x)$ ограничены снизу. Тогда

1. Для всякого $\varepsilon > 0$ момент

$$\sigma^i(\varepsilon) = \inf \{ t \geq 0 : e^{-\lambda t} S_i^{(m)}(x_t) \leq e^{-\lambda t} G_i^{(m-1)}(x_t) + \varepsilon \}$$

является $(\varepsilon, S_i^{(m)})$ -оптимальным моментом остановки.

2. Если $r_1(x)$, $r_2(x)$ и $c(x)$ непрерывны, то

$$\sigma^i(0) = \inf \{t \geq 0 : S_i^{(m)}(x_t) = G_i^{(m-1)}(x_t)\}$$

является $(0, S_i^{(m)})$ -оптимальным.

3. Если $r_1(x)$, $r_2(x)$, $c(x)$ непрерывны и $\sigma^i(0) \in \mathfrak{M} = \{\tau : P_x^i(\tau < \infty) = 1\}$, то $\sigma^i(0)$ — оптимальный момент остановки.

4. $S_i^{(m)}(x)$ удовлетворяют уравнениям (2), которые решаются рекуррентно, если в качестве начального приближения берется

$$f_i^{(0)}(x) = E_x^i \left[\int_0^\infty e^{-\lambda s} r_i(x_s) ds \right]$$

и для любого $m \geq 1$ имеем $f_i^{(m-1)}(x) \leq f_i^{(m)}(x)$.

Сбозначим

$$D_i = \{x : G_i(x) > \sup_{t \geq 0} T_t^i e^{-\lambda t} F_i(x)\},$$

$$C_i = \{x : G_i(x) \leq \sup_{t \geq 0} T_t^i e^{-\lambda t} F_i(x)\},$$

где

$$G_i(x) = \lim_{k \rightarrow \infty} G_i^{(k)}(x) \quad \text{и} \quad F_i(x) = \lim_{k \rightarrow \infty} F_i^{(k)}(x).$$

Множество $D_i(C_i)$ называется областью переключения (продолжения) i -го процесса.

Теорема 2. 1. Если $c(x) < 0$, то $D_1 \cap D_2 = \emptyset$.

2. Решения системы уравнений

$$\varphi_i(x) = \max \{c(x) + \varphi_i^-(x) + u_i^-(x) - u_i(x), \sup_{t \geq 0} T_t^i e^{-\lambda t} \varphi_i(x)\}, \quad i = 1, 2$$

в классе ограниченных сверху функций из $L(A^-)$ составляют пару минимальных функций из тех $\varphi_i(x)$, для которых

$$\varphi_i(x) \geq c(x) + \varphi_i^-(x) + u_i^-(x) - u_i(x), \quad \varphi_i(x) \geq \sup_{t \geq 0} T_t^i e^{-\lambda t} \varphi_i(x),$$

где

$$\varphi_i(x) = \lim_{k \rightarrow \infty} \varphi_i^{(k)}(x),$$

$$\varphi_i^{(k)}(x) = \max \{c(x) + \varphi_i^{(k-1)}(x) + u_i^-(x) - u_i(x), \sup_{t \geq 0} T_t^i e^{-\lambda t} \varphi_i^{(k-1)}(x)\}$$

и

$$\varphi_i^{(0)}(x) = f_i^{(0)}(x) - u_i(x) = 0.$$

З а м е ч а н и е. Приведенные выше результаты справедливы и для случая дискретного времени, если вместо оператора $\sup_{t \geq 0} T_t^i$ возьмем T_1^i — оператор сдвига за один шаг.

ნ. ელბაკიძე

მიმდევრობითი ოპტიმალური გადართვები ზოგად მარკოვის
 პროცესებში

რეზიუმე

განხილულია მართვად მარკოვის პროცესთა მართვის ერთი ამოცანა. იგი წარმოდგენილია როგორც გაჩერების ამოცანათა გარკვეული კომბინაცია. გამოკვლეულია ϵ -ოპტიმალურ და ოპტიმალურ მარკოვის მომენტთა სტრუქტურა.

MATHEMATICS

N. V. ELBAKIDZE

SEQUENTIAL OPTIMAL SWITCHING IN GENERAL MARKOV
 PROCESSES

Summary

A problem of controlled Markov processes is considered. It is represented as a definite combination of problems of stopping. In addition, the structure of ϵ -optimal and optimal moments is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Ширяев. Статистический последовательный анализ. М., 1969.
2. Е. Б. Дынкин. Марковские процессы. М., 1963.



М. А. ЭЛЬГЕНДИ

СПЕКТРОВЫЕ СИНГУЛЯРНЫЕ ГОМОЛОГИИ
 С АКСИОМАТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.6.1973)

Спектровые сингулярные группы гомологии и когомологии, введенные в [1], в этой заметке исследуются с точки зрения аксиом Эйленберга-Стинрода [2], а также аксиом Π - и Σ -аддитивности [3, 4]. В соответствии с результатами [1], рассмотрим гомологии относительно компактной группы коэффициентов. Для проверки указанных аксиом к определениям из [1] следует добавить определения индуцированного гомоморфизма и граничного оператора. Это делается следующим образом.

Пусть (X, A) —пара топологических пространств, а G —произвольная компактная группа коэффициентов. Пусть, далее, SX —сингулярный комплекс пространства X , а SA —подкомплекс комплекса SX , состоящий из всех симплексов с носителем в A ; $\{S_\rho X\}$ и $\{S_\rho A\}$ —системы всех конечных подкомплексов комплексов SX и SA соответственно, упорядоченные включениями $\pi_{\rho\tau}: S_\rho X \subset S_\tau X$ и $\pi_{\mu\nu}: S_\mu A \subset S_\nu A$. q -мерную спектральную сингулярную группу гомологии пары (X, A) над G обозначим через ${}_s H_q(X, A; G)$.

Пусть $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ —непрерывное отображение. Для каждого конечного подкомплекса $S_\rho X$ сингулярного комплекса SX отображение f определяет конечный подкомплекс $S_\mu Y$ сингулярного комплекса SY и гомоморфизм

$$f_{\rho*}: H_q(S_\rho X, S_\rho A; G) \rightarrow H_q(S_\mu Y, S_\mu B; G).$$

Система всех гомоморфизмов $\{f_{\rho*}\}$ определяет гомоморфизм спектра $\{H_q(S_\rho X, S_\rho A; G), \pi_{\rho\tau*}\}$ в спектр $\{H_q(S_\mu Y, S_\mu B; G), \sigma_{\mu\nu*}\}$, который индуцирует гомоморфизм

$$\bar{f}: {}_s H_q(X, A; G) \rightarrow {}_s H_q(Y, B; G).$$

Для пары (X, A) граничные гомоморфизмы

$$\partial_q: H_q(S_\rho X, S_\rho A; G) \rightarrow H_{q-1}(S_\rho A; G)$$

определяют гомоморфизм спектра $\{H_q(S_\rho X, S_\rho A; G), \pi_{\rho\tau*}\}$ в спектр $\{H_{q-1}(S_\rho A; G), \pi_{\rho\tau*}\}$, который определяет граничный гомоморфизм

$$\bar{\partial}_q: {}_s H_q(X, A; G) \rightarrow {}_s H_{q-1}(A; G).$$

Легко показать исходя из этих определений, что теория $\{{}_s H_*, \bar{f}, \bar{\partial}\}$ удовлетворяет аксиомам Эйленберга--Стинрода 1, 2, 3, 7. Легко про-



верить также, что это есть полуточная теория. Имеет место

Теорема 1. Если $f, g : (X, A) \rightarrow (Y, B)$ гомотонны, то $\bar{f} = \bar{g} : {}_s H_q(X, A; G) \rightarrow {}_s H_q(Y, B; G)$.

Возьмем группу конечных цепей $C(SX; G)$ комплекса SX с коэффициентами в G , которая рассматривается без топологии. Пусть

$$f_{\#}, g_{\#} : C(SX; G) \rightarrow C(SY; G)$$

цепные гомоморфизмы, индуцированные гомотопными отображениями $f, g : (X, A) \rightarrow (Y, B)$. В [2] для цепных отображений $f_{\#}$ и $g_{\#}$ в данной си-

D

туации построена цепная гомотопия $f_{\#} \simeq g_{\#} : C(SX; G) \rightarrow C(SY; G)$, такая, что если $t \in C(SA; G)$, то $D(t) \in C(SB; G)$. Для каждого конечного $S_{\rho} X$ обозначим через $D(S_{\rho} X)$, $f(S_{\rho} X)$ и $g(S_{\rho} X)$ носители подкомплекса $S_{\rho} X$ относительно отображений D , $f_{\#}$ и $g_{\#}$ соответственно, построенные в [1]. Пусть $\Phi(S_{\rho} X) = D(S_{\rho} X) \cup f(S_{\rho} X) \cup g(S_{\rho} X)$ и $\Phi(S_{\rho} A) = \Phi(S_{\rho} X) \cap SA$. Ограничение D на $S_{\rho} X$ определяет цепную гомотопию

$$f'_{\rho} \simeq g'_{\rho} : C(S_{\rho} X, S_{\rho} A; G) \rightarrow C(\Phi(S_{\rho} X), \Phi(S_{\rho} A); G),$$

где f'_{ρ} и g'_{ρ} обозначают соответственно ограничения $f_{\#}$ и $g_{\#}$ на $S_{\rho} X$, образы которых взяты в $\Phi(S_{\rho} X)$. Отсюда следует, что гомоморфизмы $\{f'_{\rho}\}$ и $\{g'_{\rho}\}$ спектра $\{H_q(S_{\rho} X, S_{\rho} A; G), \pi_{\rho\tau*}\}$ в спектр $\{H_q(S_{\mu} Y, S_{\mu} B; G), \sigma_{\mu\nu*}\}$ индуцируют гомоморфизмы \bar{f}' и \bar{g}' предельных групп этих спектров, которые совпадают: $\bar{f}' = \bar{g}'$. Но $\{f'_{\rho}\}$ и отображение спектров $\{f_{\rho}\}$, определенное гомоморфизмом $f_{\#}$, удовлетворяют условиям леммы из [1]; следовательно, $\bar{f}' = \bar{f}$. Таким же образом $\bar{g}' = \bar{g}$. Следовательно, $\bar{f} = \bar{g}$.

Для проверки аксиомы вырезания нам потребуется следующая теорема о покрытии для пары:

Теорема 2. Пусть (X, A) — пара топологических пространств, $\alpha = \{U_i\}$ — система подмножеств пространства X , такая, что $X = \bigcup \text{Int } U_i$; пусть, далее, (SX, α) — подкомплекс сингулярного комплекса SX , состоящий из всех таких симплексов, носители которых принадлежат элементам покрытия α , а α' — ограничение α на A . Тогда гомоморфизм спектральных групп, индуцированный вложением $((SX, \alpha), (SA, \alpha')) \rightarrow (SX, SA)$, является изоморфизмом.

Абсолютный случай этой теоремы был доказан нами в [1], но так как теория не точна, то из абсолютного случая не следует относительный случай. Нужное нам обобщение получается из [1], если учесть следующее. Пусть цепные отображения

$$\eta_{\alpha} : C((SX, \alpha); G) \rightarrow C(SX; G)$$

и

$$\varepsilon_{\alpha} : C(SX; G) \rightarrow C((SX, \alpha); G)$$

и цепная гомотопия

$$D \quad \eta_{\alpha} \varepsilon_{\alpha} \simeq I_{C(SX)} : C(SX; G) \rightarrow C(SX; G)$$



определены как в [2]. Тогда произведение $\varepsilon_\alpha \eta_\alpha$ тождественно, а $\eta_\alpha \varepsilon_\alpha$ гомотопно тождественному отображению. Из определения гомоморфизмов ε_α и D следует, что они удовлетворяют условию: если $t \in SA$, то $\varepsilon_\alpha(t) \in SA$ и $D(t) \in SA$ ($\varepsilon_\alpha(t)$ и $D(t)$ обозначают носители t относительно ε_α и D).

Для наших групп имеет место следующая форма аксиомы вырезания:

Теорема 3. Если U — подмножество в X , такое, что $\bar{U} \subset \text{Int } A$, то отображение вырезания $i: (X - U, A - U) \subset (X, A)$ индуцирует изоморфизм

$$\bar{i}: {}_sH_q(X - U, A - U; G) \rightarrow {}_sH_q(X, A; G).$$

Пусть $X' = X - U$ и $A' = A - U$; тогда $\text{Int } X' \cup \text{Int } A = X$. Обозначим через α покрытие (X', A) . Пусть S_ρ — конечный подкомплекс из (SX, α) , т. е. $S_\rho \subset SX' \cup SA$. Тогда легко видеть, что вложение $(S_\rho \cap SX', S_\rho \cap SX' \cap SA) \rightarrow (S_\rho, S_\rho \cap SA)$ индуцирует изоморфизм групп гомологий. Это дает возможность (с помощью обратного изоморфизма) определить отображение $\{j_\rho\}$ спектра, определяющего группу ${}_sH_q(X, A, \alpha; G)$, в спектр, определяющий группу ${}_sH_q(X', A'; G)$. Пусть \bar{j} — индуцированное отображение пределов. Обозначим через

$$\bar{i}' : {}_sH_q(X', A'; G) \rightarrow {}_sH_q(X, A, \alpha; G)$$

гомоморфизм, индуцированный вложением $(SX', SA') \subset (SX' \cup SA, SA)$. Легко видеть, что $\bar{j} \bar{i}'$ тождественно. С помощью леммы из [1] можно показать, что $\bar{i}' \bar{j}$ также тождественно. Следовательно, \bar{i}' — изоморфизм. Из этого изоморфизма и из теоремы о покрытии для пары следует справедливость для спектральных сингулярных групп гомологии аксиом вырезания.

Можно доказать, что спектральные сингулярные группы когомологии удовлетворяют аналогичным аксиомам и, таким образом, дают полноточную теорию когомологии.

Мы рассмотрим спектральные сингулярные группы гомологии и когомологии также с точки зрения аксиом Π - и Σ -аддитивности [3, 4]. Однако, так как мы исследуем и случай компактной группы коэффициентов, то аксиому Σ -аддитивности следует заменить следующей аксиомой, которую мы будем называть аксиомой $\tilde{\Sigma}$ -аддитивности:

Теория гомологии $\{H_*, \bar{f}, \bar{\partial}\}$ удовлетворяет аксиоме $\tilde{\Sigma}$ -аддитивности, если для любого пространства X , которое является объединением некоторой системы $\{X_i\}_{i \in I}$ своих открытых непересекающихся пространств X_i , и для любой компактной группы G имеем $H_*(X; G) = \tilde{\Sigma} H_*(X_i; G)$, где $\tilde{\Sigma}$ обозначает компактное пополнение прямой суммы.

Имеет место следующая

Теорема 4. Спектральная сингулярная теория когомологии над дискретной либо компактной группой коэффициентов удовлетворяет аксиоме Π -аддитивности; спектральная сингулярная теория гомологии над дискретной группой коэффициентов удовлетворяет аксиоме Σ -аддитивности, а над компактной группой коэффициентов — аксиоме $\tilde{\Sigma}$ -аддитивности.

Для более простого случая Π -аддитивности требуемый изоморфизм ${}_s H^q(X; G) = \Pi {}_s H^q(X_i; G)$ строится следующим образом. Для каждого элемента $h \in {}_s H^q(X; G)$ берется проекция $\{\pi_{i\rho}(h)\}$ для фиксированного i , где $\pi_{i\rho}$ есть спектральная проекция ${}_s H^q(X; G) \rightarrow H^q(S_{i\rho}, G)$. Эти проекции определяют нить группы ${}_s H^q(X_i, G)$. Система этих нитей $\{h_i\}$ дает элемент группы $\Pi {}_s H^q(X_i, G)$. Отображение $h \rightarrow \{h_i\}$ и есть искомый изоморфизм.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.6.1973)

მათემატიკა

ა. ელგენდი

სპექტრული სინგულარული ჰომოლოგიები აქსიომატიკური
 თვალსაზრისით

რეზიუმე

სპექტრული სინგულარული ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის ჯგუფები, შემოყვანილი ჩვენს მიერ [1], გამოკვლეულია ეილენბერგ—სტინროდის [2] და Σ - და Π -ადიტურობის აქსიომების თვალსაზრისით [3, 4].

MATHEMATICS

M. A. ELGENDI

THE SPECTRAL SINGULAR HOMOLOGIES FROM THE AXIOMATIC POINT OF VIEW

Summary

The spectral singular homology and cohomology groups, introduced in [1], are studied from the point of view of the axioms of Eilenberg-Steenrod [2] and of the axioms of Σ -and Π -additivity [3,4].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. A. Эльгенди. Сообщения АН ГССР, 69, 3, 1973, 545—548.
2. S. Eilenberg, N. Steenrod. Foundations of Algebraic Topology. Princeton, 1952.
3. Е. Г. Скляренко. Матем. сб., 85, 2, 1971, 201—223.
4. J. Milnor. Pacific J. Math., 12, 1962, 337—341.

Ф. Э. МУСТАФА

О ПРЕДЕЛАХ ПРЯМЫХ СПЕКТРОВ КОМПАКТНЫХ ГРУПП

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 1.6.1973)

С целью сравнения различных определений пределов прямых спектров компактных групп и групп гомологии и гомотопии, построенных с помощью этих пределов, мы вводим следующие определения.

Определение 1. Компактную группу G будем называть почти компактификацией топологической группы H , если существует взаимно однозначный и непрерывный гомоморфизм группы H на всюду плотную подгруппу группы G . Группу G будем называть слабой компактификацией группы H , если существует непрерывный однозначный гомоморфизм группы H на всюду плотную подгруппу группы G .

Компактификацией, как обычно, будем называть взаимно однозначный и взаимно непрерывный гомоморфизм группы H на всюду плотную подгруппу группы G .

Определение 2. Пусть группы G и H сопряжены относительно группы K при умножении Θ [1]. Будем говорить, что G и H ортогональны слева относительно K при умножении Θ , если аннулятор группы G в H является нулем, и ортогональны справа, если нулем является аннулятор H в G .

Ясно, что если G и H ортогональны и слева, и справа, то они ортогональны в обычном смысле [1].

В [2] (см. также [3]) дано определение предельного пространства A прямого спектра $\{A_\alpha, \pi_{\alpha\beta}, M\}$ вполне регулярных пространств A_α с непрерывными отображениями $\pi_{\alpha\beta}$. В случае, когда A_α — компактные группы, а $\pi_{\alpha\beta}$ — непрерывные гомоморфизмы, в [2] вводится алгебраическая операция, превращающая его в топологическую группу, которую будем называть предельной группой данного спектра в смысле Миодушевского и обозначать через A_M .

Обозначим через $\bigsqcup_\alpha A_\alpha$ топологическую сумму пространств A_α , а через $\overline{\beta R}$ замыкание [2] отношения βR в $\beta \bigsqcup_\alpha A_\alpha$, где $\beta \bigsqcup_\alpha A_\alpha$ — компактификация Стона—Чеха пространства $\bigsqcup_\alpha A_\alpha$ и R — отношение эквивалентности в $\bigsqcup_\alpha A_\alpha$, определенное следующим образом: $a_\alpha R a_\beta \iff \exists \gamma > \alpha, \beta$, таксе, что $\pi_{\alpha\gamma} a_\alpha = \pi_{\beta\gamma} a_\beta$. Пусть $\{B_\alpha, \sigma_{\beta\alpha}, N\}$ — обратный спектр, соответствующий данному прямому спектру, а B — его предел.



Имеет место

Лемма. Пусть Ψ — отображение произведения $\prod_{\alpha} A_{\alpha} \times B$ в группу κ действительных чисел по модулю 1, определенное следующим образом: $\Psi(a_{\alpha}, b) = a_{\alpha} \cdot b_{\alpha}$, где \cdot обозначает произведение двозвездных групп A_{α} и B_{α} , а b_{α} — проекция элемента b в группу B_{α} . Тогда: 1) Ψ непрерывно; 2) Ψ индуцирует непрерывное отображение $\bar{\Psi}: \beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha}) \times B \rightarrow \kappa$, такое, что если $a \beta R a'$, где $a, a' \in \beta \prod_{\alpha} A_{\alpha}$, то $\bar{\Psi}(a, b) = \bar{\Psi}(a', b)$ для каждого $b \in B$; 3) $\bar{\Psi}$ индуцирует непрерывное и дистрибутивное относительно обоих аргументов отображение $\Phi: A_M \times B \rightarrow \kappa$.

Доказательство. Проверка непрерывности отображения Ψ не представляет особых затруднений. Заметим, далее, что отношение в $\prod_{\alpha} A_{\alpha}$, определенное следующим образом: $a_{\alpha} S a_{\beta} \iff \exists \gamma > \alpha, \beta$, такое, что $\Psi[(\pi_{\alpha\gamma} a_{\alpha} - \pi_{\beta\gamma} a_{\beta}), b] = 0$ для каждого $b \in B$, является отношением эквивалентности, большим, чем R . Для каждого $b \in B$ обозначим через $\Psi_b: \prod_{\alpha} A_{\alpha} \times \{b\} \rightarrow \kappa$ сужение отображения Ψ на $\prod_{\alpha} A_{\alpha} \times \{b\}$, а через S_b — отношение в $\prod_{\alpha} A_{\alpha}$, определенное следующим образом: $a_{\alpha} S_b a_{\beta} \iff \Psi_b(a_{\alpha}, b) = \Psi_b(a_{\beta}, b) = a_{\alpha} \cdot b_{\alpha} = a_{\beta} \cdot b_{\beta}$. Нетрудно проверить, что S_b — отношение эквивалентности в $\prod_{\alpha} A_{\alpha}$. Покажем, что $S_b > S$ для каждого $b \in B$. Действительно, пусть $a_{\alpha} S a_{\beta}$. Тогда существует такое $\gamma > \alpha, \beta$, что $\Psi[(\pi_{\alpha\gamma} a_{\alpha} - \pi_{\beta\gamma} a_{\beta}), b] = 0$ для каждого $b \in B$. Следовательно, $(\pi_{\alpha\gamma} a_{\alpha} - \pi_{\beta\gamma} a_{\beta}) \cdot b_{\gamma} = \pi_{\alpha\gamma} a_{\alpha} \cdot b_{\gamma} - \pi_{\beta\gamma} a_{\beta} \cdot b_{\gamma} = 0$ и $a_{\alpha} \cdot \pi_{\gamma\alpha} b_{\gamma} - a_{\beta} \cdot \pi_{\gamma\beta} b_{\gamma} = 0$. Отсюда следует, что $a_{\alpha} \cdot b_{\alpha} = a_{\beta} \cdot b_{\beta}$. Это означает, что $S_b > S$ для каждого $b \in B$. Так как пространство $\prod_{\alpha} A_{\alpha} \times \{b\}$ гомеоморфно пространству $\prod_{\alpha} A_{\alpha}$, а $\beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha} \times \{b\})$ гомеоморфно пространству $\beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha}) \times \{b\}$ и κ — компакт, то существует продолжение $\bar{\Psi}_b: \beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha}) \times \{b\} \rightarrow \kappa$ отображения Ψ_b . Отображения $\{\bar{\Psi}_b\}_{b \in B}$ определяют отображение $\bar{\Psi}: \beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha}) \times B \rightarrow \kappa$, сужение которого на $\beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha}) \times \{b\}$ равняется $\bar{\Psi}_b$ для каждого $b \in B$. Легко показать, что $\bar{\Psi}$ — непрерывное отображение. Стношение S_b индуцирует разбиение $\beta \bar{S}_b$ пространства $\beta(\prod_{\alpha} A_{\alpha})$, такое, что $\beta \bar{S}_b > \beta \bar{S} > \beta \bar{R}$ [2] для каждого $b \in B$. Следовательно, $\bigcap_{b \in B} \beta \bar{S}_b > \beta \bar{S} > \beta \bar{R}$. Теперь покажем, что $\bar{\Psi}$ индуцирует непрерывное отображение $\Phi: A_M \times B \rightarrow \kappa$. Пусть R' — отношение эквивалентности в B , определенное следующим образом: $b R' b' \iff b = b'$, где $b, b' \in B$. Пусть, далее, $\bigcap_{b \in B} (\beta \bar{S}_b) \times R'$ — отношение эквивалентности в



все координаты которого, кроме a_α , равны нулю. f является непрерывным отображением. Обозначим через $f_* : \beta \bigsqcup_\alpha A_\alpha \rightarrow \widetilde{\Sigma} A_\alpha$ распространение отображения f . Пусть i — вложение $\Sigma A_\alpha \rightarrow \widetilde{\Sigma} A_\alpha$, а $\eta : \widetilde{\Sigma} A_\alpha \rightarrow \widetilde{\Sigma} A_\alpha / \overline{Q}$ — естественное отображение. Легко видеть, что если $a_\alpha R a_\beta$, то $f(a_\alpha) - f(a_\beta) \in Q$. Тогда $\eta i f$ аннулирует разбиение R ; значит, ηf_* аннулирует $\overline{\beta R}$ [2]. Следовательно, f индуцирует непрерывное отображение $f_{**} : \beta \bigsqcup_\alpha A_\alpha / \overline{\beta R} \rightarrow \widetilde{\Sigma} A_\alpha / \overline{Q}$,

ограничение которого на группе A_M является непрерывным гомоморфизмом; будем обозначать его через f' . Можно показать, что $f'(A_M)$ является обобщенным пределом в смысле Чогошвили. Следовательно, группа A_c является слабой компактификацией группы A_M при гомоморфизме f' . Пусть $\Theta : A_c \times B \rightarrow \mathcal{K}$ — умножение двойственных групп A_c и B , а $I : B \rightarrow B$ — тождественный гомоморфизм; тогда имеем $\Phi = \Theta(f' \times I)$. Можно показать, что ядро гомоморфизма f' равняется A_0 . Поэтому f' индуцирует непрерывный мономорфизм $\overline{f} : A_M / A_0 \rightarrow A_c$. Таким образом, A_c является почти компактификацией обобщенного предела в смысле Миодушевского, а обобщенные пределы в смысле Миодушевского и в смысле Чогошвили алгебраически изоморфны.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.6.1973)

მათემატიკა

ვ. მუსტაფა

კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სექტრის ზღვრების შესახებ

რეზიუმე

შრომში გამოკვლეულია ჭოღოშვილისა და მიოდუშევსკის მიერ შემოტანილი კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სექტრის ზღვრებსა და განზოგადებულ ზღვრებს შორის დამოკიდებულება.

MATHEMATICS

F. E. MUSTAFA

ON THE LIMITS OF DIRECT SYSTEMS OF COMPACT GROUPS

Summary

Relations between the limits and generalized limits of a direct system of compact groups given by Chogoshvili and Mioduszewski are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Lefschetz. Algebraic Topology. New York, 1942.
2. J. Mioduszewski. Colloq. Math., vol. XII, № 1, 1964, 15—22.
3. Ф. Мустафа. Сообщения АН ГССР, 72, 2, 1973.
4. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 1, 1940, 337—340.
5. G. Chogoshvili. Proceedings of the Symposium on General Topology. Prague, 1961, 123—132.
6. П. С. Александров. Матем. сб., 21, 1947, 161—232.
7. П. С. Александров. Труды Матем. ин-та им. В. А. Стеклова, 54, 1959, 1—136.
8. Н. А. Берикашвили. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе, АН ГССР, 24, 1957, 409—484.
9. Н. Я. Виленкин. Изв. АН СССР, сер. матем., 15, 1951, 503—532.



Р. В. ДУДУЧАВА

СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ НА
 КУСОЧНО-ГЛАДКИХ ЛИНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 22.5.1973)

1°. Всюду в настоящей заметке будем считать, что Γ — кусочно-гладкая линия, состоящая из гладких дуг $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_r$, имеющих общими только концы разомкнутых дуг, которые называются узлами линии Γ (см. [1]).

Через $H_\mu(\Gamma)$ ($0 < \mu \leq 1$) обозначим банахово пространство функций, непрерывных на линии Γ и непрерывных по Гёльдеру с показателем μ на гладких дугах $\gamma_2, \gamma_2, \dots, \gamma_r$; норма в $H_\mu(\Gamma)$ вводится равенством

$$\|\varphi\|_\mu = \max_{t \in \Gamma} |\varphi(t)| + \max_{1 \leq k \leq r} \sup_{\substack{t_1, t_2 \in \gamma_k \\ t_1 \neq t_2}} \frac{|\varphi(t_2) - \varphi(t_1)|}{|t_2 - t_1|^\mu}.$$

Пусть c_1, c_2, \dots, c_n — узлы линии Γ и $\rho(t) = \prod_{k=1}^n |t - c_k|^{\alpha_k}$; через

$H_\mu^0(\Gamma, \rho)$ обозначим банахово пространство функций, которые после умножения на функцию $\rho(t)$ принадлежат пространству $H_\mu(\Gamma)$ и обращаются в нуль в узлах c_1, c_2, \dots, c_n ; норма в $H_\mu^0(\Gamma, \rho)$ вводится равенством $\|\varphi\|_\rho = \|\rho \cdot \varphi\|_\mu$.

С использованием некоторых оценок интеграла типа Коши из [1] доказывается

Теорема 1. Если выполнены соотношения

$$0 < \mu < 1, \mu < \alpha_k < \mu + 1 \quad (k = 1, 2, \dots, n), \tag{1}$$

то оператор сингулярного интегрирования вдоль линии Γ

$$(S\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} \tag{2}$$

является линейным ограниченным оператором в пространстве $H_\mu^0(\Gamma, \rho)$.

В случае гладкой линии Γ теорема доказана в [2].

Всюду в дальнейшем будем считать соотношения (1) выполненными.

2°. Через $H_\nu(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ ($0 < \nu \leq 1$) будем обозначать класс функций, непрерывных по Гёльдеру с показателем ν всюду на Γ , за исключением, быть может, узлов c_1, c_2, \dots, c_n , в которых они могут иметь разрывы первого рода.



Пусть $H_V^{(m \times m)}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ — множество квадратичных матриц-функций порядка m с компонентами из $H_V(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$, а $H_\mu^{(m)}(\Gamma, \rho)$ — банахово пространство вектор-функций $\Psi = (\psi_1, \dots, \psi_m)$ с компонентами $\psi_i \in H_\mu^0(\Gamma, \rho)$.

Пусть $\gamma_1^{(k)}, \gamma_2^{(k)}, \dots, \gamma_{p_k}^{(k)}$ — гладкие дуги из Γ , имеющие общим концом узел c_k и перенумерованные в порядке, в котором они встречаются при движении вокруг узла c_k против часовой стрелки; через $\varepsilon(k, j)$ обозначим целое число, равное $+1$, если $\gamma_j^{(k)}$ — исходящая дуга, и равное -1 , если $\gamma_j^{(k)}$ — входящая дуга в узле c_k . Для произвольной матрицы-функции $g(t)$ класса $H_V^{(m \times m)}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ обозначим через $g^{(k)}$ числовую матрицу, являющуюся пределом $g(t)$ при стремлении t к c_k вдоль дуги $\gamma_j^{(k)}$ ($j=1, 2, \dots, p_k$; $k=1, 2, \dots, n$); если $\inf |g(t)| > 0$ ($t \in \Gamma$), то через $g^{(k)}$ будем обозначать числовую матрицу $g^{(k)} = (g_1^{(k)})^{\varepsilon(k,1)}, (g_2^{(k)})^{\varepsilon(k,2)}, \dots, (g_{p_k}^{(k)})^{\varepsilon(k,p_k)}$.

Обозначим через P и Q операторы $P = \frac{1}{2}(I + S)$ и $Q = I - P$, где I — единичный оператор, а S — оператор, определенный равенством (2).

Имеет место

Теорема 2. Пусть $a, b \in H_V^{(m \times m)}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ и $0 < \mu < \nu \leq 1$.

Для того, чтобы оператор $A = aP + bQ$ ($A = PaI + QbI$) был Φ_+ - или Φ_- -оператором в пространстве⁽¹⁾ $H_\mu^{(m)}(\Gamma, \rho)$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

I. $\inf |\det [a(t) \cdot b(t)]| > 0$ ($t \in \Gamma$).

II. $\det \{g^{(k)} \xi_k(x) + [1 - \xi_k(x)] E_m\} \neq 0$ ($k=1, 2, \dots, n$; $0 \leq x \leq 1$).

Здесь $g(t) = a^{-1}(t) b(t)$ ($g(t) = b(t) a^{-1}(t)$), E_m — единичная матрица порядка m и

$$\xi(x) = \begin{cases} \frac{\sin x \theta}{\sin \theta} \exp[i(x-1)\theta], & \text{если } \theta \neq 0 \\ x, & \text{если } \theta = 0 \quad (\theta = \pi - 2\pi(\alpha_k - \mu)). \end{cases}$$

Если условия теоремы выполнены, то A является Φ -оператором в пространстве $H_\mu^{(m)}(\Gamma, \rho)$ и

$$\begin{aligned} \text{Ind } A &= \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^r [\arg \det g(t)]_{t \in \gamma_j} + \\ &+ \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^n \{\arg \det [g^{(k)} \xi_k(x) + (1 - \xi_k(x)) E_m]\}_{x=0}^1. \end{aligned}$$

В случае, если $m=1$ и выполнены условия теоремы, оператор A обратим, обратим только слева или обратим только справа в $H_\mu^0(\Gamma, \rho)$ в зависимости от того, является ли число $\text{Ind } A$ нулем, отрицательным или положительным соответственно.

Доказательство теоремы проводится по схеме, предложенной И. Ц. Гохбергом и Н. Я. Крупником в [6, 7] при доказательстве ана-

⁽¹⁾ Определение Φ_\pm - и Φ -операторов, а также индекса $\text{Ind } A$ Φ -оператора см. в [3].



логичного предложения в пространствах $L_p(\Gamma)$ и $L_p(\Gamma)$ с весом. Для гладкой линии Γ теорема 2 установлена в [4, 5].

3.⁰ На основе общих теорем, доказанных в [8], из теоремы 2 можно вывести теоремы Нётера о сингулярных интегральных уравнениях в пространствах гёльдеровых функций с весом в классических формулировках, в которых они встречаются в [1, 9]; в случае гладкой линии Γ это сделано в [8].

Так же как и в [7], где рассмотрен случай гладкой линии Γ , можно получить известные результаты Н. И. Мусхелишвили о поведении решений сингулярных интегральных уравнений в окрестностях узлов линии Γ , т. е. о решениях классов $h(c_1, \dots, c_p)$ (см. [1], § 97–98).

Нетрудно указать также символ оператора $A = ap + bQ$ ($a, b \in H_V^{(m \times m)}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$) в пространстве $H_\mu^0(\Gamma, \rho)$ (см. [6, 7]).

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

(Поступило 24.5.1973)

მათემატიკა

რ. დუდუჩავა

სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები უბან-უბან
გლუვ წირებზე

რეზიუმე

განხილულია სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები უბან-უბან გლუვ წირზე უბან-უბან ჰელდერის კოეფიციენტებით ჰელდერის წონიან სივრცეში და მიღებულია მათი ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

R. V. DUDUCHAVA

SINGULAR INTEGRAL OPERATORS ON PIECEWISE SMOOTH LINES

Summary

Singular integral operators on piecewise smooth lines with piecewise Hölder coefficients in the Hölder spaces with weight are considered and necessary and sufficient conditions for them to be the Noether operators are received.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. Р. В. Дудучава. Матем., исслед., т. V, вып. I. Кишинев, 1970.
3. И. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн. УМН, 12, вып. 2, 1957.
4. Р. В. Дудучава. ДАН СССР, 191, № 1, 1970.
5. Р. В. Дудучава. Матем. исслед., т. V, вып. 3. Кишинев, 1970.
6. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Сообщения АН ГССР, 64, 1, 1971.
7. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник, Труды Симпозиума по механике сплошной среды и родственным проблемам анализа, т. I. Тбилиси, 1973.
8. Р. В. Дудучава. Труды Симпозиума по механике сплошной среды и родственным проблемам анализа, т. I. Тбилиси, 1973.
9. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1971.



Г. И. МАРР

ОБ ОЦЕНКАХ ПАРАМЕТРОВ СПЕКТРА ОБОБЩЕННОГО
 ГАУССОВСКОГО ПРОЦЕССА С РАЦИОНАЛЬНОЙ
 СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 15.5.1973)

Пусть $X(\varphi)$ — обобщенный гауссовский стационарный случайный процесс, определенный на пространстве K_T бесконечно дифференцируемых функций $\varphi(t)$, равных нулю вне отрезка $[0, T]$, с нулевым математическим ожиданием и спектральной плотностью вида

$$f(\lambda) = \sigma^2 |P(i\lambda)|^2 / 2\pi |Q(i\lambda)|^2 = (\sigma^2 / 2\pi) - \sigma^2 g(\lambda), \tag{1}$$

где

$$g(\lambda) = [|P(i\lambda)|^2 - |Q(i\lambda)|^2] / 2\pi |Q(i\lambda)|^2, \tag{2}$$

а $Q(z) = z^n + \sum_{k=1}^n b_k z^{n-k}$ и $P(z) = z^n + \sum_{k=1}^n a_k z^{n-k}$ — многочлены одинаковой степени, все корни которых имеют отрицательные действительные части.

В силу [1] мера P_T , отвечающая процессу $X(\varphi)$, эквивалентна мере $P_T^{(0)}$, отвечающей „целому шуму“ с интенсивностью σ^2 . Явное выражение для логарифма соответствующего отношения правдоподобия $\log P_T$ довольно сложно, однако

$$\log P_T = -\frac{T}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \log \frac{2\pi}{\sigma^2} f(\lambda) d\lambda - \frac{T}{2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{g(\lambda)}{f(\lambda)} I_T(\lambda) d\lambda + \eta_T = U_T + \eta_T, \tag{3}$$

где $E \eta_T^2 < c < \infty$, а $I_T(\lambda)$ — периодограмма обобщенного процесса $X(\varphi)$, определенная в [2].

Предположим, что коэффициенты a_k и b_k многочленов $P(z)$ и $Q(z)$ зависят от неизвестных параметров $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_p)$, $p \leq n$. Что касается параметра σ^2 , то в силу теоремы 1 [2] его всегда можно считать известным.

В силу (3) целесообразно рассмотреть оценки $\hat{\theta} = (\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_p)$ параметров θ , получающиеся из решения системы уравнений

$$(\partial / \partial \theta_i) U_T(\theta) = 0, \quad i = 1, \dots, p. \tag{4}$$

Пусть областью изменения параметра θ является ограниченное замкнутое множество Θ , содержащееся в открытом множестве S p -мерного евклидова пространства, причем спектральная плотность $f(\lambda, \theta)$ вида (1)–(2) при



$\theta \in \Theta$ такова, что существуют непрерывные по θ производные $(\partial/\partial\theta_i)f(\lambda, \theta)$ и $f(\lambda, \theta_1) \neq f(\lambda, \theta_2)$ для почти всех λ при $\theta_1 \neq \theta_2$; $\theta_1, \theta_2 \in \Theta$. Тогда имеет место

Теорема 1. При указанных выше условиях существует решение $\widehat{\theta} = (\widehat{\theta}_1, \dots, \widehat{\theta}_p)$ системы уравнений (4), являющееся состоятельной оценкой параметра θ .

Доказательство. Легко убедиться, что при $\theta_1 \in \Theta$, $\theta_2 \in S$, таких, что $|\theta_1 - \theta_2| < \delta$, можно так подобрать $A(\theta_1) > 0$, чтобы

$$\left| \frac{g(\lambda, \theta_1)}{f(\lambda, \theta_1)} - \frac{g(\lambda, \theta_2)}{f(\lambda, \theta_2)} \right| \leq \frac{C(\delta, \theta_1)}{\lambda^2 + 1} \quad (5)$$

при $|\lambda| > A(\theta_1)$, где $C(\delta, \theta_1) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$. В силу теоремы о среднем

$$\left| \frac{g(\lambda, \theta_1)}{f(\lambda, \theta_1)} - \frac{g(\lambda, \theta_2)}{f(\lambda, \theta_2)} \right| \leq \delta \sum_{k=1}^p \left| \left(\frac{\partial}{\partial \theta_k} \frac{1}{f(\lambda, \theta)} \right)_{\theta=\theta'} \right|, \quad (6)$$

где $\theta' \in [\theta_1, \theta_2]$. Так как $a_l(\theta)$, $b_k(\theta)$ непрерывны, то

$$\frac{1}{2\pi} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \log \frac{f(\lambda, \theta_1)}{f(\lambda, \theta_2)} d\lambda \right| = |b_1(\theta_1) - b_1(\theta_2) - a_1(\theta_1) + a_1(\theta_2)| \quad (7)$$

будет меньше некоторого положительного числа $C_1(\delta, \theta_1)$, стремящегося к нулю при $\delta \rightarrow 0$. Учитывая (3) и (5)–(7), получаем

$$\begin{aligned} \left| \frac{1}{T} [U_T(\theta_2) - U_T(\theta_1)] \right| &\leq \frac{1}{2} C_1(\delta, \theta_1) + \frac{1}{2} C(\delta, \theta_1) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{I_T(\lambda)}{1 + \lambda^2} d\lambda + \\ &+ \delta H(\theta_1, \delta(\theta_1)) \int_{-A(\theta_1)}^{A(\theta_1)} I_T(\lambda) d\lambda, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$H(\theta_1, \delta(\theta_1)) = \sum_{k=1}^p \sup_{\substack{-\infty < \lambda < \infty \\ |\theta_1 - \theta_2| < \delta(\theta_1)}} \left| \frac{\partial}{\partial \theta_k} \frac{1}{f(\lambda, \theta)} \right| < \infty.$$

Применяя лемму 2 [2], легко получить, что $\lim E[H_{\delta, T}] = 0$ равномерно по T и $\lim_{T \rightarrow \infty} D[H_{\delta, T}] = 0$ для всех δ , где $H_{\delta, T}$ — правая часть (8). Для за-

вершения доказательства теперь надо воспользоваться леммой 2 [3].

Пусть теперь существуют $(\partial/\partial\theta_k)f(\lambda)$, $(\partial^2/\partial\theta_k\partial\theta_j)f(\lambda)$, $(\partial^3/\partial\theta_k\partial\theta_j\partial\theta_i)f(\lambda)$ при всех $i, j, k = 1, \dots, p$ и $\theta \in \Theta$, причем функции $(\partial^3/\partial\theta_k\partial\theta_j\partial\theta_i)f(\lambda)$ непрерывны вблизи θ_0 , где θ_0 — истинное значение параметра θ и матрица $J = \|J_{kj}\|$, где



$$J_{kj} = \frac{1}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\partial}{\partial \theta_k} \log f(\lambda) \frac{\partial}{\partial \theta_j} \log f(\lambda) \right)_{\theta=\theta_0} d\lambda$$

невыврождена.

Теорема 2. При указанных условиях вектор $\sqrt{T}(\widehat{\theta} - \theta_0)$ распределен асимптотически нормально с математическим ожиданием 0 и ковариационной матрицей J (так что оценка $\widehat{\theta}$ асимптотически эффективна).

Из (4) и теоремы о среднем следует

$$-\frac{1}{T} \left(\frac{\partial}{\partial \theta_k} V_T(\theta) \right)_{\theta=\theta_0} = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^p (\widehat{\theta}_j - \theta_{j0}) \left(-\frac{\partial^2}{\partial \theta_k \partial \theta_j} V_T(\theta) \right)_{\theta=\theta'_T}.$$

Воспользовавшись состоятельностью оценок $\widehat{\theta}$, теоремой о среднем и леммой 2 [2], легко показать, что

$$\frac{1}{T} p \lim_{T \rightarrow \infty} \left(-\frac{\partial^2}{\partial \theta_k \partial \theta_j} V_T(\theta) \right)_{\theta=\theta'_T} = \frac{1}{T} p \lim_{T \rightarrow \infty} \left(-\frac{\partial^2}{\partial \theta_k \partial \theta_j} V_T(\theta) \right)_{\theta=\theta_0} = J_{kj}.$$

Следовательно, для доказательства асимптотической нормальности $\sqrt{T}(\widehat{\theta} - \theta_0)$ остается показать, что при $T \rightarrow \infty$ вектор с элементами $(1/\sqrt{T})((\partial/\partial \theta_k) V_T(\theta))_{\theta=\theta_0}$ распределен нормально с математическим ожиданием 0 и ковариационной матрицей J . А это утверждение следует из общих результатов [4], так как $(\partial/\partial \theta_k) V_T(\theta)$ можно представить в виде линей-

ной комбинации случайных величин вида $\int_0^T z_{kj}^2(t) dt$, где $z_{kj}(t)$ — некоторый гауссовский случайный процесс.

Легко убедиться, что предел при $T \rightarrow \infty$ информационной матрицы Фишера равен J , и, следовательно, оценка $\widehat{\theta}$ асимптотически эффективна.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.5.1973)

მათემატიკა

ბ. მარი

რაციონალური სპექტრული სიმკვრივის მქონე გაუსის
ბანჯოგადამებელი პროცესის სპექტრის პარამეტრთა
შეფასების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მტკიცდება სპექტრის პარამეტრთა მაქსიმალური დასაჯერობის ასიმპტოტურ შეფასებათა ვალდებულება, ასიმპტოტური ნორმალურობა და ასიმპტოტური ეფექტურობა.

G. I. MARR

ON THE ESTIMATION OF SPECTRUM PARAMETERS OF A
GENERALIZED GAUSSIAN PROCESS WITH RATIONAL
SPECTRAL DENSITY

Summary

The consistency of the asymptotic maximum likelihood estimations of spectrum parameters is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Апокорин. Теория вероятности и ее применения, XII, № 4, 1967.
2. Г. И. Марр. Сообщения АН ГССР, 71, 2, 1973.
3. A. M. Walker. J. Austral. Math. Soc., IV, 3, 1964.
4. Ю. А. Розанов. Теория вероятности и ее применения, V, № 2, 1960.



УДК 531.36

МЕХАНИКА

Р. С. СУЛИКАШВИЛИ

СТАЦИОНАРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА-ГИРОСТАТА ПОД
 ДЕЙСТВИЕМ ГРАВИТАЦИОННОГО, АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО
 И МАГНИТНОГО МОМЕНТОВ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 6.4.1973)

Задача о движении в центральном ньютоновском поле сил спутника-гиростата при учете аэродинамического и магнитного моментов впервые была поставлена В. В. Белецким [1]. В. М. Морозовым [2] были указаны отдельные классы положений относительного равновесия на круговой орбите спутника-гиростата и получены достаточные условия их устойчивости.

Ниже для этой задачи исследовано множество всех положений относительного равновесия на круговой орбите спутника-гиростата.

Рассмотрим в центральном ньютоновском поле сил движение спутника-гиростата при учете аэродинамического и магнитного моментов в случае, когда географический и магнитный полюсы Земли совпадают, а поверхность внешней оболочки спутника является поверхностью вращения, осью симметрии которой служит одна из его главных центральных осей инерции. Пренебрегая влиянием относительного движения системы на движение ее центра масс, будем считать, что последний равномерно движется по экваториальной кеплеровой круговой орбите с угловой скоростью ω .

Введем прямоугольные системы осей координат с началом в центре масс G спутника-гиростата: орбитальную $Gxyz$ с осями, направленными по касательной, бинормали и радиусу-вектору орбиты, соответственно, и связанную $Gx_1x_2x_3$, оси которой совпадают с осями центрального эллипсоида инерции спутника-гиростата, при этом ось x_3 служит осью симметрии внешней оболочки спутника. Косинусы углов, образуемых осями x, y, z с осями x_i , обозначим соответственно через $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ ($i=1, 2, 3$). Эти величины связаны равенствами

$$\begin{aligned} \varphi &= \gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 = 1, & \psi &= \beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 = 1, & (1) \\ \chi &= \gamma_1\beta_1 + \gamma_2\beta_2 + \gamma_3\beta_3 = 0, & \alpha_3 &= \sqrt{1 - \beta_3^2 - \gamma_3^2}. \end{aligned}$$

Рассматриваемая механическая система допускает обобщенный интеграл энергии $T+W=\text{const}$, где T —кинетическая энергия спутника-гиростата в его движении относительно осей $Gxyz$, а W —изменная потенциальная энергия системы

$$W = \frac{1}{2} \omega \sum_{i=1}^3 (3 \omega A_i \gamma_i - \omega A_i \beta_i - 2 \beta_i k_i) - \frac{1}{2} b \beta_3^2 + f(\alpha_3),$$

$$\left(f(\alpha_3) = \frac{1}{2} \rho v_0^2 \int C(\alpha_3) d\alpha_3 \right) \cdot$$

Здесь A_i —моменты инерции спутника-гиростата относительно осей x_i ($i = 1, 2, 3$), $k_i = \omega x_i + l_i$ ($i = 1, 2, 3$), при этом x_i и l_i —проекции на оси x_i вектора гиростатического момента и вектора постоянного магнитного момента, возникающего от наличия на спутнике постоянных магнитов; b —постоянная, характеризующая магнитный момент вихревых токов, индуцируемых во внешней оболочке спутника; $\frac{1}{2} \rho v_0^2$ —скоростной напор; ρ и v_0 —плотность атмосферы и скорость центра масс спутника; $C(\alpha_3)$ —коэффициент аэродинамического момента.

Значения переменных α_i , β_i , γ_i ($i = 1, 2, 3$), для которых W имеет стационарные значения при условиях (1), соответствуют положениям относительного равновесия спутника-гиростата на круговой орбите и могут быть определены по методу неопределенных множителей Лагранжа из уравнений

$$\frac{\partial V}{\partial \gamma_i} = \left(\mu + 3 \omega A_i - \frac{\delta_{i3}}{\omega} \frac{f'}{\alpha_3} \right) \gamma_i + \lambda \beta_i = 0 \quad (i = 1, 2, 3), \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \beta_i} = \left[\nu - \omega A_i - \frac{\delta_{i3}}{\omega} \left(b + \frac{f'}{\alpha_3} \right) \right] \beta_i + \lambda \gamma_i - k_i = 0 \quad (i = 1, 2, 3), \quad (3)$$

$$V = W/\omega + \lambda \chi + 1/2 \mu \varphi + 1/2 \nu \psi,$$

где λ , μ , ν —множители Лагранжа; $\delta_{ii} = 1$, $\delta_{ij} = 0$, если $i \neq j$ ($i = 1, 2, 3$), а $f' = df/d\alpha_3$.

Девяти уравнений (1)—(3) достаточно для определения девяти величин λ , μ , ν , β_i , γ_i ($i = 1, 2, 3$) как функций параметров системы. Однако определение этих величин связано со значительными математическими трудностями и получаемые для них выражения малоудобны для исследования множества всех положений относительного равновесия рассматриваемой системы. Для этой цели более удобно обратиться к задаче [3], а именно частично или полностью задать ориентацию спутника-гиростата относительно орбитальных осей и искать такие значения остающихся свободными параметров, которые удовлетворяли бы уравнениям (1)—(3).

Принимая указанный путь исследования уравнений (1)—(3), будем сначала считать заданными величины $\nu = \nu_0$, $\gamma_i = \gamma_{i0}$, $\beta_i = \beta_{i0}$ ($i = 1, 2, 3$). Тогда, если $\gamma_3 = \gamma_{30} \neq 0$, то условие совместности уравнений (1)—(3) приводит к следующим выражениям для параметров λ , μ , f' , k_i ($i = 1, 2, 3$):

$$k_i = k_{i0} = \lambda_0 \gamma_{i0} + \left[\nu_0 - \omega A_i - \frac{\delta_{i3}}{\omega} \left(b + \frac{f'}{\alpha_{30}} \right) \right] \beta_{i0} \quad (i = 1, 2, 3), \quad (4)$$

$$\lambda = \lambda_0 = \frac{3\omega}{\alpha_{30}} (A_2 - A_1) \gamma_{10} \gamma_{20}, \quad \mu = \mu_0 = \frac{3\omega}{\alpha_{30}} (A_1 \gamma_{10} \beta_{20} - A_2 \gamma_{20} \beta_{10}),$$

$$f' = f'_0 = \frac{3\omega^2}{\gamma_{30}} - \sum_{i=1}^3 A_i \alpha_{i0} \gamma_{i0}.$$

Если же $\gamma_3 = \gamma_{30} = 0$, то ось симметрии внешней оболочки спутника ортогональна радиусу-вектору орбиты. В этом случае уравнение $\partial V / \partial \gamma_3 = 0$ принимает вид $\lambda \beta_3 = 0$ и, следовательно, $\beta_3 = \beta_{30} = 0$ или $\lambda = \lambda_0 = 0$.

Если $\beta_{30} = 0$, то из (1), (2) получаем

$$\begin{aligned} \beta_{30} = \gamma_{30} = 0, \quad \alpha_{30} = 1, \quad \lambda = \lambda_0 = 3\omega (A_2 - A_1) \gamma_{10} \gamma_{20}, \\ \mu = \mu_0 = 3\omega (A_1 \gamma_{10} \beta_{20} - A_2 \gamma_{20} \beta_{10}). \end{aligned} \quad (5)$$

При этом постоянные k_i ($i = 1, 2, 3$) определяются по формулам (4). Формулы (4), (5) описывают положение относительного равновесия, для которого ось симметрии внешней оболочки спутника направлена по касательной к орбите.

Если $\lambda_0 = 0$, то условие совместимости уравнений (1)–(3) приводит к соотношениям (4) и равенствам $\gamma_{10} = 1, \gamma_{20} = 0$ или $\gamma_{10} = 0, \gamma_{20} = 1$. Для этих двух положений относительного равновесия ось инерции x_1 или x_2 направлена по радиусу-вектору орбиты.

Будем теперь предполагать, что в уравнениях (1)–(3) заданными являются величины $\nu = \nu_0, f' = f'_0$ и $\gamma_i = \gamma_{i0}$ ($i = 1, 2, 3$). Тогда из условия совместимости уравнений (1)–(3) получаем, наряду с (4), следующие выражения для величин λ, μ, β_i ($i = 1, 2, 3$):

$$|\lambda| = |\lambda_0| = D^{-1} 9\omega^3 |\gamma_{10} \gamma_{20} (A_1 - A_2)| \{ -\gamma_{30}^2 f'_0 [(A_1 - A_3) \gamma_{10}^2 + (A_2 - A_3) \gamma_{20}^2] \pm \pm |\gamma_{10} \gamma_{20} (A_1 - A_2)| [9\omega^4 \sum_{(123)} (A_2 - A_3)^2 \gamma_{20}^2 \gamma_{30}^2 - \gamma_{30}^2 f'_0]^2 \}^{1/2},$$

$$\mu = \mu_0 = \frac{|\lambda_0| \gamma_{30}^2 f'_0}{3\omega^2 |(A_1 - A_2) \gamma_{10} \gamma_{20}|} - 3\omega \sum_{i=1}^3 A_i \gamma_{i0}^2, \quad (6)$$

$$\beta_i = \beta_{i0} = -(\mu_0 + 3\omega A_i) \gamma_{i0} \lambda_0^{-1} \quad (i = 1, 2), \quad \beta_3 = \beta_{30} = [\mu_0 (1 - \gamma_{30}^2) + + 3\omega (A_1 \gamma_{10}^2 + A_2 \gamma_{20}^2)] (\gamma_{30} \lambda_0)^{-1}$$

где

$$D = f_0'^2 \gamma_{30}^2 (1 - \gamma_{30}^2) - 9\omega^4 \gamma_{10}^2 \gamma_{20}^2 (A_1 - A_2)^2.$$

Для множества положений относительного равновесия (4), (6) местная вертикаль может занимать в теле спутника произвольное направление, для которого

$$\lambda_0 \gamma_{30} \neq 0, \quad 9\omega^4 \sum_{(123)} (A_2 - A_3) \gamma_{20}^2 \gamma_{30}^2 > \gamma_{30}^2 f_0'^2.$$

რ. სულიკაშვილი

თანამგზავრ-გიროსტატის სტაციონარული მოძრაობა გრავიტაციული, აეროდინამიკური და მაგნიტური ძალების მომენტების მოქმედებით

რეზიუმე

განხილულია თანამგზავრ-გიროსტატის ფარდობითი წონასწორული მდებარეობის სიმრავლის ამოცანა გრავიტაციულ, აეროდინამიკურ და მაგნიტურ ძალათა ველში.

ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებულია შემდეგი მეთოდი: არჩეულია თანამგზავრ-გიროსტატის სრულიად ნებისმიერი ორიენტაცია და შემდეგ პასუხია გაცემული კითხვაზე — შეიძლება თუ არა თანამგზავრის ეს ფიქსირებული ორიენტაცია გავხადოთ წონასწორული იმ პარამეტრების საშუალებით, რომლებიც ჩვენს განკარგულებაშია.

MECHANICS

R. S. SULIKASHVILI

STATIONARY MOTION OF A SATELLITE-GYROSTAT UNDER GRAVITATIONAL, AERODYNAMIC AND MAGNETIC MOMENTS

Summary

The paper considers the relative equilibrium problem of a set of positions of a satellite-gyrostatt in the field of gravitational, aerodynamic and magnetic forces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Белецкий. Движение искусственного спутника относительно центра масс. М., 1965.
2. В. М. Морозов. Космические исследования, т. VII, вып. 3, 1969.
3. С. Я. Степанов ПММ. т. 33, вып. 4, 1969.

З. Ю. КОЧЛАДЗЕ, В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ДЕЛОВЫХ ИГР

Необходимость создания деловых (управленческих) игр была обусловлена тем фактом, что люди обычно легко обучаются в процессе игры. Однако подобные игры, получившие определенное распространение (в основном в США), имеют ряд недостатков. Дело в том, что игрок обучается в этих играх по образцам, которым организаторы игры уже отдают предпочтение [1, 2]. Исходя из факта [3, 4], что у человека в сознании имеется не сама система вообще, а ее отображение в форме понятия о системе, которая позволяет ему пояснить в словах и понятиях конкретные системы, становится ясным, что организаторы деловых игр при создании, независимо от своей воли, руководствуются своими субъект-концептами о предпринимательских системах, не осознавая этого факта. Именно это неосознанное и неконтрольное внесение своих субъект-концептов (чаще всего неверных) в игру и является недостатком всех ныне существующих деловых игр.

Для того чтобы деловые игры действительно приносили пользу, следует, чтобы все те понятия, которыми характеризуется деловая система в форме игры и которым обучается игрок в процессе игры, были каким-то образом объективизированы. Для этой цели мы предлагаем использовать метод аналитических эвристик распознавания образов и формирования понятий [5, 6]. Тем самым предлагается создание концептуальных деловых игр, где концепты могут быть заранее составлены и вычислены на ЦВМ.

Чтобы наши игры соответствовали реальности, «траектории» для вычисления соответствующих концептов должны быть взяты из жизни путем наблюдения за реальными системами, а не выдумывания концептов «для себя» (!). Кстати, многие плохо работающие фирмы и предприятия тем и грешат. Выдуманные ими для себя правила не соответствуют объект-концептам среды, а это ведет к срывам деятельности.

Так как игру составляем мы, можно допустить определенное упрощение систем и соответственных концептов, исключая некоторые несущественные признаки. В результате будут получены концепты, соответствующие всем объект-системам, их структурам и поведению. Другими словами, мы будем иметь упрощенную концептуальную модель—имитацию той или иной производственной системы.

Имея такую модель, можно организовать игры разной сложности и разного назначения. Ниже мы рассмотрим лишь несколько возможных вариантов:

1. ИКРУС (игры типа «концептуальные решения для управления системой»). При таких играх их участники обучаются принимать концептуальные решения внутри определенной, жестко фиксированной по структуре системы. Игра имитирует ситуацию, довольно часто встречающуюся в жизни: быстро и своевременно принять решение в



условиях неменяющейся структуры (предприятия, треста, управления). Такую игру можно организовать по-разному, в зависимости от сложности модели системы и от условий игры.

2. Проектирование систем. Допустим, мы проектируем систему для некоторой заданной цели. Какой должна быть будущая система? Каким требованиям она должна удовлетворять? Решать эти и другие острые проблемы проектирования концептуальных систем можно научиться с помощью игры «проектирование концептуальных систем» (ИПКС). ИПКС научит проектировщиков быстро определять основные характеристики системы, исходя из поставленных целей.

3. Управление на высшем уровне в основном содержит акты согласования разных действующих систем, решение по проектированию и созданию новых систем. Для обучения этим наборам действий следует применять игру НУБСИ (научись управлять большой системой). В этой игре игрокам дается цель, удовлетворение которой требует как согласования существующих систем, так и создания новых систем. При этом как в ИПКС, так и в НУБСИ понятие цели мыслится как предварительно вычисленный концепт цели [7]. Конечно, подразумевается, что процедура вычисления тех или иных концептов выполнима по крайней мере на ЦВМ.

Тот факт, что наши концепты, которым обучаются игроки во время игры в вышеперечисленных играх, вычислены на ЭВМ, дает нам еще и то преимущество, что можно устраивать соревнования между человеком и машиной, а это является хорошим средством тренировки и контроля процесса обучения.

Мы убеждены, что концептуальные деловые игры, основанные на концептуальной модели производственных систем, принесут несомненную пользу при подготовке административных кадров для производства в системе народного хозяйства и управления.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 18.5.1973)

კიბერნეტიკა

ზ. კოჩლადე, ვ. ჭავჭავანიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

კონცეპტუალურ საქმიან თამაშთა შექმნის
შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია კონცეპტუალურ საქმიან თამაშთა შექმნის შესაძლებლობა, სადაც ყველა ობიექტ-სისტემის, მათი სტრუქტურების და ქცევათა შესაბამისი კონცეპტები შეიძლება გამოთვლილი იქნეს მზმ სახეთა გამოცნობისა და ცნებათა ფორმირების ამოცანათა ანალიტიკური ამოხსნის მეთოდით. განხილულია ასეთ თამაშთა რამდენიმე ვარიანტი და ნაჩვენებია მათი გამოყენების სფერო.

Z. Yu. KOCHLADZE, V. V. CHAVCHANIDZE

ON THE FEASIBILITY OF DEVELOPING CONCEPTUAL
MANAGEMENT GAMES

Summary

The feasibility of developing conceptual management games is demonstrated. The concepts corresponding to all the object-systems and to their structures and behaviour can be calculated on a digital computer with the method of analytical heuristics of artificial intellect of concept formation, pattern recognition and object classification. Some versions of such games and the fields of their application are shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Форрестер. Основы кибернетики предприятия. М., 1971.
2. Курс для высшего управленческого персонала. М., 1970.
3. В. В. Чавчанидзе. Проблема принятия решений, формирование понятий и эвристической структуризации больших систем. Деп. ВИНТИ, № 3949—72.
4. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 63, 1, 1971.
5. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 61, 1, 1971.
6. В. В. Чавчанидзе. Аналитические эвристики искусственного интеллекта при формировании понятий, опознании образов и классификации объектов. Деп. ВИНТИ, № 2080—70.
7. В. В. Чавчанидзе. К вопросу об искусственном интеллекте и о природе шахматной игры. Деп. ВИНТИ, № 3376—71.

Г. З. АБДУШЕЛИШВИЛИ, В. Н. БУРКОВ, И. А. ГОРГИДЗЕ,
С. Е. ЛОВЕЦКИЙ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ВЫБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПУТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 12.6.1973)

Многие задачи оптимального планирования (выбор варианта проекта, определение маршрута судна, выбор оптимального набора технических средств в АСУ и т. д.) сводятся к следующей формальной постановке.

Задана сеть $G(X, U)$, где $X = (0, 1, 2, \dots, n)$ — множество вершин сети, U — множество дуг. Сеть имеет один вход o и один выход n . Каждая дуга сети соответствует некоторой операции (реализация части проекта определенным способом, часть маршрута, набор технических средств для некоторой подсистемы и т. д.). Каждый путь в сети, соединяющий вход с выходом, соответствует некоторому варианту реализации проекта [1], либо возможному маршруту, либо возможному набору технических средств, в зависимости от содержательной интерпретации задачи. Для каждой дуги заданы два положительных числа s_{ij} , t_{ij} , определяющих соответственно эффективность и продолжительность соответствующей операции. Обозначим через Ω множество всех путей μ , соединяющих вход o сети с выходом n . Под эффективностью $S(\mu)$ пути μ будем понимать сумму эффективностей дуг пути $S(\mu) = \sum_{(i, j) \in \mu} s_{ij}$. Соответственно продолжительность $T(\mu)$ пути определим как сумму продолжительностей дуг пути $T(\mu) = \sum_{(i, j) \in \mu} t_{ij}$. Пусть задана

директивная продолжительность T_∂ проекта (маршрута и т. д.). С директивной продолжительностью T_∂ можно связать функцию штрафа $\psi(\Delta)$, зависящую от величины $\Delta = T(\mu) - T_\partial$. Если эффективность $S(\mu)$ и штраф $\psi(\Delta)$ измеряются в одних и тех же величинах, то можно сформулировать следующую задачу оптимального планирования.

Задача А. Определить путь $\mu \in \Omega$, имеющий максимальное значение $\Phi(\mu) = S(\mu) - \psi(\Delta)$. Рассмотрим задачу А для кусочно-линейной функции штрафа:

$$\psi(\Delta) = \begin{cases} p\Delta, & \text{если } \Delta \leq 0 \\ q\Delta, & \text{если } \Delta \geq 0 \end{cases} \quad (p, q \geq 0).$$

Сформулируем две вспомогательные задачи.

Задача Б. Определить путь $\mu \in \Omega$, имеющий максимальную величину $S(\mu) - \psi(\Delta)$ при условии $T(\mu) \leq T_\partial$.

Задача В. Определить путь $\mu \in \Omega$, имеющий максимальную величину $S(\mu) - \psi(\Delta)$ при условии $T(\mu) \geq T_\partial$.



Обозначим: $\Phi(p, q)$ —максимальное значение $S(\mu) - \psi(\Delta)$ в задаче А, $L(p)$ —в задаче Б и $P(q)$ —в задаче В. Очевидно, что $\Phi(p, q)$ —неубывающая функция p и невозрастающая функция q , $L(p)$ —неубывающая функция p , $P(q)$ —невозрастающая функция q . Кроме того, имеет место

$$\Phi(p, q) = \max [L(p), P(q)]. \quad (1)$$

Заметим, что при $p = q = y$ задача А легко решается. Достаточно определить длины l_{ij} дуг (ij) сети как $l_{ij} = s_{ij} - yt_{ij}$ и найти в сети путь $\mu(y) \in \Omega$ максимальной длины.

Этот путь $\mu(y)$ является оптимальным решением задачи А со значением

$$\Phi(y) = \Phi(y, y) = \sum_{(i, j) \in \mu(y)} (s_{ij} - yt_{ij}) + yT_\partial.$$

Действительно,

$$\begin{aligned} \Phi(y, y) &= \max_{\mu} \left[\sum_{(i, j) \in \mu} s_{ij} - y \left(\sum_{(i, j) \in \mu} t_{ij} - T_\partial \right) \right] = \\ &= \max_{\mu} \sum_{(i, j) \in \mu} (s_{ij} - yt_{ij}) + yT_\partial = s(y) - y[T(y) - T_\partial], \end{aligned}$$

где

$$S(y) = \sum_{(i, j) \in \mu(y)} s_{ij}, \quad T(y) = \sum_{(i, j) \in \mu(y)} t_{ij}, \quad M(y) = S(y) - yT(y).$$

Лемма 1. $M(y)$ —кусочно-линейная, убывающая, выпуклая вниз функция y .

Утверждение леммы следует из свойств функции $M(y)$ как максимума конечного числа линейных убывающих функций $S(\mu) - yT(\mu)$.

Следствие. $T(y)$ и $S(y)$ —невозрастающие функции y (очевидно).

Заметим, что $P(y)$, $L(y)$ и $M(y)$ связаны между собой соотношением

$$M(y) + yT_\partial = \max [L(y), P(y)], \quad (2)$$

причем если $T(y) \leq T_\partial$, то $M(y) + yT_\partial = L(y)$, и если $T(y) \geq T_\partial$, то $M(y) + yT_\partial = P(y)$.

Рассмотрим случаи, в которых решение задачи А удастся свести к определению пути $\mu(y)$ максимальной длины при длинах дуг сети $l_{ij} = s_{ij} - yt_{ij}$ и определенном значении y .

1. Пусть $p \geq q$, $T_\partial \leq T(p)$. В силу следствия 1 леммы 1 $T(p) \leq T(q)$. Из (2) имеем

$$P(q) \geq P(p) = M(p) + pT_\partial \geq L(p).$$

Учитывая (1), получаем

$$\Phi(p, q) = P(q) = M(q) + qT_\partial,$$

и, следовательно, путь $\mu(q)$ является оптимальным решением задачи А.

2. Пусть $p \geq q$ (следовательно, $T(p) \leq T(q)$) и $T(q) \leq T_\partial$. Имеем

$$L(p) \geq L(q) = M(q) + qT_\partial \geq P(q).$$

Из (1) получаем

$$\Phi(p, q) = L(p) = M(p) + pT_\partial,$$

и, следовательно, путь $\mu(p)$ является оптимальным решением задачи А.

3. $p \geq q$ и $T(p) \leq T_\partial \leq T(q)$. Имеем

$$L(p) = M(p) + pT_\partial,$$

$$P(q) = M(q) + qT_\partial.$$

Из (1) получаем

$$\Phi(p, q) = \max [M(p) + pT_\partial; M(q) + qT_\partial].$$

Если максимум равен $M(p) + pT_\partial$, то оптимальное решение дает путь $\mu(p)$; если максимум равен $M(q) + qT_\partial$, то оптимальное решение дает путь $\mu(q)$.

4. Пусть $p \leq q$ (следовательно, $T(p) \geq T(q)$) и $T(q) \geq T_\partial$. Имеем

$$P(q) = M(q) + qT_\partial \geq L(q) \geq L(p).$$

Из (1) получаем

$$\Phi(p, q) = P(q) = M(q) + qT_\partial,$$

и, следовательно, путь $\mu(q)$ — оптимальное решение задачи А.

5. Пусть $p \leq q$ и $T_\partial \geq T(p)$. Имеем

$$L(p) = M(p) + pT_\partial \geq P(p) \geq P(q).$$

Из (1) получаем

$$\Phi(p, q) = L(p) = M(p) + pT_\partial,$$

и следовательно, $\mu(p)$ — оптимальное решение задачи А.

Итак, нерассмотренным остался случай $p \leq q$, $T(p) \geq T_\partial \geq T(q)$.

Теорема. Пусть $p \leq q$ и $T(p) \geq T_\partial \geq T(q)$. Тогда

$$\Phi(p, q) \geq \min_y [M(y) + yT_\partial]. \quad (3)$$

Опишем идею доказательства. Для оценки $\Phi(p, q)$ достаточно в силу (1) оценить $L(p)$ и $P(q)$. Задачи Б и В можно сформулировать как задачи целочисленного линейного программирования. Отбрасывая требование целочисленности, получаем две оценочные задачи, которые при условии $T(p) \geq T_\partial \geq T(q)$ эквивалентны одной задаче линейного программирования: определить $x_{ij} \geq 0$, $(ij) \in U$, т. ч.

$$\sum_{(i, j) \in U} s_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (4)$$

при ограничениях

$$\sum_i x_{oi} = \sum_i x_{in} = 1, \quad (5)$$

$$\sum_j x_{ij} = \sum_k x_{ki}, \quad k = 1, 2, \dots, n-1, \quad (6)$$

$$\sum_{(i, j) \in U} x_{ij} t_{ij} = T_\partial. \quad (7)$$

Двойственной к задаче (4) — (7) является следующая: определить λ_i , $i = 0 \div n$, y , т. ч.

$$\lambda_n - \lambda_0 + yT_\partial \rightarrow \min \quad (8)$$

при ограничениях

$$\lambda_j - \lambda_i \geq s_{ij} - yt_{ij}, \quad (i, j) \in U. \quad (9)$$



Заметим, что при фиксированном y минимум (8) при условиях (9) равен $M(y)$. Отсюда следует (3). Так как $M(y) + yT_\theta$ — выпуклая вниз функция y , то необходимыми и достаточными условиями минимума являются

$$T(y-0) \geq T_\theta \geq T(y+0). \quad (10)$$

Пусть y^* — точка, в которой условия (10) имеют место.

Обозначим: $T_1 = T(y^*-0)$, $T_2 = T(y^*+0)$, $S_1 = S(y^*-0)$, $S_2 = S(y^*+0)$ (заметим, что $T_1 \geq T_\theta \geq T_2$, $S_1 \geq S_2$). Тогда оценку (3) можно записать в виде

$$\Phi(p, q) \leq S_1 \frac{T_\theta - T_2}{T_1 - T_2} + S_2 \frac{T_1 - T_\theta}{T_2 - T_\theta}. \quad (11)$$

Академия наук СССР
 Институт проблем управления

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 6.7.1973)

კიბერნეტიკა

ბ. აბდუშელიშვილი, ვ. ბურკოვი, ი. გორგიძე, ს. ლოვეცკი

ექსტრემალური გზების არჩევის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ამოცანა გეგმის ოპტიმალური ვარიანტის ამორჩევის, რომელიც დაიყვანება გრაფში ექსტრემალური გზის განსაზღვრამდე. მთელი რიგი შემთხვევებისათვის მოცემულია ამოხსნის ეფექტური მეთოდები. მიღებულია ოპტიმალური ამოხსნის შეფასება.

CYBERNETICS

G. Z. ABDUSHELISHVILI, V. N. BURKOV, I. A. GORGIDZE, S. E. LOVETSKY

ON THE PROBLEM OF FINDING EXTREMAL PATHS

Summary

The paper considers the problem of finding the optimal plan version which is reduced to the determination of the extremal path in a graph. Effective solution methods are suggested for a number of cases. The estimation of optimal solution is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Бурков, А. Я. Горгидзе, И. А. Горгидзе, Д. А. Квеселова, С. Е. Ловецкий, А. Д. Цвиркун. Проблемы построения автоматизированных систем организационного управления. Тбилиси, 1973.

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ
(член-корреспондент АН ГССР)

К СИСТЕМЕ АКСИОМ ПОЛЕЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ДЛЯ АМПЛИТУД ВЕРОЯТНОСТЕЙ (СИСТЕМА K_2)

Традиционная система аксиом теории вероятностей [1] не представляется единственной. Это подтверждается существованием такой статистической теории, как квантово-волновая механика [2—5].

Построим новую систему аксиом для полей вероятностей, следуя как образцу основополагающей системе аксиом А. Н. Колмогорова [1] (система K_1). Построим систему аксиом K_2 для так называемых амплитуд вероятностей [2—4].

Общая преамбула и обозначения

Пусть Ω — множество элементов $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$, которые будем называть элементарными событиями (или элементарными состояниями), а F — множество подмножеств из Ω ; элементы множества F будем называть «событиями» (или «сложными состояниями»).

Различные абстрактные системы аксиом будем обозначать арабскими цифрами внизу справа от буквы K . Римская цифра справа от K после дефиса будет соответствовать номеру аксиомы в $K_i, i=1, 2$. Если аксиома, например, в строящейся системе K_2 не отличается по форме от соответствующей аксиомы в K_1 то напишем

$$(K_2 - L) \stackrel{ife}{=} (K_1 - L),$$

понимая в дальнейшем „ife“ как знак информационной эквивалентности.

Система K_2 (теория полей амплитуд вероятностей)

K_2 -I—аксиома алгебраической структуры

$$K_2 I \stackrel{ife}{=} K_1 - I \quad (1)$$

K_2 -II—аксиома вхождения Ω в F

$$K_2 - II \stackrel{ife}{=} K_1 - II \quad (2)$$

K_2 -III—аксиома сопоставления числовых мер событиям.

Каждому $A \in F$ поставлена в соответствие пара взаимно комплексно-сопряженных чисел, таких, что

$$A \longleftrightarrow \text{amp} (A) = \alpha(A),$$

$$A \longleftrightarrow \text{amp}^* (A) = \alpha^*(A),$$

где $\alpha(A)$, $\alpha^*(A)$ —комплексные числа, такие, что $|\alpha(A)| = |\alpha^*(A)| \geq 0$, $\alpha(A)$ называется амплитудой вероятности события (состояния) A (сокращенно „амвер“). Если $\alpha(A)$ представлена в форме $a(A)e^{i\varphi(A)}$, где $j^2 = -1$, то $a(A)$ называется модулем „амвера“ $\alpha(A)$, а $\varphi(A)$ —фазой события A .

Информация, извлекаемая из знания $\alpha(A)$, эквивалентна информации, извлекаемой из знания $\alpha^*(A)$, поэтому запишем

$$\alpha(A) \stackrel{\text{ife}}{=} \alpha^*(A). \quad (4)$$

$\alpha^*(A)$ сокращенно назовем „коамвером“.

K_2 —IV—аксиома нормировки

$$P^2(\Omega) = \sum_{i=1}^n |\alpha(\omega_i)|^2 = \sum_{i=1}^n \alpha^*(\omega_i) \alpha(\omega_i) = \sum_{i=1}^n P^q(\omega_i) = 1. \quad (5)$$

Величину $p^q(\omega_i) = |\alpha(\omega_i)|^2$ будем называть „усредненной“ по фазам вероятностью элементарного события ω_i или „квантовой вероятностью элементарного события ω_i “ („квэс“). В общем случае $p^q(\omega_i)$ не совпадает с $p(\omega_i)$ в системе K_1 .

K_2 —V—аксиома аддитивности

Если A и B —непересекающиеся события из F , то

$$\begin{aligned} \alpha(A + B) &= \alpha(A) + \alpha(B), \\ \alpha^*(A - B) &= \alpha^*(A) + \alpha^*(B) \end{aligned} \quad (6)$$

(при $A \cap B = \Phi$, где нулевое событие $\Phi \subset F$).

K_2 —VI—аксиома σ -аддитивности (или σ -суперпозиции).

Если $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$ есть конечная или счетно-бесконечная совокупность попарно непересекающихся событий из F , то

$$\alpha(A_1 + A_2 + \dots + A_n + \dots) = \alpha(A_1) + \alpha(A_2) + \dots + \alpha(A_n) + \dots \quad (7)$$

есть соответствующее выражение для «коамверов». Система множеств, удовлетворяющая системе K_2 , вместе с приведенными к ней в определенное соответствие парами комплексных чисел (α, α^*) называется полем амплитуд вероятностей, а теория, использующая эту абстрактную математическую систему аксиом, — теорией амплитудных вероятностей («теория амверов»).

Интерпретация

Хотя бы одной из интерпретаций K_2 может служить квантовая механика [2—5] как механика микромира. Система K_2 говорит о том, что могут существовать и иные интерпретации. В работах [6, 7] развита квантово-волновая теория нейронных сетей мозга.

Построение поля амплитуд вероятностей

Если задано произвольное $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k\}$ и произвольное множество комплексных чисел $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_k\}$, таких, что имеет место

$$Z_1^* Z_1 + Z_2^* Z_2 + Z_3^* Z_3 + \dots + Z_k^* Z_k = 1, \tag{8}$$

то за F' принимаем совокупность всех подмножеств Ω , полагая, что

$$\alpha(\omega_{i_1}, \omega_{i_2}, \dots, \omega_{i_\lambda}) = \alpha_{i_1} + \alpha_{i_2} + \dots + \alpha_{i_\lambda} := Z_{i_1} + Z_{i_2} + \dots + Z_{i_\lambda} \tag{9}$$

и

$$\begin{aligned} \alpha^*(\omega_{i_1}, \omega_{i_2}, \dots, \omega_{i_\lambda}) &= \\ &= \alpha_{i_1}^* + \alpha_{i_2}^* + \dots + \alpha_{i_\lambda}^* = Z_{i_1}^* + Z_{i_2}^* + \dots + Z_{i_\lambda}^*. \end{aligned} \tag{9'}$$

В этом случае говорят, что $\{Z_1, A_2, \dots, Z_k\}$ или $\{Z_1^*, Z_2^*, \dots, Z_k^*\}$ суть амплитуды (или коамплитуды) вероятностей элементарных событий $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k$. Так строятся конечные поля амплитуд вероятностей. Некоторый произвол в выборе фазовых множителей $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_k\}$ для удовлетворения условия нормировки характерен для системы аксиом полей амплитуд вероятностей.

Отношение к эксперименту.

Произвольным сочетаниям событий может быть сопоставлена комплексная мера, так как матричный элемент [2—5]

$$M_{ij} = \langle \alpha(A_i) / \alpha(A_j) \rangle = \alpha^*(A_i) \alpha(A_j) \tag{10}$$

описывает амплитуду вероятности перехода от A_j и A_i . Математический аппарат квантовой механики [2—5] непротиворечиво объясняет явления микромира. Этот аппарат до сих пор считается аппаратом, пригодным только для описания процессов микромира, а не математической схемой, пригодной для моделирования целого класса процессов стохастической природы (звуковые поля, нейронные сети и др.).

В дальнейшем будет рассмотрена система аксиом K_3 для так называемых фазовых амплитуд.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 18.5.1973)

კიბერნეტიკა

3. ზავზანიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

ალბათობათა აპკლიტუდებისათვის ალბათური ველების
 აქსიომათა სისტემის (K_2 სისტემის) შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

სტატიაში აგებულია აქსიომათა ახალი სისტემა (K_2) ალბათური ველისათვის, რომელიც გამომდინარეობს აკადემიკოს კოლმოგოროვის აქსიომათა სისტემიდან (K_1). გარდა იმისა, რომელიც ინფორმაციულად

ექვივალენტურია K_1 -ისა, შემოყვანილია ახალი აქსიომები: K_2 — III — ხდომილებებისათვის; რიცხობრივი ზომების შეთანადება: K_2 — IV — ნორმირების აქსიომა; K_2 — V — ადიტიურობის აქსიომა და K_2 — VI — σ — ადიტიურობის აქსიომა. K_2 სისტემის ერთ-ერთ ინტერპრეტაციად შეიძლება ჩაითვალოს ქვანტური მექანიკა, როგორც მიკროსამყაროს მექანიკა.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE

ON THE SYSTEM OF AXIOMS OF PROBABILITY FIELDS
FOR THE AMPLITUDE OF PROBABILITIES (SYSTEM K_2)

Summary

A new axiom system (K_2) for a probability field is constructed following Kolmogorov's system of axioms. In addition to the two main axioms informationally equivalent to K_1 , new axioms are introduced: K_2 -III comparison of numerical measures with the events; K_2 -IV rate-setting axiom; K_2 -V axiom of additivity; and K_2 -VI axiom of σ -additivity. Quantum mechanics, as the mechanics of microcosm, may be taken for one of the interpretations of the K_2 system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Колмогоров. Основные понятия теории вероятностей. М.—Л., 1936, 11.
2. П. Дирак. Принципы квантовой механики. М., 1960.
3. В. Паули. Общие принципы волновой механики. М., 1947.
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Теоретическая физика, т. III. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., 1963.
5. Ф. Кемпфер. Основные положения квантовой механики. М., 1967.
6. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 58, 2, 1970.
7. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 59, 1, 1970.



М. Г. АХАЛАЯ, К. А. ЗАКАРАЯ, М. С. КАКИАШВИЛИ,
А. В. КОРНЕЕВА, Н. В. ПИОТРОВСКАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРАЦИОННОГО МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА, СОПРОВОЖДАЮЩЕГО РЕПАРАТИВНЫЙ ОСТЕОГЕНЕЗ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 4.5.1973)

Для своевременной и целесообразной коррекции лечения большое значение имеет установление характера протекания воспалительного процесса при репаративном остеогенезе [1]. В целях изучения этого процесса были проведены две серии экспериментов (подопытными животными служили собаки, которым наносился перелом в средней трети диафиза бедра), во время которых осуществлялось динамическое слежение за комплексом биофизико-химических параметров в очаге перелома [1, 2]. В опытах первой серии изучался нормальный процесс репаративной регенерации костной ткани, в опытах второй серии — процесс, осложненный введением в рану патогенной флоры.

Была поставлена задача установить, возможно ли на основе комплекса исследуемых физико-химических параметров (ОВП — окислительно-восстановительный потенциал, pO_2 — напряжение кислорода, pH — концентрация ионов водорода, pNa — концентрация ионов натрия, T — температура) судить о характере процесса воспаления (асептическое или инфекционное), сопровождающего репаративный остеогенез.

В целях решения этой задачи был применен аналитический фильтрационный метод формирования понятий [3, 4].

В качестве признаков рассматривались показатели ОВП, pO_2 , pH , pNa , T . Для каждого из них была составлена шкала, по которой измерялось отклонение параметра от нормы. Шаг шкалы, соответствующей ОВП, составлял 30% нормы, pO_2 — 25%, pH — 1%, pNa — 20%, T — 1° (учитывалось отклонение от индивидуальной нормы). Интервалы, на которые была разбита шкала, служили значениями признака.

Были построены понятия, описывающие состояние очага перелома в условиях асептического и в условиях инфекционного воспаления, для первого, второго и последующих дней после перелома.

На I уровне понятий учитывалось, находится значение показателя ниже ($\psi_{i,1}^{(I)}$) или выше ($\psi_{i,T}^{(I)}$) нормы ($i=1, \dots, 5$). На II и III уровнях принималась во внимание степень отклонения признаков от нормы.

Ниже в качестве примера приводится сопоставление I уровня понятий, соответствующих асептическому и инфекционному воспалениям, для первого дня.

Асептическое воспаление:

$$\psi_{1,1}^{(I)} \psi_{2,1}^{(I)} \psi_{3,1}^{(I)} \psi_{4,1}^{(I)} \psi_{5,1}^{(I)}$$

Инфекционное воспаление:

$$\psi_{1,1}^{(I)} \psi_{2,1}^{(I)} \psi_{5,1}^{(I)}.$$

Как видно из этих формул, при асептическом воспалении наблюдаются одновременно следующие отклонения: снижение ОВП, рН, рNa (1, 3 и 4-й признаки), повышение рO₂ и Т (2 и 5-й признаки). При инфекционном воспалении наблюдаются одновременно снижение (отрицательное повышение) ОВП (1-й признак) и повышение рO₂ и Т (2 и 5-й признаки).

Сравнение приведенных понятий показывает, что, в то время как для асептического воспаления обязательна комбинация $\psi_{3,1}^{(I)} \psi_{4,1}^{(I)}$, (одновременное снижение рН и рNa), при инфекционном воспалении возможны сочетания $\psi_{3,1}^{(I)} \psi_{4,1}^{(I)}$ (снижение рН, повышение рNa), $\psi_{3,1}^{(I)} \psi_{4,1}^{(I)}$ (повышение рН, снижение рNa) и $\psi_{3,1}^{(I)} \psi_{4,1}^{(I)}$ (одновременное повышение рН и рNa). Это позволило при проверке выделить 50% случаев с инфекционным воспалением.

При одновременном снижении параметров рН и рNa для установления характера воспалительного процесса возникает необходимость обращения ко II и III уровням понятий, на которых учитывается выраженность отклонения показателей от нормы

Понятия, описывающие состояние очага перелома в процессе репаративного остеогенеза, построенные на основе исследуемого комплекса физико-химических параметров, позволили различать асептическое и инфекционное воспаления. При этом с 1-го по 5-й день в ряде случаев возникала необходимость использования III уровня понятий, с 6-го по 10-й день — II уровня, в последующие дни полная дифференциация обеспечивалась I уровнем.

Таким образом, определенные сочетания «состояний» исследуемых параметров характеризуют воспалительный процесс, сопровождающий репаративный остеогенез.

Оказывается возможным сделать ряд заключений в отношении отдельных параметров. Так, в течение всего рассматриваемого периода (14 дней) при асептическом воспалении наблюдалось снижение параметра ОВП; начиная с 7-го дня при инфекционном воспалении имели место случаи его повышения. Снижение параметра рO₂ начиная с 6-го дня в ряде случаев наблюдалось при асептическом воспалении, но при инфекционном воспалении в течение рассматриваемого периода имело место только повышение этого показателя. Таким образом, снижение рO₂ позволяло судить о неосложненном характере процесса репаративного остеогенеза. В первый день после перелома в отдельных случаях при инфекционном воспалении наблюдалась щелочная реакция, при асептическом воспалении — только кислая. В последующие дни при воспалительных процессах обоих типов наблюдалось снижение рН. При асептическом воспалении наблюдалось исключительно снижение параметра рNa, повышение этого показателя имело место только при инфекционном воспалении (не как правило) и позволяло судить о патологическом характере протекания процесса остеогенеза. Начиная с 8-го дня инфекционное воспаление обязательно характеризовалось более высокой температурой в очаге перелома, чем асептическое.

Таким образом, каждый из исследуемых физико-химических параметров, взятый в отдельности, мог оказаться информативным в отношении характера протекания процесса репаративного остеогенеза,



ხო არაა მხოლოდ ცალკეულ შემთხვევებში და დადგენილია (სადაც ესაა შესაძლებელი) ერთიანი კარგად დასაბუთებული «სტატუსების» კონსტრუქცია, რომელიც ახსნის და ახსნის მათი დინამიკის მანერას. ერთიანი კარგად დასაბუთებული «სტატუსების» კონსტრუქცია, რომელიც ახსნის და ახსნის მათი დინამიკის მანერას.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 4.5.1973)

კიბერნეტიკა

მ. ახალაია, კ. ზაკარაია, მ. კაკიაშვილი, ა. კორნეევა, ნ. პიოტროვსკაია

ანალიტიკური ფილტრაციული მეთოდის გამოყენება ცნებების ფორმირებაში ანთებითი პროცესის ხასიათის განსაზღვრისათვის, რეპარატიული ოსტეოგენეზის დროს

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია იყო, რომ გამოყენებულმა ცნებებმა, რომლებიც სხვადასხვა დონეზეა წარმოდგენილი და რომლებიც მიღებული იყო ანალიტიკური ევრისტიკის ფილტრაციული მეთოდით, დინამიკური გამოკვლევის საფუძველზე, ფიზიკო-ქიმიური კომპლექსის პარამეტრებით, — შესაძლებლობა მოგვეცა გაგვესაზღვრა ანთებითი პროცესის მიმდინარეობის ხასიათი რეპარატიული ოსტეოგენეზის დროს.

CYBERNETICS

M. G. AKHALAYA, K. A. ZAKHARAYA, M. S. KAKIASHVILI,
A. V. KORNEEVA, N. V. PIOTROVSKAYA

APPLICATION OF THE ANALYTICAL FILTRATION METHOD
OF FORMING CONCEPTS FOR DETERMINING THE
CHARACTER OF THE INFLAMMATION PROCESS
ACCOMPANYING REPARATIVE OSTEOGENESIS

Summary

It is shown that the utilization of different-levels concepts obtained by the filtration method of analytical heuristics on the basis of a dynamic investigation of the parameters physicochemical complex enabled determination of the character of the course of the inflammation process in the presence of reparative csteogenesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Ахалая, К. А. Закарая, М. С. Какиашвили, А. Ф. Лукава. Труды II съезда травматологов-ортопедов СССР. Рига, 1970.
2. М. Г. Ахалая, М. С. Какиашвили. Материалы I Всес. конфер. по проблемам биол. мед. кибернетики. М., 1971.
3. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 61, 1, 1971.
4. В. В. Чавчанидзе, А. В. Корнеева. Сообщения АН ГССР, 65, 3, 1972.



М. И. ДЖИБЛАДЗЕ, Л. Э. ЛАЗАРЕВ, А. Н. МЕСТВИРИШВИЛИ, Т. Я. ЧЕЛИДЗЕ,
З. Г. ЭСИАШВИЛИ

ЭФФЕКТ МОДУЛЯЦИИ ДОБРОТНОСТИ В ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРАХ В РЕЖИМЕ СВОБОДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Тавхелидзе 5.4.1973)

В работах [1, 2] нами было показано, что при селекции типов колебаний в излучении лазера на кристалле $\text{CaF}_2:\text{Dy}^{2+}$ наблюдаются отдельные пакеты генерации, отстоящие друг от друга на расстоянии 0,3 — 300 мсек. Аналогичные пакеты пичков были обнаружены при исследовании лазеров на рубине [3, 4], неодимовом стекле и вольфрамите кальция с неодимом [5, 6]. Экспериментально наблюдаемые большие времена между пакетами генераций дают основание полагать, что при генерации отдельных пичков происходит процесс типа модуляции добротности, приводящий к сбросу инверсии населенности до нуля [1, 2]. Сильный сброс инверсии населенности в максимумах стоячей волны, известный как эффект «выгорания дырок» в активной среде, был наблюден в ряде работ [7—9], но причины данного явления до сих пор не выяснены. Некоторые возможные причины были обсуждены нами в работе [10], где было установлено, что в лазере на кристалле $\text{CaF}_2:\text{Dy}^{2+}$ причиной модуляции добротности не могут являться наличие поглощающих центров окраски и неоднородность накачки по оси кристалла.

Предлагаем еще один механизм, могущий приводить к модуляции добротности и обуславливающий тем самым генерацию твердотельного лазера в виде пичков излучения в режиме свободной генерации.

В ряде работ (например, [11]) было обнаружено, что лазерные кристаллы в плоскопараллельном резонаторе генерируют в различных областях кристалла вдоль отдельных тонких «нитей», причем диаметры отдельных «нитей» лежат в интервале 0,1—0,8 мм. Проведенные нами эксперименты с рубиновым лазером [12] показали, что эти генерирующие «нити» смещаются вдоль зеркала со скоростью, достигающей $\sim 10^4$ см/сек, что вызвано разбюстировкой зеркал резонатора. Смещение поля генерации было также обнаружено нами при исследовании ближнего поля генерации полупроводникового лазера на кристалле CaAs с электронным возбуждением. Оценка максимальной скорости движения генерируемых мод по торцу кристалла дала величину $\sim 10^6$ см/сек. Заметим, что диаметры генерирующих «нитей» в полупроводниковом лазере при длине резонатора 8 мм лежали в интервале 10—15 мкм.

Рассмотрим процесс модуляции добротности, которая может быть обусловлена движением генерирующей «нити» в поперечном направлении внутри активного вещества. Как известно, добротность моды в резонаторе Фабри—Перо пропорциональна отношению запасенной энергии в данной моде к потерянной мощности в резонаторе. Вопрос о модуляции добротности до сих пор в литературе рассматривался как результат изменения потерь в резонаторе [13]. Однако, если учесть, что в режиме свободной генерации потери резонатора практически постоянны,

можно предположить, что модуляция добротности вызвана изменением запасенной энергии в данной моде, которая определяется числом возбужденных атомов в «нитях» генерации. Если генерация моды возникла в каком-либо участке активного вещества, то это приведет к определенному уменьшению перенасыщенности рабочих уровней в этом участке кристалла. Однако при движении генерирующей «нити» поле генерации переходит в соседнюю область кристалла, где число возбужденных атомов больше (так как там раньше не было индуцированных переходов). Это приведет к увеличению числа возбужденных атомов, участвующих в генерации данной моды, что и обусловит медленное повышение добротности резонатора для данной моды. По-видимому, такое медленное включение добротности является причиной сброса инверсии населенности уровней в определенных участках кристалла, приводящего к возникновению пикового режима генерации.

Для подтверждения данного механизма модуляции добротности нами были исследованы временные характеристики генерации рубинового лазера в разъюстированном резонаторе. Кристалл длиной $l=120$ мм был помещен в эллиптический двухламповый отражатель и накачивался лампами ИФП-2000. Резонатором служили два плоских диэлектрических зеркала. Внутри резонатора находилась вертикальная щель шириной 2 мм. Импульс генерации наблюдался с помощью фотоумножителя ФЭУ-22 на осциллографе С1—29. В эксперименте изменялась степень разъюстировки резонатора (длина резонатора $L \approx 40$ см).

Проведенные нами эксперименты показали, что увеличение степени разъюстировки резонатора приводит к уменьшению длительности отдельного пика генерации. На рис. 1,а представлена осциллограмма импуль-

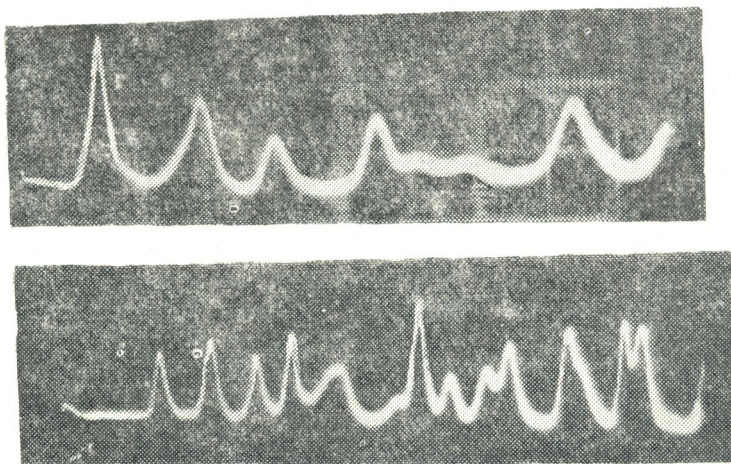


Рис. 1. Осциллограммы импульса генерации в плоскопараллельном резонаторе (а) и в разъюстированном резонаторе (б). Длительность развертки 1 мксек дел

са генерации в плоскопараллельном резонаторе, а на рис. 1,б — в разъюстированном резонаторе при угле между плоскими зеркалами 1 град. Измеряя среднюю длительность пиков, излучавшихся в начальной стадии импульса генерации, можно построить зависимость длительности пиков от степени разъюстировки резонатора (рис. 2). В работе [12] нами было показано, что увеличение разъюстировки резонатора приводит к возрастанию скорости перемещения моды по зеркалу. Таким образом,



как и следовало ожидать, увеличение скорости движения моды по зеркалу уменьшает длительность отдельного пика генерации. По-видимому, это связано с тем, что увеличение скорости движения моды по зеркалу должно приводить к более быстрому включению добротности резонатора для данной моды, обуславливающему уменьшение длительности отдельного пика генерации [8].

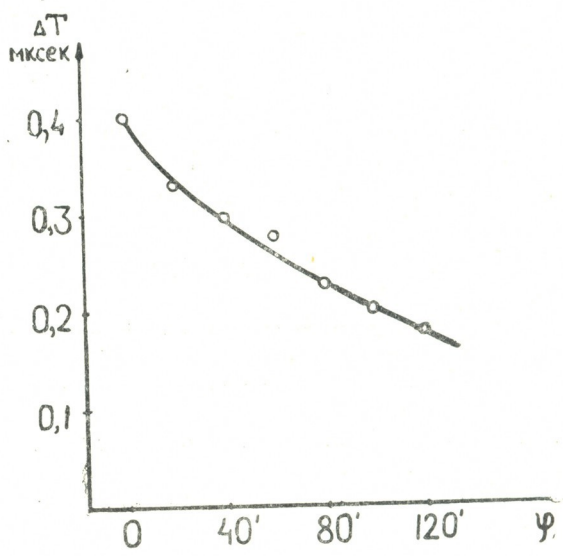


Fig. 2. Dependence of pulse duration of generation on the degree of mirror misalignment of the resonator

Рассматривая эффект модуляции добротности, вызванный движением мод, надо полагать, что слишком большая скорость перемещения светового поля по кристаллу приведет к сглаживанию эффекта модуляции. Отметим, что для окончательного решения данной проблемы необходимы численные решения модифицированных кинетических уравнений генерации лазера на электронно-вычислительной машине.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 27.4.1973)

შიზიკა

მ. ჯიჯელაძე, ლ. ლაზარაძე, ა. მისტირიშვილი, ბ. ჭაღიძე, ზ. მსიაშვილი

რეზონატორის ვარგისიანობის მოდულაციის ეფექტი მყარი ტანის ლაზერის თავისუფალი ბენერაციის რეჟიმის დროს

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მყარი ტანის ლაზერის გამოსხივება არარეგულარული პიკების სახით, შესაძლოა განპირობებული იყოს გენერირებული მოდის რეზონატორის სარკეებზე გადაადგილებით, რაც იწვევს რეზონატორის ვარგისიანობის მოდულაციას.

М. И. JIBLADZE, Л. Э. LAZAREV, А. N. MESTVIRISHVILI, Т. Ya. CHELIDZE,
Z. G. ESIASHVILI

THE EFFECT OF MODULATION OF QUALITY FACTOR IN
SOLID BODY LASER UNDER CONDITIONS OF FREE
GENERATION

Summary

It is shown that a solid-body laser emission in the form of irregular peaks may be due to the motion of the generated mode across the mirrors of the resonator, resulting in the modulation of the resonator quality.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Джибладзе, Т. М. Мурина, А. М. Прохоров. ДАН СССР, 182, № 5, 1969, 1048.
2. М. И. Джибладзе, Т. М. Мурина, А. М. Прохоров. Оптика и спектроскопия, 27, № 3, 1969, 464.
3. D. Roess. IEEE J. QE, 2, № 8, 1965, 208. D. Roess. Z. Naturforsch, 20 a, 12, 1965, 1655.
4. Н. А. Свенская, Л. Д. Хазов. Ж. прикл. спектроскопии, 3, № 3, 1965, 230.
5. С. А. Михнов. Ж. прикл. спектроскопии, 8, № 4, 1968, 593.
6. H. Manger. Z. angew. Phys., 18, 255, 1955.
7. C. L. Tang, H. Statz, G. de Mars. J. Appl. Phys., 34, 2289, 1963.
8. V. Evtuhov. Appl. Phys. Letters, 6, 141, 1955.
9. T. P. Hughes, K. M. Young. Nature, 196, № 4852, 332, 1965.
10. М. И. Джибладзе, Е. М. Золотов, Т. М. Мурина, А. М. Прохоров. Краткие сообщения по физике, № 3, 1970.
11. H. K. V. Lotsch. Phys. Letters, A 25, № 7, 323, 1968.
12. Т. В. Бутхузи, М. И. Джибладзе. Сообщения АН ГССР, 66, № 3, 1972, 569.
13. А. М. Прохоров. Радиотехника и электроника, № 8, 1963, 1073.
14. А. Л. Микаэлян, Ю. Г. Турков. Радиотехника и электроника, № 4, 1964, 743.



М. Ш. ДЖАНДИЕРИ, А. А. ЦЕРЦВАДЗЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОПЛЕНИЙ
 ДЕФЕКТОВ НА ПОДВИЖНОСТЬ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В
 ПОЛУПРОВОДНИКАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 2.4.1973)

В работе [1] проведен теоретический расчет изменения подвижности μ и ряда других параметров полупроводников, вызванного наличием электрических полей заряженных дефектов в условиях, когда длина свободного пробега носителя по отношению к рассеянию на колебаниях решетки намного меньше радиуса экранирования Дебая $1/g$. Показано, что подвижность носителей в полупроводниках, содержащих N заряженных дефектов одного знака, может быть записана в виде

$$\mu = \mu_0 (1 - \delta), \tag{1}$$

где μ_0 — подвижность, обусловленная рассеянием на тепловых колебаниях решетки;

$$\delta = \frac{1}{3} \left(\frac{e}{kT} \right)^2 \sum_{\vec{q}} \varphi_{\vec{q}} \varphi_{-\vec{q}}, \tag{2}$$

а

$$\varphi_{\vec{q}} = \frac{4\pi e}{\epsilon(q^2 + g^2)V} \sum_{j=1}^N \exp\{-i\vec{q} \cdot \vec{r}_j\} \tag{3}$$

представляет собой Фурье-компоненту экранированного потенциала $\varphi(\vec{r})$ N заряженных точечных кулоновских центров. Здесь k — постоянная Больцмана, ϵ — диэлектрическая постоянная и \vec{r}_j — радиус-вектор j -го заряженного центра. При получении выражений (1) — (3)

использовалось приближение Дебая—Гюккеля $\frac{e\varphi}{kT} \ll 1$, что равносильно неравенству $\delta \ll 1$.

При расчете δ в работе [1] предполагалось равномерное распределение дефектов по элементарным ячейкам кристалла и при усреднении двойных сумм $\varphi_{\vec{q}} \varphi_{-\vec{q}}$ по различным расположениям дефектов считалось, что в ячейке может локализоваться не более одного дефекта, а в остальном все распределения по ячейкам равновероятны. Однако на практике часто встречаются случаи, когда дефекты распределены неравномерно, создавая отдельные группы или скопления заряженных точечных центров. Такие скопления дефектов (СД) могут



возникать, например, как результат первичного акта воздействия на полупроводник частиц высоких энергий, когда этой энергии недостаточно для образования целой группы близкорасположенных дефектов. Кроме того, СД могут возникать также и в результате вторичных процессов, когда первичным является возникновение отдельных пар Френкеля. Об этом свидетельствуют, например, работы [2, 3], в которых в различных условиях были наблюдаемы процессы эффективного комплексообразования из простейших радиационных дефектов.

Помимо радиации, СД могут образоваться и при наличии химических примесей. В работе [4] дается целый ряд примеров, когда в бинарных соединениях наблюдается неоднородное распределение примесей, и приводится несколько возможных причин такого явления.

Нами исследуется изменение подвижности носителей заряда, вызванное дефектами, распределенными в виде отдельных скоплений. Рассматривается случай n -полупроводника и для простоты считается, что каждое СД содержит одинаковое число доноров z . Если общее количество доноров обозначим через N , то кристалл будет содержать

$N' = \frac{N}{z}$ хаотически распределенных СД.

Исходя из специфики нашей задачи во входящей в (3) сумме по всем донорам проведем суммирование сперва по различным донорам внутри каждого СД, а затем по различным СД:

$$\sum_{j=1}^N \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_j\} = \sum_{\nu=1}^{N'} \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_e\} \sum_{l=1}^z \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_{\nu l}\} = \sum_{\nu=1}^{N'} A_{\nu} \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_{\nu}\}, \quad (4)$$

где

$$A_{\nu} = \sum_{l=1}^z \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_{\nu l}\}; \quad (5)$$

(\vec{r}_{ν} —радиус-вектор некоторой точки внутри ν -го скопления, а $\vec{r}_{\nu l}$ —радиус-вектор l -го донора относительно этой точки). Подставляя (4) в (3), а последнее в (2), получаем

$$\varphi_{-q}\varphi_{\vec{q}} = \frac{16\pi^2 e^2}{\epsilon^2 (q^2 + g^2)^2 V^2} \left| \sum_{\nu=1}^{N'} A_{\nu} \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_{\nu}\} \right|^2. \quad (6)$$

Необходимо теперь усреднить сумму, входящую в последнее выражение, по различным расположениям СД в образце и доноров в отдельных скоплениях. Исходя из хаотического распределения СД первое усреднение дает (см. формулы (9) и (10) работы [5])

$$\overline{\left| \sum_{\nu=1}^{N'} A_{\nu} \exp\{-i\vec{q}\vec{r}_{\nu}\} \right|^2} = N' \overline{A^2}. \quad (7)$$

Усредняя затем A^2 по различным расположениям доноров внутри каждого СД, будем иметь

$$\overline{A^2} = \sum_{l, l'=1}^z \exp\{-i\vec{q} \vec{\rho}_l\} \exp\{i\vec{q} \vec{\rho}_{l'}\} = z + (z^2 - z) \overline{\exp\{i\vec{q} \vec{\rho}\} \exp\{-i\vec{q} \vec{\rho}\}}. \quad (8)$$

При усреднении $\langle \exp\{\pm i\vec{q} \vec{\rho}\} \rangle$ будем считать, что область СД имеет форму сферы радиуса R и любые положения дефекта внутри этой сферы равновероятны. Тогда получим

$$\begin{aligned} \overline{\exp\{\pm i\vec{q} \vec{\rho}\}} &= \frac{3}{4\pi R^3} 2\pi \int_0^R \rho^2 d\rho \int_0^\pi \exp\{\pm i\vec{q} \vec{\rho}\} \sin\theta d\theta = \\ &= \frac{3}{(qR)^3} (\sin qR - qR \cos qR). \end{aligned} \quad (9)$$

Учитывая (7), (8) и (9), выражение (6) окончательно запишем в виде

$$\overline{\varphi_{\vec{q}} \varphi_{\vec{q}}} = \frac{15\pi^2 e^2}{\epsilon^2 (q^2 + g^2)^2 V^2} \frac{N}{z} \left[z + (z^2 - z) \frac{9}{(qR)^6} (\sin qR - qR \cos qR)^2 \right]. \quad (10)$$

Подставляя (10) в (2) и переходя от суммы к интегралу, для δ будем иметь

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{1}{3} \left(\frac{e}{kT} \right)^2 \frac{V}{(2\pi)^3} \int \varphi_{\vec{q}} \varphi_{\vec{q}} d\vec{q} = \frac{8e^4 N_h}{3(\epsilon kT)^2} \left\{ \int_0^\infty \frac{q^2 dq}{(q^2 + g^2)^2} + \right. \\ &\quad \left. + 9(z-1) \int_0^\infty \frac{(\sin qR - qR \cos qR)^2}{(qR)^6 (q^2 + g^2)^2} q^2 dq \right\}, \end{aligned} \quad (11)$$

где $N_h = \frac{N}{V}$ — общая концентрация доноров.

После проведения интегрирования в последнем выражении (второй интеграл в (11) вычисляется по теории вычетов) окончательно получаем

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{2\pi e^4 N_h}{3(\epsilon kT)^2 g} \left\{ 1 + 9(z-1) \left[\frac{5}{2(gR)^6} - \frac{3}{2(gR)^4} + \frac{2}{3(gR)^3} - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - e^{-2gR} \left(\frac{5}{2(gR)^6} + \frac{5}{(gR)^5} + \frac{7}{2(gR)^4} - \frac{1}{(gR)^3} \right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (12)$$

Подставляя (12) в (1), получаем искомое измененное значение подвижности, обусловленное наличием электрических полей СД.

Из выражения (12) следует, что изменение подвижности в сильной степени зависит от величины параметра gR , т. е. от соотношения размеров области СД и радиуса экранирования. Для предельных значений этого параметра δ принимает простой вид, легко поддающийся физической интерпретации. Действительно, при $gR \ll 1$ можно в (11) разложить \sin и \cos в ряд по степеням gR . Тогда интегрирование в (11) не представляет большого труда и с высокой степенью точности мы получаем

$$\delta = \frac{2 \pi z^2 e^4}{3(\epsilon kT)^2 g} \frac{N_h}{z} \cdot \quad (13)$$

Сравнивая (13) с выражением (29) работы [1], видим, что в условиях, когда радиус экранирования намного больше размеров области скопления, СД ведут себя как z -кратно заряженные точечные центры с концентрацией $\frac{N_h}{z}$.

В другом предельном случае, когда $gR \gg 1$, выражение (12) можно записать в виде

$$\delta = \frac{2 \pi e^4 N_h}{3(\epsilon kT)^2 g} \left[1 + (z-1) \frac{6}{(gR)^3} \right]. \quad (14)$$

Если в (14) z не слишком велико, т. е. $(gR)^3 \gg 6(z-1)$, можно пренебречь вторым членом. Из сравнения первого члена в (14) и выражения (29) работы [1] мы видим, что в рассматриваемом случае наша рассеивающая система ведет себя, как N хаотически распределенных однозарядных кулоновских центров и, следовательно, в этом случае эффект скопления не проявляется.

(Поступило 3.5.1973)

ფიზიკა

მ. ჯანდიერი, ა. ცერცვაძე

ნახევარგამტარებში დენის მატარებლების ძვრადობაზე
 დეფექტების გროვების გავლენის თეორიული გამოკვლევა
 რეზიუმე

განხილულია დამუხტული წერტილოვანი დეფექტების გროვების გავლენა დენის მატარებლების ძვრადობაზე, როდესაც მესერის სიბრტყე რხევებზე გაბნევის შესაბამისი თავისუფალი განარბენი გაცილებით მცირეა ეკრანირების რადიუსზე და დეფექტის ველში ელექტრონის მოძრაობას აქვს დიფუზური ხასიათი.

PHYSICS

M. Sh. JANDIERI, A. A. TSERTSVADZE

THEORETICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF DEFECT CLUSTERS ON CARRIER MOBILITY IN SEMICONDUCTORS

Summary

The expression for carrier mobility has been obtained with clusters of charged point defects in a crystal, provided that the Debye radius of screening exceeds the free path of carriers with respect to the phonons and carrier movement in the defect field is of diffusion character.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Пекар. ФТТ, 8, 1966, 1115.
2. Л. С. Смирнов, В. Ф. Стась, В. В. Хайновская. «Радиационная физика неметаллических кристаллов» (сб. статей). Киев, 1971, 230.
3. В. И. Панов, Л. С. Смирнов. ФТП, 5, 1971, 346.
4. L. R. Weisberg. J. Appl. Phys., 33, 1817, (1962).
5. А. А. Церцвадзе. ФТП, 3, 1969, 409.



3. А. КЕРЕСЕЛИДЗЕ

ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ С УЧЕТОМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВЯЗКОЙ ДИССИПАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 12.6.1973)

Метод последовательных приближений оказался весьма успешным при решении некоторых задач магнитной гидродинамики [1, 2]. В частности, получены решения задач о скоростном и тепловом пограничном слое, хорошо согласующиеся с точными решениями [2].

Нами этот метод применен для расчета теплового пограничного слоя в постоянном магнитном поле при наличии джоулева тепла и вязкой диссипации.

Рассматривается случай $Re_m \ll 1$ и перпендикулярного к направлению по оси x потоку жидкости магнитного поля с индукцией \vec{B}_0 , направленной по оси y .

Введем новые переменные и безразмерные параметры:

$$\xi = \frac{x}{l}, \quad \eta = \frac{y}{\delta}, \quad \delta_v = \delta_{0v} l, \quad \delta_r = \delta_{0r} l, \quad \varphi = \frac{\eta}{u_\infty(\xi)}, \quad (1)$$

$$\theta = \frac{T - T_0}{T_w - T_0}, \quad Pr = \frac{\nu}{k}, \quad M^2 = \frac{\sigma B_0^2}{c_v \rho}, \quad R = \frac{U_\infty l}{\nu}, \quad \sigma = \sigma_0 \cdot \sigma'(\xi \cdot \eta),$$

где l —масштаб длины, u_∞ — скорость невозмущенного потока, δ_v , δ_r —размерные толщины скоростного и теплового пограничных слоев, R —число Рейнольдса, T_0 , T_w —температура невозмущенной жидкости и стенки, Pr —число Прандтля, σ —проводимость, M —число Гартмана.

Используя (1), для второго приближения θ получаем уравнение

$$\frac{\partial^2 \theta_1}{\partial \eta^2} = R \cdot Pr \left[\varphi_0 \delta_{0r}^2 \frac{\partial \theta_0}{\partial \xi} - \delta_{0r} \frac{d\delta_{0r}}{d\xi} \frac{\partial \theta_0}{\partial \eta} \int_0^\eta \varphi_0 d\eta - \right. \quad (2)$$

$$\left. - \frac{du_\infty}{d\xi} \frac{\delta_{0r}^2}{u_\infty} \frac{\partial \theta_0}{\partial \eta} \int_0^\eta \varphi_0 d\eta \right] - R \delta_{0r}^2 \frac{\partial \theta_0}{\partial \eta} \int_0^\eta \frac{\partial \varphi_0}{\partial \xi} d\eta - Pr \left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial \eta} \right)^2 - \\ - \sigma' M^2 Pr \delta_{0r}^2 \varphi_0^2$$

при

$$\theta_1|_{\eta=0} = \theta_1|_{\eta=1} = 0,$$

где φ_0 и θ_0 —первые приближения решения для скорости и температуры.

Интегрируя (2), можно записать общее решение для θ .

$$\theta = \theta_0 + RPr \left[\left(\delta'_{от} \delta_{от} + \frac{u'_\infty}{u_\infty} \delta_{от}^2 \right) F_1(\eta) - \delta_{от}^2 F_2(\eta) \right] + R \delta_{от}^2 F_3(\eta) + P_2 F_4(\eta) + M^2 Pr \delta_{от}^2 F_5(\eta), \quad (3)$$

где

$$F_i(\eta) = \eta \int_0^1 \Phi_i(\eta) d\eta - \int_0^\eta \Phi_i(\eta) d\eta \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5),$$

$$\Phi_1 = \int_0^\eta \left(\frac{\partial \theta_0}{\partial \eta} \cdot \int_0^\eta \varphi_0 d\eta \right) d\eta, \quad \Phi_2 = \int_0^\eta \varphi_0 \frac{\partial \theta_0}{\partial \xi} d\eta, \quad (4)$$

$$\Phi_3 = \int_0^\eta \left(\frac{\partial \theta_0}{\partial \eta} \cdot \int_0^\eta \frac{\partial \varphi_0}{\partial \xi} d\eta \right) d\eta, \quad \Phi_4 = \int_0^\eta \left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial \eta} \right)^2 d\eta,$$

$$\Phi_5 = \int_0^\eta \sigma' \varphi_0^2 d\eta.$$

Рассмотрим частный случай, когда $Pr < 1$ и $\sigma = \text{const}$. Известно [3], что в данном случае в обычной гидродинамике температурный пограничный слой δ_T превосходит динамический пограничный слой δ_v . Это соотношение должно сохранять силу и в магнитогидродинамическом случае. В качестве φ_0 и θ_0 возьмем

$$\varphi_0 = \eta, \quad \theta_0 = 1 - \eta \quad (5)$$

при

$$\varphi_0|_{\eta=0} = 0, \quad \varphi_0|_{\eta=1} = 1, \quad \theta_0|_{\eta=0} = 1, \quad \theta_0|_{\eta=1} = 0, \quad (6)$$

где будем предполагать выполнение граничных условий при $\eta=1$ на границе температурного пограничного слоя. Согласно [1, 4], воздействие магнитного поля на температурный пограничный слой более существенно и направлено в сторону его возрастания, что подтверждает обоснованность допущения.

Из (4), используя (5), получаем

$$\theta = 1 - \eta + RPr \left[\frac{\delta_{от}^2}{48} (\eta^4 - \eta) + \frac{u'_\infty \delta_{от}^2}{24 u_\infty} (\eta^4 - \eta) \right] - \frac{Pr}{2} (\eta^2 - \eta) - \frac{M^2 Pr}{12} \delta_{от}^2 (\eta^4 - \eta). \quad (7)$$

Найдем уравнение для толщины температурного пограничного слоя из условия

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial \eta}\right)_{\eta=1} = 0;$$

$$\delta_{\text{от}}^{2'} + \left(\frac{2u'_{\infty}}{u_{\infty}} - \frac{4M^2}{R}\right) \delta_{\text{от}}^2 = \frac{8}{R \cdot Pr} (Pr + 2). \quad (8)$$

Решение (8) имеет вид

$$\delta_{\text{от}}^2 = \frac{8(Pr + 2)}{Pr U_{\infty}^2} \exp \left\{ \int_0^{\xi} \frac{4M^2}{R} d\xi \right\} \times$$

$$\times \int_0^{\xi} \frac{U_{\infty}^2}{R} \exp \left\{ - \int_0^{\xi} \frac{4M^2}{R} d\xi \right\} d\xi, \quad \delta_{\text{от}}(0) = 0. \quad (9)$$

В случае, когда $u_{\infty} = \text{const}$ и магнитное поле слабое, разложением в ряд (9) получим

$$\delta_{\text{от}}^2 = \frac{8(Pr + 2)}{R \cdot Pr} \xi. \quad (10)$$

Согласно (10), температурный пограничный слой совпадает с динамическим [5] при пренебрежении вязкой диссипацией и $Pr=1$.

Аналогичная задача при $Pr > 1$ решается для δ_v при условии ограничения такими значениями величины индукции магнитного поля, при которых δ_{τ} остается меньше δ_v .

В случае переменного σ , к примеру, изменяющегося по закону $\sigma = \sigma_0(1 - \eta)$, основной результат (9) остается в силе, уменьшается лишь вклад джоулева тепла.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.6.1973)

ფიზიკა

ზ. კერესელიძე

სითბური სასაზღვრო ფენის მიახლოებითი განზარჩობა
მაგნიტური ველისა და ბლანტი დისიპაციის ბათვალისწინებით

რეზიუმე

მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით ნაბონია ტემპერატურის განაწილება და სასაზღვრო ფენის სისქე ჯოულის სითბოსა და ბლანტი დისიპაციის გათვალისწინებით.

Z. A. KERESOLIDZE

APPROXIMATE CALCULATION OF THE THERMAL BOUNDARY
LAYER WITH ACCOUNT OF THE MAGNETIC FIELD
AND VISCOUS DISSIPATION

Summary

The distribution of the temperature and the thickness of the thermal boundary layer with account of Joule heat and the viscous dissipation has been found by gradual approximation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. В. Шарикадзе. Труды I Республиканской конференции по аэрогидромеханике, теплообмену и массообмену. Киев, 1969.
2. Л. И. Бузникова, Б. Г. Иотковский, В. В. Кириллов. МЖГ, 1, 1968.
3. Л. Г. Лойцянский. Ламинарный пограничный слой, гл. IX. М., 1962.
4. З. А. Кереселидзе, Д. В. Шарикадзе. Сообщения АН ГССР, 68, 3, 1972.
5. И. М. Швец. Прикладная механика и математика, т. XIII, вып. 3, 1949.



М. А. ХАМДИ

СОСТАВНОЙ СПЕКТР ПЕКУЛЯРНОЙ ЗВЕЗДЫ HD 35450

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 10.4.1973)

Звезда HD 35450 ($\alpha_{1900} = 5^h 19,7^m$, $\delta_{1900} = 58^\circ 36'$) включена в каталог звезд с составным спектром Перкина [1] как звезда, имеющая, вероятно, составной спектр; она классифицируется в качестве звезды спектрального подкласса А3; в ее спектре наблюдаются одновременно линии поглощения, принадлежащие к спектральному классу G.

Мы задались целью исследовать данную звезду спектрофотометрически и уточнить классификационные характеристики ее спектра на основе наблюдательного материала (девять спектрограмм), полученного 70 см менисковым телескопом Абастуманской астрофизической обсерватории, снабженным 8° предобъективной призмой (дисперсия 166 А°/мм около H_γ).

Характеристические кривые строились в единицах $\log \omega$ и $\log I$, где $\log \omega = \log \left(\frac{1}{D} - 1 \right)$ и D — почернения для шести разных участков спектра.

Предварительные визуальные оценки, а затем и регистрограммы (регистрация производилась на микрофотометре МФ4 в почернениях) были обнаружены спектральные линии, которые принадлежат звездам с разными температурными характеристиками.

В следующей табличке дан перечень спектральных линий в спектре исследуемой звезды, помимо водородных линий:

Линия	Элемент	Линия	Элемент
4383 А°	Fe I	4077 А°	Sr II
4300 А°	G-полоса	4045 А°	Fe II
4226 А°	Ca I	4030 А°	Mn I
4144 А°	Fe II	3933 А°	Ca II K

Как нами выяснено, по водородным линиям и по линии К (линия К немного слабее, чем $H + H_\epsilon$ и H_δ) звезда HD 35450 относится к главной последовательности и к подклассу А3—А5. G-полоса видна, но слабо сравнительно с H_γ , линия Ca I имеет незначительную интенсивность. Поэтому и с учетом металлических линий спектральный класс позднего компонента звезды мы определяем как F6, класс светимости — как V, обоснованием чему служит следующее: если поздний компонент звезды HD 35450 имел бы светимость I или III, тогда должны были бы быть видны линии $\lambda\lambda$ 4415 А°, 4200 А°, 4176 А°, а линия λ 4077 А° должна была бы быть большой интенсивности. На самом деле линии $\lambda\lambda$ 4415 А°, 4200 А°, 4176 А° не видны, линия же λ 4077 А° слаба, соответствуя классу светимости V. Далее, если звезда была бы раннего зв. „ბოლოვანი“, 71, № 3, 1973



класса $A3 V$, тогда на основании зависимости бальмеровского скачка от спектрального класса [2] $\log D = 0,51 \left(\text{где } D = \frac{I_{3650+}}{I_{3650-}} \right)$, а для звезды спектрального класса $F6 V - 0,18$. Как будет показано дальше, значение $\log D$, полученное из абсолютного распределения энергии для этой звезды, равно $0,33$. Это означает, что бальмеровский скачок $HD 35450$ искажен. Такое искажение может быть вызвано наложением излучения поздней звезды $F6 V$ на излучение ранней $A2 V$.

С целью получения абсолютного распределения энергии звезды $HD 35450$ была построена кривая среднего относительного распределения энергии с использованием всех девяти спектрограмм. звездой сравнения служила $HD 34361$ ($\alpha_{1900} = 5^h 48^m$, $\delta_{1900} = 58^\circ 14'$) спектрального класса $A2 V$. Ее мы выбрали как близкую к исследуемой звезде, что должно было исключить влияние атмосферной экстинкции. Среднеквадратичное отклонение отдельных измерений, составивших кривую, оказалось не более $0,031$.

Как показали сравнения распределений энергии для нескольких звезд спектрального класса $A2 V$ из каталога Вилстропа [3], различия между ними невелики, т. е. все звезды класса $A2 V$ имеют почти одинаковое распределение энергии.

Сочетая абсолютное распределение звезды сравнения $A2 V$ с относительным распределением звезды $HD 35450$, получаем абсолютное распределение энергии в ее спектре, представленное на рис. 1.

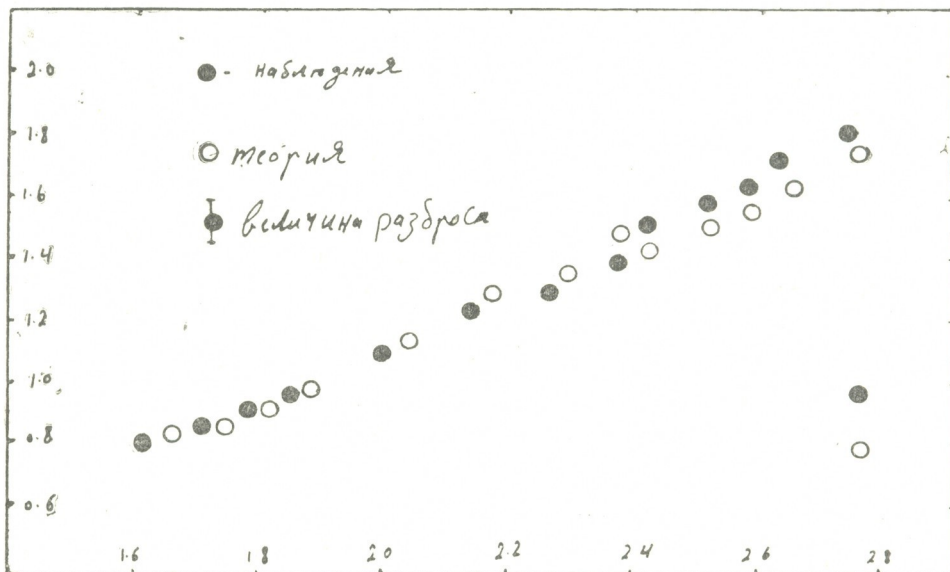


Рис. 1. Абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре звезды $HD 35450$. Точками обозначено наблюдаемое распределение, а кружки представляют теоретическое распределение

Допустим, что рассматриваемая звезда двойная; отсутствие указаний на ее переменность позволяет считать, что мы наблюдаем звезду с небольшим углом между линией зрения и осью обращения. В таком слу-



чае можно написать: излучение этой звезды $F_{\lambda}^{\text{сум}}$ равно сумме излучений звезд $F 6 V$ и $A 3 V$. Тогда

$$F_{\lambda}^{\text{сум}} = F_{\lambda}^{(1)} (F 6 V) + F_{\lambda}^{(2)} (A 3 V). \quad (I)$$

Нормируя (1) относительно $\lambda = \lambda_0$, получаем

$$\begin{aligned} \frac{F_{\lambda}^{\text{сум}}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} &= \frac{F_{\lambda}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} + \frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}}, \\ &= \frac{F_{\lambda_0}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{(1)}} \cdot \frac{F_{\lambda}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} + \frac{F_{\lambda_0}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{(2)}} \cdot \frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}}, \\ &= \frac{F_{\lambda}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{(1)}} \cdot \frac{F_{\lambda_0}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} + \frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{(2)}} \left[1 - \frac{F_{\lambda_0}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} \right], \\ \frac{F_{\lambda}^{\text{сум}}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} &= \frac{F_{\lambda_0}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}} \left[\frac{F_{\lambda}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{(1)}} - \frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{(2)}} \right] + \frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{(2)}}. \end{aligned} \quad (II)$$

Если оценка спектрального класса, т. е. классификация, правильна, тогда теоретическое распределение, выведенное с помощью уравнения (II), должно совпадать с абсолютным распределением, полученным из наблюдений.

В уравнениях (II) $\frac{F_{\lambda}^{\text{сум}}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}}$ — наблюдаемая величина, $\frac{F_{\lambda}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{(1)}}$, $\frac{F_{\lambda}^{(2)}}{F_{\lambda_0}^{(2)}}$ — соответствующие распределения энергии звезд из каталога Вилстроппа. По нескольким λ среднее значение $\frac{F_{\lambda_0}^{(1)}}{F_{\lambda_0}^{\text{сум}}}$ равно 0,41. Полученное таким образом теоретическое распределение представлено на рис. 1, который показывает, что спектральный класс $A 3 V + F 6 V$ дает хорошее согласие между теоретическим и наблюдаемым распределениями. Следовательно, мы можем утверждать, что HD 35450 представляет собой двойную систему, состоящую из звезд главной последовательности спектральных классов $A 3 V$ и $F 6 V$.

Б. К. БАЛАВАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), В. Г. АБАШИДЗЕ

НАКЛОНОМЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЛОТИНЫ ИНГУРИГЭС

Один из крупных разломов, установленный геологическими наблюдениями, пересекает правый склон ущелья р. Ингури, проходящий под основанием арочной плотины половного узла ИнгуриГЭС, что, по всей вероятности, надо считать потенциально наиболее опасным с точки зрения сохранения устойчивости данного инженерного сооружения в течение длительного времени. Поэтому изучение поведения и интенсивности современных движений блоков, разделенных разломом, как в настоящее время, так и при закладке тела плотины и заполнении водой чаши водохранилища является задачей первостепенной важности.

Для изучения данной задачи с 1969 г. в непосредственной близости от строящейся плотины ИнгуриГЭС Институтом геофизики АН ГССР проводятся наблюдения над тектоническими движениями земной коры, для чего используются наклономерные приборы фотоэлектрической системы (НФ), установленные в трех штольнях. Первая из станций была открыта в правобережной штольне № 185, пересекающей отмеченный выше разлом, и функционирует с марта 1969 г. С мая 1970 г. стала функционировать вторая наклономерная станция на левом берегу р. Ингури, в штольне № 160, а с апреля 1971 г. — третья, расположенная в штольне № 183, на другом горизонте правобережного разлома. Схема расположения этих штолен, находящихся на площадке строительства плотины ИнгуриГЭС, дана на рис. 1.

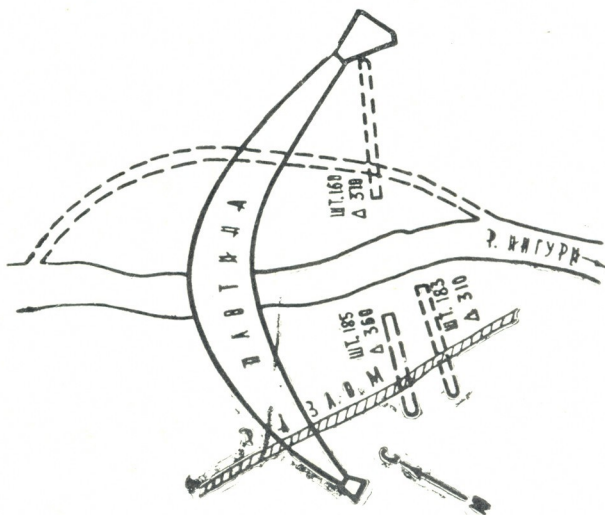


Рис. 1

Этим исследованиям предшествовали наблюдения за наклонами земной поверхности в Джварской штольне, которые проводились с



целью получения фоновых значений современных вертикальных деформаций земной коры не вдалеке от площадки строительства плотины [1].

В данной статье представлены основные результаты наклономерных работ, полученных к настоящему времени по сравнительным наблюдениям на разных горизонтах штолен № 185 и 183, отстоящих друг от друга по высоте на 50 м.

Эти две штольни в 1958—1959 гг. были пройдены «Тбилидгидропроект» в разведовательских целях. Проложены они на разных горизонтах почти в одной вертикальной плоскости в слабодоломитизированных известняках. По всей длине штолен встречаются трещины выветривания, напластования берегового отпора и тектонические. Обе штольни в конечной своей части пересекают правобережный разлом, хорошо выраженный плоскостями скольжения и заполненный сильнодробленными известняками. Ширина разлома здесь 6—10 м. Штольни были приспособлены к наклономерным наблюдениям: камеры для установки приборов отделялись от регистрационной двумя термоизоляционными перегородками с дверьми, приборы помещались на специально изготовленных тешенитовых монолитных плитах размерами $1,0 \times 0,7 \times 0,3$ м³, надежно скрепленных с коренными породами цементным раствором.

В штольне № 185 постаменты № I и IV, а позже V были установлены на разделенных разломом основных блоках, а № II и III, по нашему предположению, — на плоскостях скольжения; в штольне № 183 постаменты были установлены только на основных блоках № I и II (рис. 2).

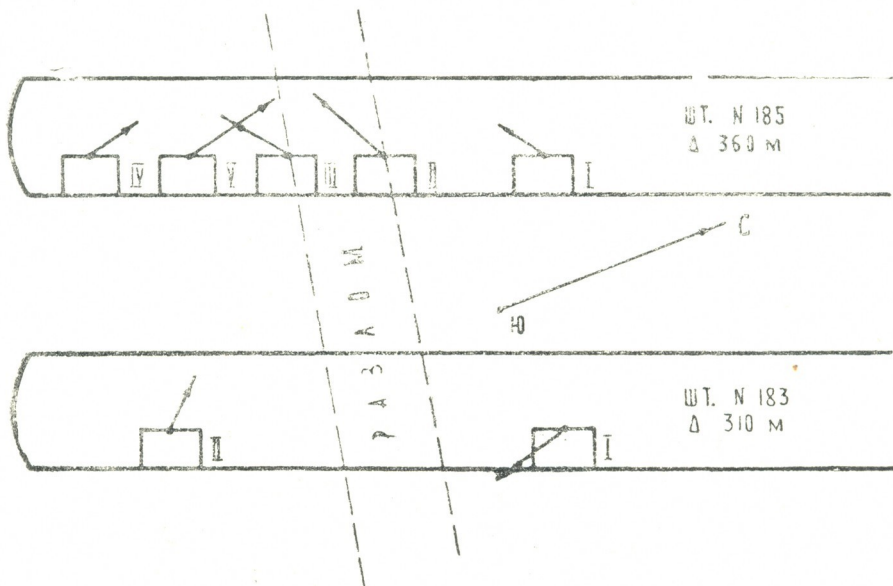


Рис. 2

На каждом постаменте наклоны земной коры фиксировались установленными на них приборами в направлениях В—З и С—Ю. В процессе наблюдений для уверенного определения наклонов приборы дублировались, а также менялись местами и направлением маятников. Чувствительность наклономеров регулировалась в зависимости от фона помех и варьировалась между 800 и 300 мм/сек дуги. Благодаря глубокому залеганию этих штолен от дневной поверхности и термоизо-



лирующим перегородкам, в камерах обеспечивалось постоянство температуры с точностью до нескольких единиц миллиградусов, что контролировалось термографом сопротивления.

Путем непрерывных круглосуточных наблюдений для каждого пункта были выведены суточные, месячные и годовые наклоны, на основании которых были вычислены смещение одного края постамента или борта разлома относительно другого, а также величины локальных деформаций как отношение годового смещения на длину постамента. Результаты всех этих определений сведены в таблицу. Для наглядности на рис. 2 представлены разрезы штолен, расположение пунктов наблюдений в них, величина и направление результирующих векторов наклона.

Наименование	Величина наклона (сек дуги в год)	Величина вектора (сек дуги в год)	Азимут вектора (град)	Смещение (мкм в год)	Деформация
Штольня № 185					
Постамент № 12 (В—З)	—1,5*	1,8±0,19	230 (ЮЗ)	9,0	9·10 ⁻⁶
I № 13 (С—Ю)	—1,0				
Постамент № 34 (В—З)	—4,2	4,7±0,19	240 (ЮЗ)	23,5	24·10 ⁻⁶
II № 65 (С—Ю)	—2,2				
Постамент № 41 (В—З)	—2,5	3,4±0,16	230 (ЮЗ)	17,0	17·10 ⁻⁶
III № 42 (С—Ю)	—2,3				
Постамент № 8 (В—З)	—0,5	2,7±0,06	345 (СЗ)	13,5	14·10 ⁻⁶
IV № 14 (С—Ю)	+4,5				
№ 107 (С—Ю)	+0,7				
Постамент № 101 (В—З)	—1,3	5,1±0,10	345 (СЗ)	25,5	26·10 ⁻⁶
V № 14 (С—Ю)	+5,0				ср. 18·10 ⁻⁶
Штольня № 183					
Постамент № 34 (В—З)	+1,3	4,9±0,03	170 (ЮВ)	24,5	24·10 ⁻⁶
I № 65 (С—Ю)	—4,8				
Постамент № 41 (В—З)	—2,0	2,6±0,16	310 (СЗ)	13,0	13·10 ⁻⁶
II № 42 (С—Ю)	+1,7				ср. 18·10 ⁻⁶

* Знак + означает наклон к В для составляющего направления В—З и С для составляющего направления С—Ю, а знак — соответствует противоположным направлениям.

Из рассмотрения таблицы и графиков можно заключить, что результаты наклономерных наблюдений в обеих штольнях хорошо согласуются между собой; величины годовых наклонов по всей площади наблюдений малы, меняются от места к месту и не превышают 5 угловых секунд в год. Однако нельзя не обратить внимание на направления векторов, которые показывают, что внутренний борт за разломом имеет наклон на С—З по азимуту 310 ÷ 345°, а передний борт (со стороны устья штольни у ущелья) на Ю—З по азимуту 170 ÷ 240°, т. е. борты как бы сжимают разлом. С другой стороны, величины относительного смещения бортов разлома в настоящее время не превышают 10—15 мкм, и если исходить из представлений австрийского гидрогеолога С тини [2], интуитивно принимавшего за критическую скорость тектонической ползучести величину в 100 мкм/год, то можно сде-



лать вывод, что современные деформации в исследуемом правобережье массива в несколько раз меньше тех, которые можно было бы считать опасными для плотины. Однако при определении допускаемой деформации пород нельзя забывать о масштабах данной плотины и геологических условиях места ее построения.

Следует также указать на резкое изменение хода наклонов во время сильных ливневых дождей (осадки > 100 мм). В этих случаях аномальные наклоны нередко достигают 500—1000 мсек и остаточные деформации не позволяют приборам возвратиться в первоначальное положение. Резкое изменение величины и направления вектора наклона в этих случаях говорит о податливости исследуемого массива к внешним воздействиям, что должно учитываться при оценке его устойчивости в процессе и после заполнения водохранилища, поскольку неизвестно, как себя поведут борты ущелья на месте заложения арочной плотины.

Представленные здесь данные требуют привлечения других видов наблюдений, в частности с помощью экстензометрических и гидростатических наклономеров большой базы систем, для получения дополнительных сведений о движении земной коры в исследуемом районе.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило 6.4.73)

გეოფიზიკა

ბ. ბალავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ვ. აბაშიძე

ენგურჰესის კაშხლის მშენებლობის რაიონში დედამიწის
ქერქის თანამედროვე ტექტონიკურ მოძრაობათა გამოკვლევა
დახრისმზომებით

რეზიუმე

შრომში მოცემულია ენგურჰესის კაშხლის მშენებლობის რაიონში მდ. ენგურის მარჯვენა ნაპირზე გამავალი რღვევის ზოლში დედამიწის ქერქის დიფერენცირებულ მოძრაობათა კვლევის შედეგი. ამჟამად გამოვლენილ მოძრაობათა სიდიდე მცირეა, მაგრამ ანგარიშგასაწევი ის ფაქტი, რომ დახრის ვექტორებს დედამიწის ქერქის ცალკეულ უბნებზე ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება აქვს (ნახ. 2).

GEOPHYSICS

B. K. BALAVADZE, V. G. ABASHIDZE
TILTMETER INVESTIGATION OF RECENT TECTONIC CRUSTAL
MOVEMENTS IN THE REGION OF THE DAM CONSTRUCTION
OF THE INGURI HYDROELECTRIC PLANT

Summary

The results of tiltmeter investigation conducted with a view to studying the differential tectonic movements in the zone of the right-bank fault in the region of the dam construction of the Inguri Hydroelectric Plant are presented. The determined values of tectonic movements are small, but the tilt vectors have opposite directions on separate blocks. The observations are in progress.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. К. Балавадзе, В. Г. Абашидзе. Сообщения АН ГССР, 52, 1, 1968.
2. J. Stini. Geologie und Bauwesen, Jarg. 20, Heft 3 und Jarg. 23, Heft 1. Wien, 1957.

Г. М. ХОЧОЛАВА, Н. Н. МЕБАГИШВИЛИ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОНОВ В F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 20.6.1973)

Нами предпринята попытка определения эффективного коэффициента потерь электронов β в F-области ионосферы из ночных $N(h)$ -профилей с использованием уравнения баланса ионизации при учете всех членов, кроме члена электромагнитного дрейфа, несущественного для средних широт:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -\beta'N - (\omega_T + \omega_D) \frac{\partial N}{\partial h} - N \frac{\partial}{\partial h} (\omega_T + \omega_D), \quad (1)$$

где ω_D и ω_T — величины вертикальных скоростей амбиполярной диффузии и дрейфа, обусловленного горизонтальным ветром нейтральной атмосферы соответственно.

Значения N , $\frac{\partial N}{\partial t}$ и $\frac{\partial N}{\partial h}$ для каждого момента времени и на фиксированных высотах определялись из $N(h)$ -профилей, скорость вертикального дрейфа плазмы ω_T , обусловленного горизонтальным ветром нейтральной атмосферы, а также ее высотный градиент $\frac{\partial \omega_T}{\partial h}$ — аналогично Дж. Гейслеру [1] с использованием модели Яккия-71, вертикальная скорость амбиполярной диффузии ω_D и ее высотный градиент — по формуле [2]

$$\omega_D = -D \left(\frac{1}{N} \frac{\partial N}{\partial h} + \frac{1}{H_i} \right) \sin^2 J,$$

где D — коэффициент амбиполярной диффузии, определяемый из графика, построенного по данным Далгарно [3]; H_i — шкала высот ионизированной составляющей атмосферы, равная $2,5 H_m$ [2] (H_m — шкала высот нейтральной атмосферы, определяемая из модели Яккия); J — магнитное наклонение.

Для расчета β' были использованы ночные $N(h)$ -профили по данным станций Вашингтон (1957—1958 гг.) и Москва (1964 г.). Из имеющихся $N(h)$ -профилей отбирались такие последовательные ночные часы, во время которых наблюдался монотонный спад электронной концентрации во времени на всех высотах F-области ионосферы. Таких случаев оказалось всего 66.

$$\beta' = 6,78 \cdot 10^{-4} \exp\left(\frac{300-h}{54}\right) \quad (\text{Вашингтон, } K_p=6).$$

Сравнение полученных формул с аналогичными соотношениями, выведенными другими авторами [4, 5], показывает достаточно хорошее согласие с той разницей, что коэффициент β'_0 перед экспонентой в нашем случае несколько выше; различие наблюдается также в значениях величины H_β (шкала высот для β). По нашему мнению, это различие обусловлено тем, что в наших расчетах учитывались процессы переноса плазмы, столь существенные для верхней части F-области ионосферы.

С целью уточнения этого вопроса нами проведено сравнение эффективных коэффициентов потерь, рассчитанных с учетом (β') и без учета (β) процессов переноса. Оказалось, что в среднем коэффициенты потерь β' примерно в 2 раза больше значений коэффициентов β .

На графике фиг. 2 расхождение между кривыми зависимости β' от высоты, рассчитанными для двух случаев с $K_p=2$ и $K_p=6$, уменьшается и на расстоянии порядка 100 км ниже максимума F-области они сливаются. Это указывает на то, что на этих высотах и ниже β' не должно зависеть от K_p . Выше этого уровня β' зависит от K_p -индекса, и эта зависимость увеличивается с ростом высоты за счет роста величин скоростей переноса с повышением уровня геомагнитной активности. На этот факт указывают также наши расчеты изменения величин скоростей переноса в зависимости от K_p -индекса — скорости возрастают примерно в 2 раза при изменении трехчасового K_p -индекса от 2 до 6.

Согласно анализу, учет процессов переноса сильно влияет на значения величины коэффициента потерь. Здесь очень важно оценить роль основных конкурирующих с рекомбинацией процессов, а именно дрейфа, обусловленного градиентами температуры и амбиполярной диффузии.

Так как в уравнении (1) дрейфовый член входит со знаком минус, а диффузионный член — с плюсом, то ясно, что они будут компенсировать друг друга при $\omega_T = \omega_D$; в этом случае $\beta' = \beta$ и членами переноса можно пренебречь.

Если процессы переноса значительны и $\omega_T > \omega_D$ более чем в 2 раза, то в таком случае наши расчеты дают отрицательные значения β' , указывающие на факт преобладания процессов переноса над рекомбинацией, и существенную роль при этом играет дрейф плазмы, обусловленный градиентом температуры нейтральной атмосферы.

Здесь необходимо отметить, что предложенная методика имеет некоторое преимущество перед методами расчета β с помощью формул $\beta = \alpha[M^+]$ и $\beta = \gamma[M]$. Дело в том, что до сих пор нет единого мнения о характере зависимости α и γ от температуры; кроме того, для первой формулы необходимо иметь ракетные данные по ионному составу верхней атмосферы.

ბ. სოჭოლავა, ნ. მებაღიშვილი

იონოსფეროს F-ფენაში ელექტრონების კარგვის კოეფიციენტის
 ბანსაზღვრის შესახებ

რეზიუმე

შრომა ეხება იონოსფეროს F-ფენაში ელექტრონების კარგვის ეფექტური კოეფიციენტის β' -ს განსაზღვრას იონიზაციის ბალანსის განტოლებიდან $N(h)$ -პროფილების გამოყენებით. მიღებულია β' -კოეფიციენტის პლანეტარულ Kp -ინდექსზე დამოკიდებულების ფორმულა და მისი სიმაღლის მიხედვით განაწილება — $\beta'(h)$.

GEOPHYSICS

G. M. KHOCHOLAVA, N. N. MEBAGISHVILI

ON THE ESTIMATION OF THE LCSS COEFFICIENT IN THE F-
 REGION OF THE IONOSPHERE

Summary

The results of the loss coefficient β' estimation in the F-region are cited from the balance equation of ionization in the nocturnal conditions using $N(h)$ profiles. The tendency of β' to increase with the growth of the geomagnetic activity level has been observed. The height distribution $\beta'(h)$ having the exponential character of change has been derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Гейслер. Сб. «Ветер в ионосфере». М., 1969, 29.
2. В. М. Поляков, Л. А. Щепкин, Э. С. Казимировский, В. Д. Кокоуров. Ионосферные процессы. Новосибирск, 1968.
3. A. Dalgarno. J. Atm. Terr. Phys., 1964, 26, 239.
4. Т. П. Куинн, Дж. С. Нисбет. Сб. «Диффузия в слое F». М., 1968, 74.
5. T. E. Van Zandt, R. B. Norton, G. H. Stonehoker. J. Geophys. Res., 1960, 65, 2003.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Л. М. ЧАНТУРИЯ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА

ОКСАЛАТНЫЕ СМЕШАННЫЕ 1,2-ПРОПИЛЕНДИАМИНОВЫЕ
КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НИКЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 16.4.1973)

1,2-Пропилендиамин (Pn), как и этилендиамин (En), может координировать с металлом как бидентатный циклический лиганд, как мостиковый лиганд и лишь редко как монодентатный лиганд [1].

В отличие от En, в 1,2-пропилендиамине вторая аминогруппа имеет ослабленные координирующие свойства, вызванные стерическим затруднением [2] (так как при атоме углерода водород замещен метильной группой). И видимо, монодентатная функция для Pn более характерна, чем для En, хотя в большинстве координационных соединений 1,2-пропилендиамин выступает в роли бидентатного лиганда [3—8].

В соединениях NiEn₂ XY [9] было обнаружено многообразие в строении комплексов; подобное разнообразие в строении можно ожидать и в NiPn₂ XY, где X, Y — разные кислотные адденды.

В литературе не имеется данных о смешанных 1,2-пропилендиаминных комплексных соединениях никеля. Нами сделана попытка синтезировать комплексы никеля типа NiPn₂X·0,5 C₂O₄, где X = Cl', Br', I', ClO₄', NO₃', NCS, для изучения сравнительной стереохимии пропилендиаминных комплексов, в частности для изучения взаимного влияния ацидолигандов, конформации пятичленных 1,2-пропилендиаминных металлоциклов и конфигурации комплекса в целом.

Смешанные оксалатные пропилендиаминные соединения Ni(II) мы получали по реакции



Оксалат никеля NiC₂O₄·2H₂O растворяли в воде при нагревании с эквимолекулярным количеством 10% Pn. Соответствующие водные растворы NiPn₂X₂ добавляли по каплям в течение 15 часов, непрерывно перемешивая, при нагревании до 70°C. Горячий темно-синий раствор фильтровали и оставляли для кристаллизации на воздухе. Через несколько дней выпадали кристаллы, которые отделяли от маточного раствора, промывали этиловым спиртом и высушивали.

Для установления состава синтезированных веществ нами проведены элементарные химические анализы.

1. Соединение состава NiPn₂OI · 0,5 C₂O₄ · 1,5 H₂O — фиолетовые монокристаллы.

Найдено, %: Ni 18,62; C 26,28; H 7,70; Cl 11,06;
18,57; 26,28; 7,83; 11,05.

Вычислено, %: Ni 18,74; C 26,83; H 7,34; Cl 11, 1.

2. Соединение NiPn₂Br · 0,5 C₂O₄ · 1,5 H₂O — фиолетовые монокристаллы.



Найдено, %: Ni 16,10; C 22,90; H 6,65; Br 21,31;
16,22; 22,80; 6,58; 21,64;

Вычислено, %: Ni 16,41; C 23,49; H 6,56; Br 21,79.

3. Соединение $\text{NiPn}_2\text{I} \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — темно-фиолетовые кристаллы полисинтетических двойников.

Найдено, %: Ni 14,69; C 20,77; H 5,12;
14,47; 20,55; 5,29.

Вычислено, %: Ni 14,70; C 21,23; H 5,56.

4. Соединение $\text{NiPn}_2\text{CS} \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4$ — фиолетовые монокристаллы.

Найдено, %: Ni 18,84; C 30,53; H 6,12; S 10,10;
19,01; 30,45; 6,11; 9,94;

Вычислено, %: Ni 19,01; C 31,09; H 6,45; S 10,36.

5. Соединение $\text{NiPn}_2\text{NO}_3 \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4$ — полисинтетические двойники фиолетового цвета.

Найдено, %: Ni 18,59; C 26,66; H 6,80;
18,71; 26,46; 6,70;

Вычислено, %: Ni 18,77; C 26,87; H 6,39.

6. Соединение $\text{NiPn}_2\text{ClO}_4 \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4$ — мелкоагрегатные волокнистые кристаллы темно-фиолетового цвета.

Найдено, %: Ni 16,49; C 23,33; H 5,63;
16,61; 23,55; 5,58.

Вычислено, %: Ni 16,76; C 23,98; H 5,71.

Индивидуальность полученных комплексов установлена с помощью кристаллооптических измерений

Таблица 1

Соединение	Плотность d_{20} , г, см ³	Показатели преломления		
		n_p	n_m	n_g
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4\text{Cl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	1,470	1,518	1,529	1,541
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4\text{Br}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	1,630	1,531	1,553	1,569
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4\text{I}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,656	1,551	1,592	1,632
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4(\text{NCS})_2$	1,457	1,549	1,567	1,584
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4(\text{NO}_3)_2$	1,510	1,499	1,504	1,509
$\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4(\text{ClO}_4)_2$	1,589	1,501	1,514	1,526

Все вышеописанные соединения плохо растворяются в воде, метиловом и этиловом спиртах, не растворяются в эфире, бензоле, толуоле, ацетоне, диоксане.

Результаты элементарного анализа подтверждают предполагаемый стехиометрический состав смешанных оксалатных комплексов никеля $\text{NiPn}_2\text{X} \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4$.

Рентгеноструктурные данные комплексов $\text{NiPn}_2\text{X} \cdot 0,5 \text{C}_2\text{O}_4$ [10] показывают, что кристаллы построены из димерных катионов $[\text{Pn}_2\text{NiC}_2\text{O}_4\text{NiPn}_2]^{2+}$ и анионов X⁻. Предполагая, что и в 1,2-пропилендиаминовых комплексах оксалатный ион выступает в роли тетраденатного лиганда, структурную формулу можно представить в виде $[\text{Pn}_2\text{NiC}_2\text{O}_4\text{NiPn}_2] \text{X}_2$. Учитывая устойчивость комплексного катиона, можно



предположить, что в растворе сохраняются двудерные сложные катионы. Молекулярная электропроводность должна соответствовать трем ионам [11]. Результаты измерения электропроводности (табл. 2)

Таблица 2

Соединение	$M \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ $\nu = 1000$
$[\text{Ni}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{Pn}_4]\text{Cl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	275
$[\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4]\text{Br}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	303
$[\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4] \text{I}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	238
$[\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4] (\text{NCS})_2$	300
$[\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4] (\text{NO}_3)_2$	286
$[\text{Ni}_2\text{Pn}_4\text{C}_2\text{O}_4] (\text{ClO}_4)_2$	268

показывают, что 1,2-пропилендиаминовые оксалатные комплексы действительно распадаются на три иона по схеме



С большой вероятностью можно утверждать, что, так как в растворе содержатся сложные двудерные катионы $[\text{Pn}_2\text{NiC}_2\text{O}_4\text{NiPn}_2]^{2+}$, оксалатные комплексы никеля имеют предложенную выше структурную формулу:

$[\text{Pn}_2\text{NiC}_2\text{O}_4\text{NiPn}_2] \text{X}_2$, где $\text{X} = \text{Cl}', \text{Br}', \text{NCS}', \text{I}', \text{NO}_3$ и ClO_4 и кристаллы ионные.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 20.4.1973)

ზოგადი და სპეციალური მითითებები

ა. შვილაშვილი, ლ. ხანტუჩია, ნ. ფირცხალავა

ნიკელის შერეული ოქსალატოკომპლექსები
პროპილენდიამინთან

რ ე ზ ი მ ე

მიღებულია ნიკელის ახალი შერეული ოქსალატოკომპლექსები პროპილენდიამინთან: $\text{NiPn}_2\text{Cl} \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$; $\text{NiPn}_2\text{Br} \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$; $\text{NiPn}_2\text{I} \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{NiPn}_2\text{NO}_3 \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{NiPn}_2\text{NCS} \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{NiPn}_2\text{ClO}_4 \cdot 0,5\text{C}_2\text{O}_4$.

კრისტალოგრაფიული და რენტგენოგრაფიული მონაცემებით დადგენილია მიღებული კომპლექსების ინდივიდუალობა.

ეთილენდიამინიანი ნაერთებთან მსგავსებისა და ელგამტარობის საფუძველზე დადგენილია სინთეზირებული კომპლექსების საერთო სტრუქტურული ფორმულა $[\text{Pn}_2\text{NiC}_2\text{O}_4\text{NiPn}_2]\text{X}_2$, სადაც $\text{X} = \text{Cl}', \text{Br}', \text{I}', \text{NO}_3', \text{NCS}', \text{ClO}_4'$.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (чл.-кор. АН ГССР), К. Г. ГОДЕРДЗИШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ НЕФТЕЙ
 МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРУЗИИ

Целью проведенного исследования являлось изучение минеральной части основных нефтеносных месторождений Грузии с применением разработанного нами фотохимического способа выделения зольных элементов нефти [1, 2]. Одновременно изучались золаобразующие элементы, выделенные из нефтей принятым способом — непосредственным сжиганием исследуемых образцов нефти. Такое сравнительное исследование зольных элементов, выделенных вышеуказанными способами, дало нам возможность показать главные преимущества фотохимического способа на большом числе образцов нефтей различной природы и различных месторождений Грузии. Следует также отметить то положение, что систематическое исследование минеральной части нефтей Грузии до нас не проводилось и поэтому наши исследования являются первой попыткой в этом направлении.

Образцы нефти были отобраны из восьми основных нефтеносных месторождений Грузии: Мирзаани, Тарибани, Супса, Норрио, Сацхениси, Чаладиди, Шуагора и Ильдокани.

Таблица 1

Месторождение	% скв.	Выход золы, % по нефти, опр. фотохим. сп.	Выход золы, % по нефти, опр. сп. сжиг.	d ₄ ²⁰	S %
Мирзаани	109	0,0095	0,0088	0,8755	0,20
	17	0,0352	0,0335	0,8993	0,40
	73	0,0547	0,0481	0,9184	0,49
Тарибани	22	0,0135	0,0098	0,8386	0,24
	18	0,0382	0,0256	0,8580	0,24
	33	0,0276	0,0170	0,9269	0,30
Супса	32	0,0411	0,0353	0,9270	0,41
	45	0,0430	0,0388	0,9250	0,32
	Норрио	31	0,0196	0,0118	0,8924
Сацхениси	57	0,0299	0,0175	0,9251	0,32
	61	0,0170	0,0097	0,8952	0,25
	4	0,0019	0,0007	0,8361	0,10
Чаладиди зап.	3	0,0017	0,0005	0,8384	0,10
	18	0,0165	0,0140	0,8450	0,11
	14	0,0650	0,0478	0,8940	0,35
зап.	7	0,1032	0,0623	0,9215	0,45
зап.	9	0,0265	0,0201	0,8830	0,45
вост.	13	0,0328	0,0209	0,8770	0,49
зап.	3	0,0537	0,0490	0,9210	0,40
Шуагора	1	0,0058	0,0012	0,8788	0,20
Ильдокани	15	0,0022	0,0009	0,8311	0,34
	31	0,0094	0,0060	0,8354	0,34

Некоторые физико-химические данные исследуемых нефтей приведены в табл. 1. Удельный вес изученных нефтей варьирует в пределах 0,8354—0,9270, ρ_4^{20} , с. 71, № 3, 1973

Таблица 2

Результаты количественного спектрального анализа зольных остатков продуктов фотоллиза

Месторождение	№ скв	Содержание элементов в золе, %													
		Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Be 10 ⁻⁴	Zn	Sr	Mo	Sn	Ba	Pb
Мирзаант	109	0,15	0,25	0,025	0,43	0,11	1,5	0,4	8	0,4	0,04	0,008	0,035	0,2	0,04
	17	0,10	0,23	0,025	0,29	0,07	1	0,18	2,2	0,4	0,1	0,003	0,01	0,08	0,03
	73	0,20	0,27	0,09	0,23	0,05	2,2	0,27	3,2	0,1	0,12	0,009	0,01	0,9	0,01
Тарибаш	22	0,25	0,2	0,1	0,15	0,18	3	0,8	5	0,6	0,11	0,005	0,12	0,25	0,12
	18	0,16	0,14	0,03	0,18	0,07	3	0,22	1,6	0,23	0,18	0,003	0,02	0,16	0,027
Супса	33	0,20	0,3	0,03	0,16	0,1	2	0,18	сл.	0,14	0,25	0,0021	0,014	1,3	0,027
	32	0,16	0,47	0,15	0,10	0,13	1	0,07	7	0,3	0,05	0,005	0,09	0,22	0,3
	45	0,07	0,14	0,008	0,10	0,12	0,9	0,08	4	0,05	0,22	0,0015	0,004	0,3	0,25
Норио	31	0,25	0,20	0,1	0,15	0,032	0,4	0,14	сл.	0,4	>1	0,005	0,008	>1	0,015
	57	0,22	0,40	0,024	0,15	0,035	1	0,14	сл.	0,3	>1	0,007	0,003	>1	0,02
	61	0,23	0,71	0,027	0,24	0,035	2	0,16	сл.	0,3	0,4	0,005	0,017	0,3	0,025
Сацхенста	4	0,25	0,17	0,028	0,21	0,01	0,5	0,3	сл.	0,6	0,11	0,0035	0,03	0,2	0,05
	3	0,22	0,2	0,08	0,14	0,01	0,6	0,2	сл.	0,6	0,08	0,0035	0,02	0,28	0,08
	18	0,07	0,03	0,04	0,10	0,04	0,15	0,3	1,3	—	0,08	0,002	0,09	0,12	0,1
Чалადиди зап. зап. вост.	4	0,03	0,09	0,003	0,025	0,08	0,35	0,008	—	0,03	—	—	сл.	0,01	—
	7	0,09	0,04	0,02	0,12	0,025	0,8	0,25	—	0,013	>1	—	0,035	0,075	0,025
	13	0,28	1,2	0,025	0,14	0,3	5	0,20	сл.	0,48	0,12	сл.	0,3	0,08	0,1
Шуагора Ильдокани	3	0,16	0,39	0,03	0,1	0,3	1	0,08	сл.	0,5	0,45	сл.	0,01	0,018	—
	1	0,15	0,16	0,027	0,17	0,07	1	0,25	—	0,7	0,04	0,0015	0,03	0,3	0,25
Ильдокани	15	0,2	0,05	0,02	0,18	0,25	0,5	0,9	—	0,5	0,04	0,01	0,13	0,13	0,08
	31	0,18	0,23	0,04	0,17	0,05	1	0,09	сл.	0,3	0,035	0,0055	0,03	0,13	0,17



лах 0,8311—0,9270; зольность, определенная фотохимическим способом, колеблется от 0,0017 до 0,1032%, а непосредственным сжиганием нефти — от 0,0007 до 0,0623%, содержание серы составляет 0,1 до 0,49%. Характерно, что не наблюдается закономерного изменения зольности от удельного веса изученных нефтей.

Зольные соединения получались фотохимическим способом в следующих условиях. Пробы нефтей промывались дистиллированной водой от водорастворимых солей до полного удаления хлор-иона, после отстаивания и нагревания нефти на водяной бане до 80—100°C. Полученные образцы нефти облучались суммарным светом ртутно-кварцевой лампы СВД-120 на воздухе в течение 7 часов. Продукты фотолиза осаждались и промывались петролейным эфиром. Продукты фотолиза озонялись при 550—600°C.

Некоторые образцы нефти подвергались озонению обычным способом сжигания для сопоставления с данными фотохимического способа.

Количественное определение элементов в полученных зольных остатках проводилось методом количественного спектрального анализа. Спектры снимались на кварцевом спектрографе ИСП-22. Количественное определение проводилось методом сравнения с эталонами (табл. 2).

В изученных нефтях присутствуют элементы, как породообразующие обычно — Si, Al, Mg, Na, Fe, концентрация которых выше 1%, так и более редкие и мало распространенные в осадочных породах.

Элементы семейства железа — Fe, Ni, V, Mn, Ti, а также Cu, Zp, Ba, Sr в изученных нефтях являются основными компонентами нефтяных зол и занимают доминирующее положение среди других элементов.

Как видно из табл. 2, количественное содержание никеля преобладает над ванадием, для изученных нефтей справедливо неравенство $Ni > V$.

В изученных нефтях идентифицированные элементы семейства железа по среднему содержанию можно расположить в ряды $Fe > Ni > V > Cu > Ti > Mn > Co > Cr$ для нефтей Мирзаани, Тарибани, Супса, Норю и Сацхениси и $Fe > Ni > Cu > V > Ti > Mn > Co > Cr$ для нефтей Чаладиди, Шуагора и Ильдокани.

По содержанию ванадия и серы изученные нефти можно отнести к группе малованадиевых-малосернистых нефтей.

Количественным спектральным анализом зольных остатков изученных нефтей установлено, что в золе продуктов фотолиза, по сравнению с золой, полученной сжиганием нефти, всегда обнаруживается повышенное содержание определяемых элементов и наличие некоторых элементов, которые не охватываются анализом из-за потери во время сжигания.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и органической
химии

(Поступило 12.4.1973)

ლ. მელიკაძე (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორ.), ძ. გოდერძიშვილი

მინერალური ნაწილის შემწავლა საქართველოს ნავთობებში

რეზიუმე

საქართველოს ნავთობებიდან ფოტოქიმიური მეთოდით გამოყოფილია ფოტოლიზის პროდუქტები, რომელთა ნაცრებში სპექტრალური ანალიზით რაოდენობრივად განსაზღვრულია 18 ელემენტი.

ORGANIC CHEMISTRY

L. D. MELIKADZE, K. G. GODERDZISHVILI

A STUDY OF THE MINERAL PART OF GEORGIAN CRUDE OILS

Summary

Photolytes have been isolated from Georgian crude oils by the photochemical method and 18 elements determined by spectral analysis of the ash of these products.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзিশвили. Авт. свид. СССР № 246764. Открытия, изобр., пром. образцы, тов. знаки, 21, 76, 1969.
2. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзিশвили. Нефтехимия, т. XI, 3, 450, 1971.

Ш. И. ОНИАНИ, М. В. НОНИКАШВИЛИ

ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ТКИБУЛЬСКИХ УГЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Д. Меликадзе 26.3.1973)

Интенсивность тепловыделения при низкотемпературном окислении углей является одним из важнейших факторов, который обуславливает самонагревание угля в угольном скоплении. В подземных условиях, при затрудненной теплоотдаче в окружающее пространство, такое теплонакопление часто сопровождается самовозгоранием угля.

Определение экзотермического эффекта окислительных процессов углей при низкотемпературном окислении — задача нелегкая, так как реакция протекает медленно и при этом в единицу времени выделяется незначительное количество тепла.

В основу данной работы была положена теоретическая точка зрения В. И. Забавина о процессе низкотемпературного окисления углей [1]. По этой теории тепловыделение при низкотемпературном окислении обуславливается за счет следующих химических превращений: 1) присоединения кислорода к угольному веществу с образованием фенольных гидроксидов; 2) присоединения кислорода к углероду и водороду с образованием воды и углекислого газа, отщепляющихся после окисления.

Для этих реакций тепловые эффекты соответствуют следующим величинам:



Исследования экзотермического эффекта низкотемпературного окисления ткибульских углей проводилось на установке, сконструированной сотрудниками ИГИ [1]. Для испытания бралась навеска угля в количестве 20 г; опыты выполнялись при температуре 50°C; воздух для окисления навески угля пропускаться через установку со скоростью 2 л в час; продолжительность опыта равнялась 4 часам.

Количество тепла, выделившегося при окислении 1 г угля, рассчитывалось по формуле

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (4)$$

где Q_1 — количество тепла, выделившегося в результате присоединения кислорода к углю по реакции (1), кал/г; Q_2 — количество тепла, выделившегося в результате присоединения кислорода к углероду по реакции (2), кал/г; Q_3 — количество тепла, выделившегося в результате присоединения кислорода к водороду по реакции (3), кал/г.



Результаты исследования экзотермического эффекта приведены в таблице. В таблицу сведены также результаты технического анализа и определения химической активности (константы скорости сорбции кислорода) испытуемых образцов.

Технический анализ, химическая активность и экзотермический эффект окислительных процессов ткибульских углей

№ проб	Характеристика проб	Технический анализ, %		Константа скорости сорбции U_{30} мл. г. час	Экзотермический эффект, кал/г			Удельное тепловыделение, кал/мл		
		Ac	Угор		по реакциям			суммарный Q	Q'	Qгор
					$RCH + \frac{1}{2}O_2 = RCOH$	$C + O_2 = CO_2$	$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$			
1	Полублестящий кларено-дюреновый уголь	16,90	32,81	0,0830	2,68	0,64	10,50	13,82	2,57	3,09
2	Блестящий клареновый уголь	9,82	39,00	0,0993	0,58	0,34	5,83	6,75	3,85	4,27
3	Полублестящий кларено-дюреновый смоляной уголь	15,51	43,00	0,0655	—	1,30	9,83	11,13	5,08	6,00
4	Углистый сланец с включением витрепа	19,52	43,18	0,0503	—	0,54	94,52	95,46	5,33	6,61
5	Липтобиолит	30,88	44,36	0,0385	—	0,32	15,23	15,58	5,26	7,52

Из полученных данных следует, что основное количество тепла при низкотемпературном окислении угольных образцов выделяется за счет реакции образования воды (3). При образовании углекислого газа по реакции (2) выделяется незначительное количество тепла. По реакции образования фенольных гидроксидов (1) тепловыделение очень мало и для большого числа угольных разновидностей равно нулю.

Для шахтных условий интерес представляет определение удельного тепловыделения от окислительных процессов, т. е. количества тепла, выделившегося при расходе 1 мл кислорода на окисление угля. Удельное тепловыделение от окислительных процессов можно подсчитать в том случае, если известно общее количество кислорода, потребное на окисление.

Объемное количество кислорода можно определить по уравнению

$$V = \frac{RP_0[(a + 0,73b + 0,89G)(273 + t)]}{MP}, \quad (5)$$

где R —универсальная газовая постоянная, мм рт. ст., мл/моль, °С; P_0 — нормальное давление, мм рт. ст.; a —изменение веса угольной навески после опыта, г; b —количество углекислого газа, образующегося в процессе окисления, г; G —количество воды, выделившейся в процессе окисления, г; t —температура газа, °С; M —молекулярный вес газа; P —давление газа, мм рт. ст.



Если отнести суммарное тепловыделение от окисления (Q кал/г) к количеству израсходованного кислорода (V мл), получится количественный показатель удельного тепловыделения:

$$Q' = \frac{Q}{V}, \quad (6)$$

где Q' — удельное тепловыделение, кал/мл.

Исследованные угольные разновидности характеризуются неодинаковым содержанием минеральных примесей, поэтому для окончательной оценки экзотермического эффекта окисления углей удобнее пользоваться удельным тепловыделением низкотемпературного окисления в пересчете на органическую массу ($Q^{ор}$).

Результаты исследования экзотермического эффекта окисления ткибульских углей позволяют сделать следующие выводы.

Удельное тепловыделение низкотемпературного автоокисления для различных углей неодинаково. Оно увеличивается от полублестящих кларено-дюреновых углей (3,09 кал/мл) к липтобиолитовым (7,52 кал/мл) по следующей последовательности: после полублестящих кларено-дюреновых углей идут блестящие клареновые угли, затем полублестящие кларено-дюреновые угли с включениями смолы, углистые сланцы и липтобиолитовые угли.

Высокая сорбционная способность, по данным определения константы скорости сорбции кислорода [2], не всегда сопровождается высоким экзотермическим эффектом низкотемпературного окисления углей. Это еще раз подтверждает мнение о том, что количество выделившегося тепла при окислении углей зависит не столько от количества поглощенного кислорода, сколько от химических превращений, которые претерпевает угольное вещество при окислительных процессах.

С увеличением выхода летучих веществ удельное тепловыделение низкотемпературного автоокисления увеличивается.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 27.4.1973)

ორბანული ძივია

ზ. მონანი, მ. ნონიკაშვილი

ტყიბულის ნახშირების დაბალტემპერატურული ჟანგვის
ეგზოთერმული ეფექტი

რ ე ზ ი უ მ ე

განსახილველია ტყიბულის ნახშირების ცალკეული ტიპებისათვის დაბალ-ტემპერატურული თვითჟანგვის კუთრი სიბრტყის გამოყოფა, რომელიც ორგანულ მასაზე გადათვლით იცვლება 3,09—7,52 კალ/მლ ფარგლებში. ჟანგვის პროცესის რეაქციებიდან სიბრტყის ძირითად რაოდენობას გამოყოფს წყლის წარმოქმნის რეაქცია. აქროლადი ნივთიერების გამოსავლის გადიდებით დაბალტემპერატურული თვითჟანგვის კუთრი სიბრტყის გამოყოფა იზრდება.

Sh. I. ONIANI, M. V. NONIKASHVILI

EXOTHERMIC EFFECT OF LOW-TEMPERATURE OXIDATION
OF TKIBULI COALS

Summary

The specific heat evolution of low-temperature oxidation of separate types of Tkibuli coals has been determined, varying—on conversion to organic mass—from 3.09 to 7.52 cal/cm³. Of the reactions of oxidation process that of water formation releases the main amount of heat. The specific heat evolution of low-temperature autooxidation increases with an increase of the yield of volatile substances.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Забавин. Каменные и бурье угли. М., 1964.
2. Ш. И. Ониани, М. В. Ноникашвили, Р. А. Сарычев. Сб. «Горная электромеханика и шахтная аэрология», II, Тбилиси, 1971.



УДК 541.64:542.954:547.565

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. КОРШАК (член-корреспондент АН СССР), С. В. ВИНОГРАДОВА,
 Р. П. ЦИСКАРИШВИЛИ, Г. Ш. ПАПАВА

СИНТЕЗ ПОЛИАМИДОАРИЛАТОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
 ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ И ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ
 ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИХ СВОЙСТВА.

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 4.5.1973)

Для синтеза полиамидоарилатов с различным строением полимерных цепей нами были проведены исследования в направлении изменения соотношения исходных веществ на примере полиамидоарилатов, полученных поликонденсацией 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден) дифенола (Б), гексаметилендиамина и хлорангидридов в одном случае терефталевой, а в другом себазиновой кислоты (см. табл. 1).

Для определения строения полученных полиамидоарилатов эти полимеры были подвергнуты обработке хлороформом. Как нами ранее было показано [1], растворимые в хлороформе части обогащены сложнымиэфирными, а нерастворимые амидными группами.

Таблица 1

Влияние соотношения исходных компонентов на свойства полиамидоарилатов

№ пп	Соотношение исходных веществ, моли	Выход полимера, %	η _{сп} дл/гр	Кол-во раств. части, %	Кол-во нераств. части, %	Т. размягчения, °С	Содержание азота в неразд. полимере, %		Содержание азота, %	
							выч.	найд.	в раств. части	в нераств. части
1	Т : Б : ГМД	88,1	0,5	89,63	10,5	260—270	1,34	0,93	0,18	7,28
2	1 : 0,8 : 0,2	84,7	0,36	60,7	34,0	265—275	3,04	3,28	0,15	6,98
3	1 : 0,5 : 0,5	90,0	0,62	45,6	54,4	203—210	4,02	4,14	1,68	6,20
4	1 : 0,4 : 0,6	80,8	0,38	40,1	50,7	225—250	5,12	4,81	1,10	8,42
5	1 : 0,2 : 0,8	87,0	0,38	16,4	83,0		7,81	6,76	1,00	7,96

Элементарный анализ (табл. 1) полиамидоарилатов, полученных на основе хлорангидридов в одном случае терефталевой, а в другом себазиновой кислоты, гексаметилендиамина и бисфенола (Б), показывает, что в результате реакции образуются полимеры, близкие по составу к тем, которые должны получаться согласно взятому в реакцию соотношению исходных веществ. Вместе с тем, эти полимеры неоднородны по своему составу, элементарный анализ растворимых и нерастворимых в хлороформе частей полимеров различный.

То обстоятельство, что в растворимых в хлороформе фракциях содержится азот, а в нерастворимых содержание азота меньше, чем должно быть в соответствующих гомополимерах, позволяет заключить, что при совместной низкотемпературной поликонденсации указанных

Эти данные указывают на то, что в выбранных нами условиях проведения реакции гексаметилендиамин сравнительно более активен к хлорангидриду, чем бисфенол.

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

(Поступило 4.5.1973)

ორგანული ქიმია

8. კორშაკი (სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ს. ვინოგრადოვა, რ. ცისკარიშვილი, ბ. პაპავა

პოლიამიდოარილატების სინთეზი დაბალტემპერატურული
 პოლიკონდენსაციით და ზამოსავალ ნივთიერებათა
 თანაფარდობის გავლენა მათ თვისებებზე

რ ე ზ ი მ ე

სინთეზირებულია პოლიამიდოარილატები ტერეფტალის მჟავისა და სებაციის მჟავის ქლორანჰიდრიდების, 4,4' (-ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდანი-5-ილიდენ) დიფენოლის და ჰექსამეთილენდიამინის საფუძველზე დაბალტემპერატურული პოლიკონდენსაციის მეთოდით.

ნაჩვენებია გამოსავალ ნივთიერებათა თანაფარდობის გავლენა პოლიამიდოარიატების თვისებებზე. შესწავლილია დაბალტემპერატურული პოლიკონდენსაციით პოლიამიდოარიატების წარმოქმნის პროცესში სხვადასხვა კომპონენტების შედარებითი რეაქციის უნარიანობა.

ORGANIC CHEMISTRY

V. V. KORSHAK, S. V. VINOGRADOVA, R. P. TSISKARISHVILI,
 G. Sh. PAPAVA

SYNTHESIS OF POLYAMIDOARYLATES BY MEANS OF
 LOW-TEMPERATURE POLYCONDENSATION AND THE
 INFLUENCE OF THE RATIO OF INITIAL SUBSTANCES
 ON THEIR PROPERTIES

Summary

Using the method of low-temperature polycondensation, polyamidoarylates have been synthesized on the basis of acid chlorides of terephthalic and sebacic acids, 4,4-(—hexahydro-4,7-methylene indan-5-ylidene)-diphenol and hexamethylene diamine. The influence of the ratio of initial substances on their properties is shown. Comparative reactivity of different components during the formation of polyamidoarylates has been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Г. Ш. Папавა, Р. П. Цискаришвили. Высокомолек. соед., 14А, 1972, 1699.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. НАНОБАШВИЛИ, Р. Г. ТУШУРАШВИЛИ,
Ж. Ф. ХОМАСУРИДZE.

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАДИОЛИЗА
ГИПОФОСИТА НАТРИЯ МЕТОДОМ ЭПР

(Представлено академиком Р. Н. Агладзе 24.4.1973)

Методом ЭПР изучены первичные продукты гамма-облученных поликристаллов гипофосфита натрия и водных растворов 0,01—8 М NaH_2PO_2 .

Спектр ЭПР парамагнитных центров гамма-облученных дозой ~ 18 Мрад поликристаллов гипофосфита натрия представляет собой дублет дублетов, который можно приписать ион-радикалу HPO_2^- . В центральной части спектра наблюдается триплет с константой сверхтонкого взаимодействия $A_{\text{тр}} \approx 40$ э.

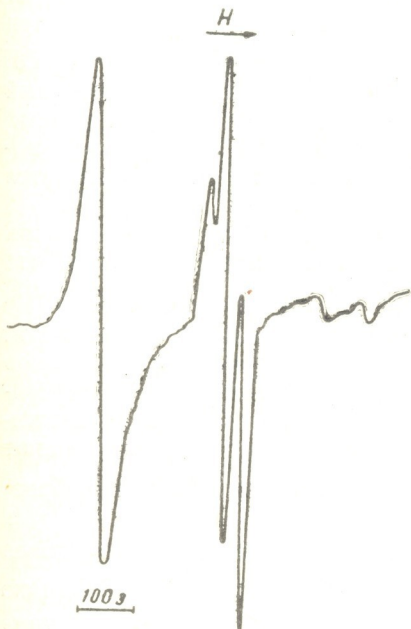


Рис. 1. Спектр ЭПР гамма-облученного 0,1 М раствора NaH_2PO_2 , $D=9$ Мрад

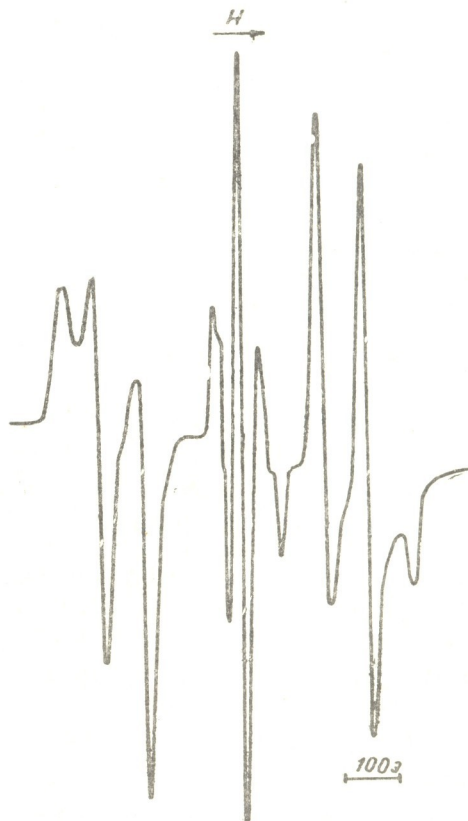


Рис. 2. Спектр ЭПР 8 М раствора NaH_2PO_2 , $D=18$ Мрад



Спектры ЭПР гамма-облученных дозой ~ 1 Мрад $0,01-0,5$ М NaH_2PO_2 в основном представляют собой дублет с небольшой анизотропией g -фактора. Расстояние между компонентами дублета равно ~ 41 э (рис. 1). Согласно литературным данным [1], этот спектр ответствен за существование гидроксильных радикалов OH . Кроме описанного выше дублета, наблюдается также широкий дублет (вторая компонента дублета незаметна из-за наложения бокового эталона) с расстоянием между компонентами ~ 480 э, каждая компонента которого, в свою очередь, расщеплена на дублет с константой ~ 90 э. За этот спектр, представляющий собой дублет дублетов, по-видимому, ответственны парамагнитные центры, возникающие отщеплением атома Н от аниона H_2PO_2^- . Аналогичный спектр был получен в работах [2, 3].

Наблюдаемый спектр был отнесен к ион-радикалам HPO_2^- , в которых неспаренный электрон взаимодействует с фосфором, давая дублет с константой сверхтонкого взаимодействия ~ 480 э, и протоном с константой сверхтонкого взаимодействия ~ 90 э. Идентификация взаимодействия с протоном была подтверждена в работе [3] анализом спектров ЭПР дейтерированных радикалов.

Большое сверхтонкое взаимодействие с протоном обусловлено тем, что связь $\text{P}-\text{H}$ очень слабая, вследствие чего со значительным весом представлена валентная схема $(\text{H}^+ + \text{PO}_2^-)$. Однако спектр

ЭПР радикалов HPO_2^- слабо заметен в случае $0,01-0,5$ М NaH_2PO_2 из-за малой концентрации гипофосфита натрия. Начиная с концентрации гипофосфита натрия 1 М и выше, спектр таких ион-радикалов выражен четко. Кроме того, если для растворов до $0,5$ М NaH_2PO_2 в центральной части наблюдается только спектр радикалов OH , то уже при 1 М растворе на спектр радикала OH накладывается спектр от других парамагнитных центров. Для 4,6 и 8 М NaH_2PO_2 , которые при замораживании образуют прозрачные стекла, спектр радикалов OH полностью отсутствует, вместо него появляется нечетко разрешенный триплет дублетов (рис. 2). Во всех гамма-облученных стеклообразных замороженных растворах наблюдается одиночная линия, которая, по-видимому, относится к захваченным электронам и легко отжигается видимым светом.

Что касается природы парамагнитных центров, ответственных за наблюдаемый триплет дублетов, то, по-видимому, можно считать, что такими парамагнитными центрами являются радикалы H_2PO_2 , образованные отрывом электрона от аниона H_2PO_2^- . В пользу этого говорят данные, полученные размораживанием гамма-облученных образцов 0,1 М раствора гипофосфита натрия в воде. Как показали эксперименты, разогрев гамма-облученного 0,1 М NaH_2PO_2 до 123°K и выдерживание при этой температуре в течение 1 часа полностью превращают спектр радикалов OH в спектр, наблюдаемый в стеклообразных образцах при 77°K .

Таким образом, можно предположить, что в результате разогрева радикалы OH окисляют анион H_2PO_2^- до радикала H_2PO_2 . Однако не исключена возможность окисления аниона H_2PO_2^- до радикала H_2PO_2 в стеклообразных образцах при 77°K взаимодействием с ионами H_2O^+ .

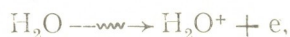
Значение радиационно-химического выхода ПМЦ в водных растворах
 гипофосфита натрия

Исследуемые вещества	Электронная доля NaH_2PO_2	Выход ПМЦ
H_2O	0,6	0,6
0,01 М NaH_2PO_2	—	0,6
0,05 М "	0,01	0,75
0,1 М "	0,02	0,6
0,5 М "	0,05	0,72
1 М "	0,1	4,5
1 М "	0,18	6,0
2,5 М "	0,22	8,0
3 М "	0,25	8,9
3,5 М "	0,29	13,5
4 М "	0,33	16,8
6 М "	0,46	13,2
8 М "	0,55	10,5

Следовательно, анализируя полученные экспериментальные данные, можно сделать заключение, что при низкотемпературном радиолитическом разложении растворов гипофосфита натрия в воде первичными продуктами являются радикалы OH , захваченные электроны, радикалы H_2PO_2 и ион-радикалы HPO_2^- . Кроме того, в кислой среде был зафиксирован спектр атомов H , представляющий собой, как известно, дублет с расщеплением ~ 500 э.

Как видно из таблицы, значение радиационно-химических выходов для растворов от 0,01 до 1 М NaH_2PO_2 примерно одинаково и равно $\sim 0,7$ 1/100 эв. С ростом концентрации значение радиационно-химического выхода растет, достигая максимального значения $G_{(R)} = 16,8$ 1/100 эв в 4 М NaH_2PO_2 . Если в первом приближении считать, что все радикалы образуются за счет взаимодействия продуктов разложения воды и принять для 4М раствора NaH_2PO_2 электронную долю воды равной $\sim 0,7$, легко подсчитать, что выход радикалов, образующихся из воды, равен ~ 24 1/100 эв. Следовательно, выход разложения воды $G_{(-\text{H}_2\text{O})} = 12$ молек/100 эв. Однако, несмотря на столь хорошее совпадение полученного значения с литературными данными [4], трудно себе представить отсутствие прямого действия излучения на гипофосфит натрия, хотя эту трудность можно избежать допустив, что выход радикалов из гипофосфита весьма мал и не вносит заметного вклада при дозах до 1 Мрад.

Совокупность полученных данных позволяет предположить, что при радиолитическом разложении растворов гипофосфита натрия имеют место следующие процессы:





В заключение следует отметить, что гипофосфит натрия, по-видимому, является хорошим акцептором как атомов Н, так и радикалов ОН.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило 26.4.1973)

ფიზიკური ქიმია

მ. ნანობაშვილი, რ. თუშურაშვილი, ჟ. ხომასურიძე

ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტის დაბალტემპერატურული რადიოლიზის გამოკვლევა ეპრ-ის მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილია ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტის პოლიკრისტალის და მისი წყალხსნარების დაბალტემპერატურული რადიოლიზი.

დადგენილია, რომ რადიოლიზის პირველადი პროდუქტებია რადიკალები $\dot{\text{O}}\text{H}$, $\text{H}_2\text{P}\dot{\text{O}}_2$, იონ-რადიკალი $\text{H}\dot{\text{P}}\text{O}_2^-$ და ჩაჭერილი ელექტრონები. განსაზღვრულია რადიკალების გამოსავალი და მოწოდებულია მათი წარმოქმნის მექანიზმი.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. NANOBASHVILI, R. G. TUSHURASHVILI, Zh. F. KHOMASURIDZE

INVESTIGATION OF LOW-TEMPERATURE RADIOLYSIS OF
SODIUM HYPOPHOSPHITE BY THE EPR METHOD

Summary

Low-temperature radiolysis of polycrystals of sodium hypophosphite and its aqueous solutions of various concentration has been investigated. The primary products of radiolysis have been found to be $\dot{\text{O}}\text{H}$, $\text{H}_2\text{P}\dot{\text{O}}_2$ radicals, ion radicals $\text{H}\dot{\text{P}}\text{O}_2^-$ and trapped electrons. The yields of the radicals have been determined and the mechanism of their formation suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Пикаев. Импульсный радиолиз воды и водных растворов. М., 1965.
2. N. Keen. Ph. D. Thesis. Leicester, 1963.
3. I. R. Morton. Mol. Phys., 5, 1962, 217.
4. О. Ф. Ходжаев, Б. Г. Ершов, А. К. Пикаев. Химия высоких энергий, 1, 1967, 161.

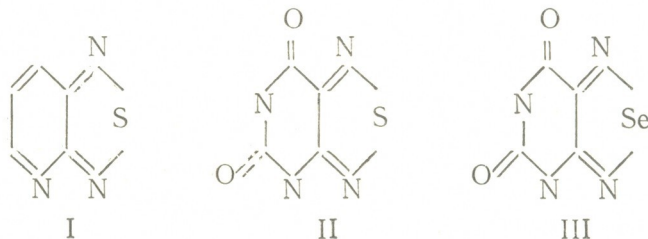
В. Ш. ЦВЕНИАШВИЛИ, Л. А. ЦКАЛОБАДЗЕ,
В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ

О ХАРАКТЕРЕ ВЛИЯНИЯ ПИРИДИНОВОГО И ПИРИМИДИНОВОГО ЦИКЛОВ НА ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ 2,1,3-ТИА- И СЕЛЕНДИАЗОЛОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 4.3.1973)

В настоящее время установлено, что введение бензольного кольца в молекулу 2, 1, 3-х-диазола ($x=S, Se, O$) и замена серы селеном или кислородом в качестве ключевого гетероатома может влиять на механизм и кинетику электродного процесса [1], на адсорбционные свойства названных веществ [2], а также приводит к существенному изменению комплексообразующих свойств этих лигандов [3, 4].

Представлялось интересным выяснить, как повлияет на вышеотмеченные свойства 2, 1, 3-х-диазолов ($x=S, Se$) их конденсация с пиридиновым или с пиримидиновым циклом. Нами было исследовано полярографическое поведение синтезированных ранее [5—7] пиридо- и пиримидопроизводных 2, 1, 3-тиа- и селендиазолов с целью выяснения влияния пиридинового и пиримидинового циклов на характер восстановления связей $N-S$ и $N-Se$ в 2,1,3-тиа- и селендиазольных кольцах:



Эти вещества структурно близки к природным биологически активным веществам. Среди производных (II) и (III) найдены вещества, обладающие выраженной противоопухолевой активностью.

Было установлено, что, как и в случае моноциклических и бензоконденсированных 2, 1, 3-тиадиазолов, процесс восстановления (I) протекает с разрывом связей $N-S$ в тиadiaзольном кольце. С использованием коэффициента диффузии бенз-2, 1, 3-тиадиазола [8] по уравнению Ильковича было рассчитано число электронов, расходуемых при восстановлении одной молекулы деполяризатора. Найдено, что $n=6$. Подкисление нейтральных небуферных растворов (I) и анализ продуктов длительного электролиза, проведенного на макрокатоде, указывают на участие ионов водорода в процессе восстановления.

При изучении природы тока восстановления (I) было установлено, что процесс необратим, а предельный ток ограничен скоростью диффу-



зии вещества к электроду. Это подтверждается анализом формы волны, линейной зависимостью предельного тока от концентрации деполяризатора и высоты ртутного столба, а также значением температурного коэффициента (1,4%/град).

Некоторые характеристики волн восстановления пиридо-2, 1, 3-тиадиазола и диокси-пиридино-2, 1, 3-тиа- и селендиазолов ($C=2 \cdot 10^{-4}$ М)

рН	Пиридо-2, 1, 3-тиадиазол			Диокси-пиридино-2, 1, 3-тиадиазол			Диокси-пиридино-2, 1, 3-селендиазол		
	i_d мкА	$-E_{1/2}$ В	b мВ	i_d мкА	$-E_{1/2}$ В	b мВ	i_d мкА	$-E_{1/2}$ В	b мВ
0,6	5,50	+0,295	30	6,20	0,65	50	6,20	0,15	52
1,7	5,45	0,315	30	6,00	0,67	50	6,00	0,20	55
2,7	5,45	0,360	30	6,25	0,72	50	6,20	0,25	60
3,8	5,50	0,515	30	6,00	0,79	48	6,20	0,34	55
4,7	5,40	0,600	35	6,00	0,85	55	6,00	0,45	50
5,8	5,40	0,680	35	5,58	0,95	55	6,00	0,51	45
6,9	5,45	0,715	30	5,50	0,94	50	5,58	0,53	48
7,7	5,40	0,735	35	5,50	0,95	52	5,50	0,53	48
9,2	5,38	0,800	38	5,52	0,92	50	5,50	0,52	50
10,7	5,40	0,810	38	5,50	0,92	48	5,50	0,52	50

На полярограммах (I) в буферных растворах имеется одна волна, $E_{1/2}$ которой зависит от рН. В таблицу внесены некоторые характеристики этой волны. На рис. 1 представлена зависимость $E_{1/2}$ от рН. Видно, что эта зависимость выражается S-образной кривой, что свидетельствует о влиянии на значение $E_{1/2}$ кинетики предшествующей протонизации.

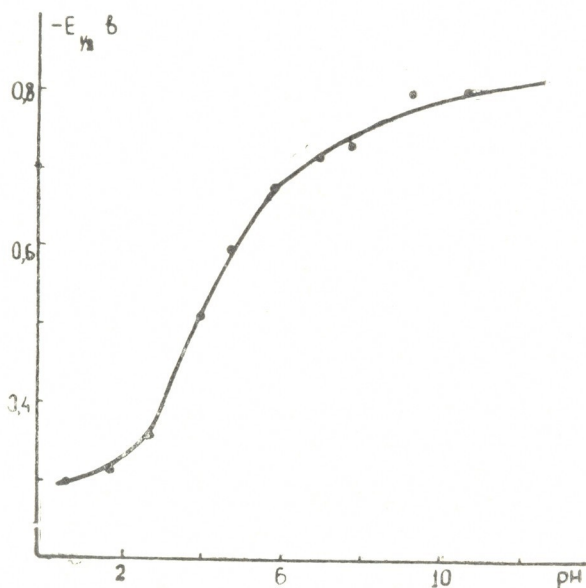


Рис. 1. Зависимость $E_{1/2}$ от рН для пиридо-2,1,3-тиадиазола

На полярограммах диметилформаидных растворов (I) на фоне 0,1 М $(C_2H_5)_4NJ$ имеются две волны (рис. 2). Показано, что первая вол-



на обратимая и одноэлектронная. При электролизе, проведенном при контролируемом потенциале первой волны, раствор в приэлектродном пространстве окрашивается в светло-зеленый цвет и сохраняет этот цвет даже при введении в раствор до 10% воды. Следовательно, при этом имеет место образование анион-радикалов из (I). На второй волне происходит восстановление до продуктов расщепления связей N—S.

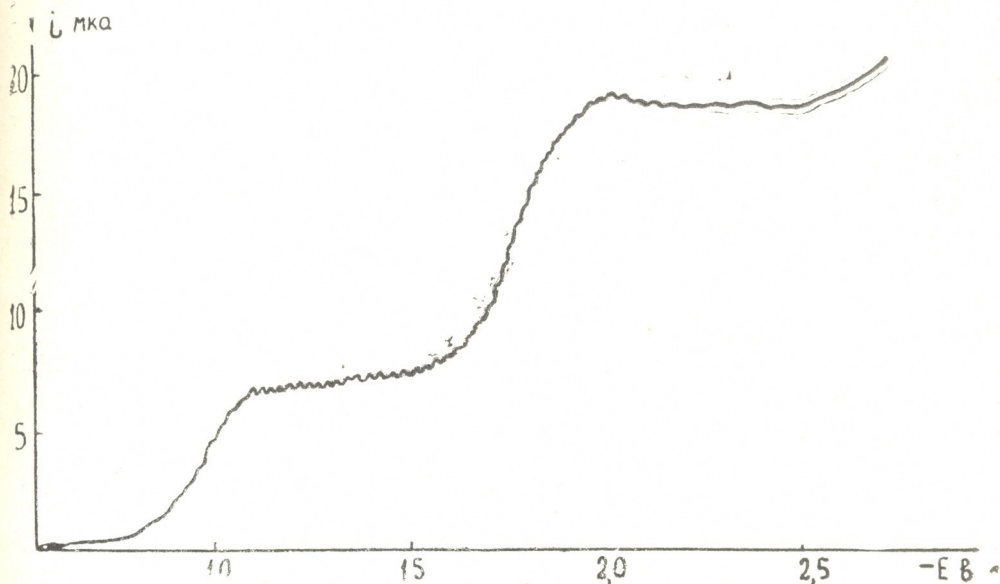


Рис. 2. Полярограмма пиридо-2,1,3-тиадиазола на фоне 0,1 М $(C_2H_5)_4NJ$ в диметилформамиде (концентрация деполяризатора 10^{-3} М)

В условиях, аналогичных вышеописанным, было исследовано влияние пиримидинового цикла на полярографическое восстановление тиадиазольного или селендиазольного циклов.

На полярограммах соединений (II) и (III) как в водных нейтральных небуферных, так и в буферных средах имеется одна волна, отвечающая восстановлению тиа- или селендиазольного кольца. В таблицу внесены некоторые характеристики волн восстановления (II) и (III) в буферных растворах. Как следует из таблицы, процесс восстановления необратим, а i_d не зависит от pH.

Введение пиридинового или пиримидинового кольца в молекулы 2,1,3-тиа- и селендиазолов вызывает сдвиг $E_{1/2}$ к положительным величинам, причем этот сдвиг более значителен в случае (III). Таким образом, как в моноциклических и бензоконденсированных [1] 2, 1, 3-х-диазолах ($x=S, Se$), так и в пиримидо-2,1,3-тиа- и селендиазолах распределение связей N—Se, протекает легче, чем связей N—S. Поэтому в буферных растворах в сильноокислой области pH на полярограммах (III) наблюдается небольшое раздвоение волны, которое исчезает при $pH > 2$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 5.4.1973)

3. წმინდაწმილი, ლ. წყალოვაძე, 3. გაგრინდაშვილი

პირიდინისა და პირიმიდინის ციკლების გავლენის შესახებ
 2, 1, 3-თია- და სელენდიაზოლების პოლაროგრაფიულ
 აღგენაზე

რეზიუმე

შესწავლილია პირიდო- და პირიმიდო-2, 1, 3-თია- და სელენდიაზო-
 ლების პოლაროგრაფიული აღდგენა წყლისა და დიმეთილფორმამიდის არეებში.
 ნაჩვენებია, რომ პირიდინის ან პირიმიდინის ციკლის შეყვანა 2, 1, 3-თია-ან
 სელენდიაზოლის მოლეკულაში იწვევს $E_{1/2}$ მნიშვნელოვან გადანაცვლებას და-
 დებითი მნიშვნელობებისაკენ.

დადგენილია ელექტროდული პროცესის მექანიზმი.

ELECTROCHEMISTRY

V. Sh. TSVENIASHVILI, L. A. TSKALOBADZE, V. N. GAPRINDASHVILI

ON THE INFLUENCE OF PYRIDINE AND PYRIMIDINE CYCLES
 ON THE POLAROGRAPHIC REDUCTION OF 2, 1, 3-THIA- AND
 SELENODIAZOLES

Summary

The polarographic reduction of pyrido- and pyrimido-2, 1, 3-thia- and
 selenodiazoles in water and dimethylformamide media has been studied. It is
 shown that introduction of pyridine and pyrimidine cycles into 2, 1, 3-
 thia- and selenodiazoles causes a considerable shift of $E_{1/2}$ to positive values.
 The mechanism of the electrode process has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ш. Цвениашвили, С. И. Жданов, З. В. Тодрес. ХГС, 1968, 712.
2. В. Ш. Цвениашвили, С. И. Жданов, З. В. Тодрес. Электрохимия, 7, 1971, 28.
3. В. Ш. Цвениашвили, В. Н. Гаприндашвили, С. А. Дьяченко. Н. С. Хавтаси. Сообщения АН ГССР, 67, 2, 1972, 335.
4. В. Ш. Цвениашвили, В. Н. Гаприндашвили, Н. С. Хавтаси. ЖОХ, 42, 1972, 2049.
5. А. В. Золотова-Золотухина, В. Г. Песин. Труды ЛХФИ, 1969, 189.
6. В. Г. Песин, А. М. Халецкий, Л. В. Золотова-Золотухина. ЖОХ, 31, 1961, 3000.
7. В. Г. Песин, А. М. Халецкий, Л. В. Золотова-Золотухина. ЖОХ, 29, 1959, 3214.
8. V. Sh. Tsveniashvili, S. I. Zhdanov, Z. V. Todres. Z. anal. Chem., 224, 1967, 389.

А. В. САРУХАНИШВИЛИ, Т. Ш. ЧЕИШВИЛИ

ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $MnO—V_2O_5$

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 7.3.1973)

Система $MnO—V_2O_5$ в области содержания MnO (¹ от 60 до 20 мол % была изучена Мацетти и Де Чарли [3]. По данным этих авторов, система не имеет ликвидационных областей. Ими отмечаются лишь наличие трех бортов $MnO \cdot 3V_2O_5$, $MnO \cdot 2V_2O_5$ и $MnO \cdot V_2O_5$ с эвтектиками ~ 750, 800 и 900°C соответственно.

Однако стекла, содержащие до 25 мол % MnO (окислы марганца вводились пиролюзитом марки ч. д. а., а борный ангидрид — борной кислотой марки х. ч.), получить визуально однородными не удалось [4]. Наблюдалось расслоение уже в расплавах.

Различие в полученных результатах можно было объяснить использованием разных сырьевых материалов, но, ввиду того что авторы [1] не дают данных о них, сказать что-либо определенное не представляется возможным.

Составы стекол с содержанием MnO от 25 до 35 мол % были получены однородными, но не воспроизводились от варки к варке при одинаковых условиях варки и отжига.

Стекла, содержащие свыше 35 и до 75 мол % MnO , не проявляли склонности к макрорасплаиванию, что дало возможность провести исследование, результаты которого представлены в данном сообщении.

Обычно считается, что зависимость удлинения стекла до температуры размягчения от температуры нагрева является прямолинейной [5]. Отмечается лишь изменение угла наклона кривой удлинения к оси температур от термического прошлого стекла [5, 6].

Изучение расширения стекол системы $MnO—V_2O_5$ с содержанием 40, 45, 50 мол % MnO обнаружило аномальные изменения хода дилатометрической кривой.

Стекло с 40 мол % MnO дает видимые признаки аномалии (рис. 1,а) в области температур стеклования. С увеличением содержания MnO в стеклах до 45 (рис. 1,б) и 50 мол % (рис. 1,в) упомянутые аномальные изменения становятся более ярко выраженными.

При дальнейшем увеличении содержания данного компонента до 60 мол % (рис. 1,г) аномалия сглаживается и кривая удлинения принимает вид, характерный для области температур размягчения.

Своеобразна исследуемая зависимость для стекла, содержащего 70 мол % MnO (рис. 1,д). Здесь на кривой зависимости наблюдается площадка в области температуры размягчения. Длина площадки около 60°C.

Объяснить однозначно эти аномальные изменения затруднительно.

Лишь О. В. Мазуриным с сотрудниками [7] были получены схожие с представленными на рис. 1,а,б,в своеобразные аномальные изменения кривой удлинения стекла в области температур размягчения.

(¹ Получено перерасчетом на основании [1, 2].

Вероятно, в нашем случае, как и в случае ликвидирующих стекол [7], изгибы соответствуют наличию в стеклах двух фаз: низковязкостной и

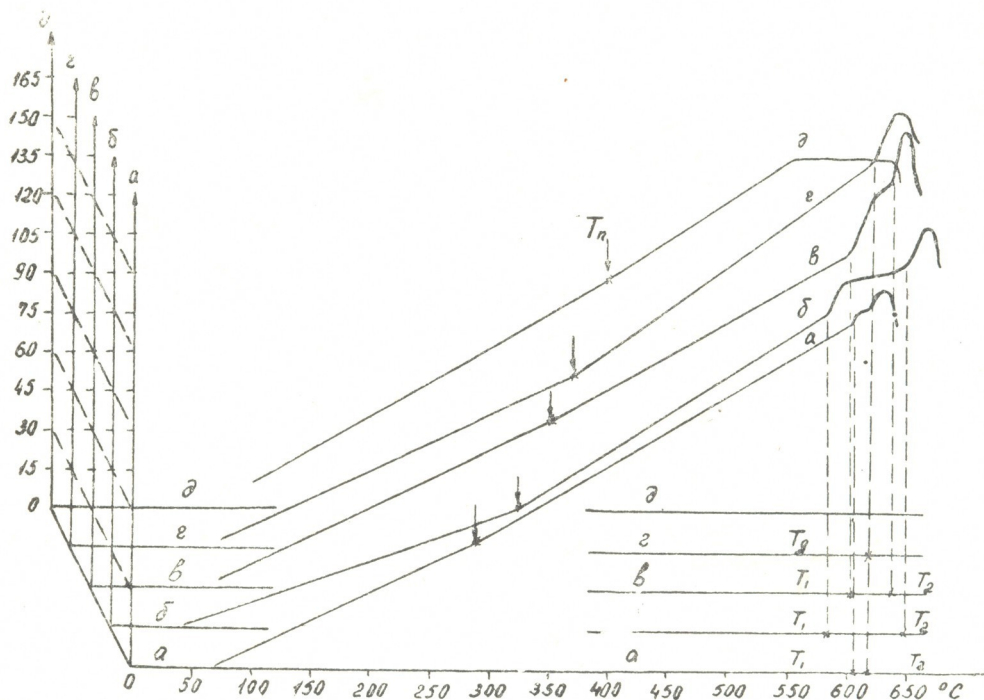


Рис. 1

высоковязкостной. В таком случае кривая удлинения является наложением таких двух стекол. И, следовательно, температуру T_1 можно рассматривать как температуру стеклования низковязкостной фазы, а T_2 — высоковязкостной фазы.

Трудно судить о составах этих фаз, но, что характерно, наиболее ясно выраженное различие вязкостей их наблюдается при содержании MnO , соответствующему химическому соединению $MnO \cdot B_2O_3$ в эвтектике $MnO \cdot B_2O_3 - MnO \cdot 2B_2O_3$ по диаграмме состояния Мацетти и Де Чарли.

Изменение характера dilatометрической кривой (рис. 1, г), вызванное увеличением содержания количества MnO в стеклах, по-видимому, связано с преобладанием одной из вышеприведенных фаз, не исключая образования соединений разного состава, в том числе и эвтектических. Не исключена возможность и изменения координационного состояния марганца.

На dilatометрических кривых всех исследуемых стекол системы $MnO - B_2O_3$ обнаруживаются изгибы. Точка перегиба (T_p) с увеличением содержания MnO смещается в область больших температур.

Изменение угла наклона dilatометрической кривой для стекол разного состава отчетливо проявляется в области $275 - 400^\circ C$ (рис. 1, а, б, в, г, д).

Что касается данного изменения угла наклона в области $275 - 400^\circ C$, то объяснить его затруднительно. На наш взгляд, это может быть следствием протекания явлений, предшествующих поверхностным процессам, так как подобные перегибы нами были получены и ранее для марганецсодержащих стекол более сложного состава.

Для таких стекол нами была выведена зависимость между температурой начала поверхностных процессов ($T_{пр}$) на стеклах и точкой перегиба на dilatометрической кривой ($T_{п}$). Эта зависимость имела для стекол разного состава вид $T_{пр} = (1,3 - 1,5) T_{п}$.

Она характерна и для стекол системы $MnO-B_2O_3$.

Грузинский политехнический
институт им. В. И. Ленина

(Поступило 12.4.1973)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. სარუხანიშვილი, თ. ჭეიშვილი

$MnO-B_2O_3$ სისტემის მინების ბაზარტოვების კოეფიციენტები

რეზიუმე

შესწავლილი იქნა $MnO-B_2O_3$ სისტემის მინების გაფართოების კოეფიციენტის დამოკიდებულება შემადგენლობისაგან. აღნიშნულია ამ დამოკიდებულების თავისებურება, მისი კუთხის დახრილობა ტემპერატურისაგან. უკანასკნელი შეიმჩნევა $275-400^{\circ}C$ ტემპერატურულ უბანში, სხვადასხვა შემადგენლობის მინებისათვის.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. SARUKHANISHVILI, T. Sh. CHEISHVILI

THERMAL EXPANSION OF GLASSES OF THE SYSTEM

$MnO-B_2O_3$

Summary

The dependence of the coefficient of expansion of the glasses of the system $MnO-B_2O_3$ on their composition has been studied. The presence of uncharacteristic bends in the dilatometric curve and changes in its incidence due to temperature are noted. The latter is observable within the temperature range of $275-400^{\circ}C$ for glasses of various composition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Варгин. Производство цветного стекла. М., 1940.
2. T. Ranganathan, B. MacKeon, A. Muan. J. Am. Ceram. Soc., Vol. 45, 6.
3. Диаграммы состояния силикатных систем (справочник), вып. 1. М.—Л., 1965.
4. А. В. Саруханишвили, Т. Ш. Чеишвили, Л. К. Тедеишвили. Научные труды ГПИ им. В. И. Ленина, 1 (149), 1972.
5. О. В. Мазурин, А. С. Тотеш и др. Тепловое расширение стекла. Л., 1969.
6. У. Кингери. Введение в керамику. М., 1967.
7. О. В. Мазурин, М. В. Стрельцина, А. П. Цыбина. «Стеклообразное состояние». Труды V совещания. Л., 1969.

Я. Г. БУЧУКУРИ, З. С. БАРДАЧИДЗЕ, Д. А. БАСИЛАЯ,
М. И. МЧЕДЛИШВИЛИ

О КИНЕТИКЕ ХЛОРИРОВАНИЯ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ РУД МАРГАНЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 4.5.1973)

Изучение процесса хлорирования инфильтрационных руд марганца показало целесообразность применения хлористого водорода как хлорирующего агента. При этом достигается практически полное извлечение марганца из руд и освобождение его от основных примесей [1].

Выявление основных кинетических закономерностей хлорирующего обжига руды имеет большое значение для изучения этого процесса и его оптимального решения.

Нами изучалась кинетика процесса хлорирования, исследовалось влияние на него основных кинетических факторов — температуры, скорости и концентрации хлористого водорода, размера гранул.

Изучение кинетики процесса проводилось путем хлорирования одиночных гранул шарообразной формы размером 8 мм. Гранулы помещались в кварцевую корзинку, вставлялись в реакционную трубку при заранее установленном определенном режиме и по истечении заданного времени анализировались по изложенной в [1] методике.

Результаты хлорирования марганца в интервале температур 200—800°C ($V_{\text{HCl}} = 15,75$ мм/сек при $t = 20^\circ\text{C}$) показали, что процесс хлорирования гранул удовлетворительно описывается уравнением, применяемым для анализа гетерогенных реакций, протекающих на поверхности твердой фазы (рис. 1):

$$1 - (1 - \alpha)^{1/3} = K\tau^{1/2}, \quad (1)$$

где α — доля прохлорированного марганца; τ — время опыта; K — фактор скорости реакции.

В работах [2—4] показано, что хлорирование окислов металлов хлором представляет собой сложный гетерогенный процесс, имеющий следующие основные стадии: 1) конвективная диффузия хлора из газового потока к наружной поверхности брикета; 2) молекулярная диффузия хлора через слой прохлорированного брикета; 3) химическая реакция между хлором и концентратом. В свою очередь, транспорт хлора из потока к поверхности зависит от коэффициента массоотдачи из газа к поверхности β (константы внешней диффузии), а через слой прохлорированного материала — от коэффициента диффузии D . Скорость химической реакции между хлором и концентратом зависит от эффективной константы скорости реакции. В зависимости от того, какой из перечисленных факторов является лимитирующим, будет меняться область протекания процесса от кинетической до диффузионной.

При низких температурах (до 300°C), когда транспорт хлористого водорода производится беспрепятственно, хлорирование протекает



во всем объеме гранулы. В этом случае скорость подвода HCl к поверхности сопоставима со скоростью хлорирования. С повышением температуры у наружной поверхности гранулы происходит образование локализованной зоны реакции, перемещающейся в глубь гранулы.

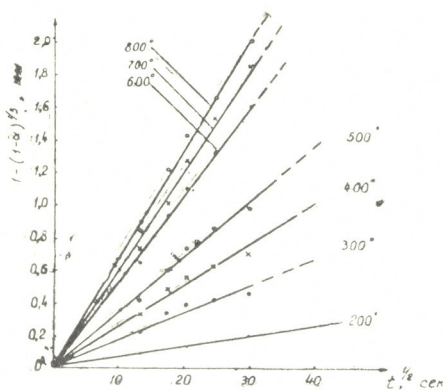


Рис. 1. Аноморфированные кинетические кривые хлорирования марганца

На основе работ [2, 3] были рассчитаны кинетические параметры для определения глубины проникновения зоны реакции.

Условно принято, что процесс хлорирования гранулы протекает в стационарном режиме; тогда скорость реакции по хлористому водороду равна скорости подвода HCl к поверхности гранулы:

$$\frac{W_0}{S_0} = \beta (C_0 - C_n) = K' C_n^{\frac{n+1}{2}}, \quad (2)$$

где S_0 — наружная поверхность «свежей» гранулы; W_0 — начальная скорость хлорирования по HCl ; C_0 — концентрация HCl в газовом потоке; C_n — концентрация HCl у наружной поверхности гранулы; β — константа скорости диффузии; K' — эффективная константа скорости реакции во внутренней диффузионной области; n — порядок реакции по HCl во внутренней кинетической области ($n=0,72$).

При температуре 800°C $C_n=0$ и $\beta = \frac{W_0}{S_0 C_0}$. Для остальных температур значения β рассчитывались с учетом температурной зависимости $\beta = K \cdot T^{0,83}$. Для данного процесса $K=2,216$. Зная значения β , из уравнения (2) определяем C_n для остальных температур, а затем K' .

Значения константы скорости химических реакций определены по уравнению

$$K = \frac{W'_0}{V \cdot C_0^n},$$

где W'_0 — начальная скорость химической реакции, которая определяется экстраполяцией прямолинейного участка зависимости $\lg W \sim \frac{1}{T}$ выше 250°C ; V — объем брикета.



По найденным значениям K и K' определен эффективный коэффициент диффузии HCl в грануле:

$$D = \frac{[K']^2}{\frac{n}{n+1} \cdot K},$$

а по D и K вычислена эффективная глубина проникновения HCl в «свежую» гранулу (L) и предельная глубина гранулы, на которой концентрация HCl падает до нуля (L_0):

$$L = \sqrt{\frac{D}{K \cdot C_n^{n-1}}}, \quad L_0 = L \frac{\sqrt[n]{2(1+n)}}{1-n}.$$

Результаты проведенных расчетов представлены в таблице. Эффективная и предельная глубина проникновения хлористого водорода в

Значения физико-химических параметров при температурах 400–800°C

П а р а м е т р ы	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C
Концентрация HCl в потоке C_0 , мг/мм ³	$0,653 \cdot 10^{-3}$	$0,569 \cdot 10^{-3}$	$0,503 \cdot 10^{-3}$	$0,457 \cdot 10^{-3}$	$0,409 \cdot 10^{-3}$
Начальная скорость хлорирования по HCl W_0 , мг/мин	27,5	32,8	49,2	53,45	59,80
Наружная поверхность «свежей» гранулы S_0 , мм ²	201	201	201	201	201
Константа скорости диффузии β , мм/мин	494,5	557	615	670	727,5
Отношение скорости химической реакции по HCl к поверхности гранулы $\frac{W_0}{S_0}$, мг/мин·мм ²	0,1355	0,1637	0,2447	0,2660	0,2975
Концентрация HCl на наружной поверхности C_n , мг/мм ³	$0,378 \cdot 10^{-3}$	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$0,103 \cdot 10^{-3}$	$0,055 \cdot 10^{-3}$	0
Отношение W во внутренней кинетической области к объему гранулы $\frac{W_0}{V}$, мг/мин·мм ³	0,264	0,778	2,095	4,09	—
Эффективная константа скорости процесса K' , мг ^{0.2} ·мм ^{0.4} /мин	133	220	725	1124	
Константа скорости химической реакции K , мг ^{0.4} ·мин·мм ^{1.2}	62,3	212	626	1325	
Эффективный коэффициент диффузии HCl в грануле D , мм ² /мин	248	200	736	835	
Эффективная глубина проникновения HCl в «свежей» грануле L , мм	0,714	0,345	0,357	0,233	
Предельная глубина проникновения HCl в «свежей» грануле L_0 , мм	5,33	2,60	2,67	1,74	

«свежую» гранулу снижается с увеличением температуры; при 600°C предельная глубина составляет 2,67 мм. Это означает, что в гранулах с радиусом более 3 мм образуется локализованная зона реакции. Образование локализованной зоны обуславливает наличие объема, не принимающего участия в реакциях хлорирования, что приводит к снижению производительности процесса.



Исходя из сказанного следует заключить, что при осуществлении процесса хлорирования инфильтрационной руды хлористым водородом при 600—700°C радиус гранул не должен превышать 2,5—3 мм.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.5.1973)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. ბუჩუკური, ზ. ბარდაჩიძე, დ. ბასილაია, მ. მჭედლიშვილი

მანგანუმის ინფილტრაციული მადნის ქლორირების
კინეტიკის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია მანგანუმის ინფილტრაციული მადნის ქლორწყალბადით ქლორირების პროცესის კინეტიკა. ნაჩვენებია, რომ დაბალ ტემპერატურულ ინტერვალში პროცესი მიმდინარეობს კინეტიკურ არეში, ხოლო 250—450°C-ზე თანდათანობით გადადის გარე დიფუზიურ არეში.

გამოთვლილია პარამეტრები გრანულში HCl-ის შეღწევის ეფექტური და ზღვრული სიღრმეების განსაზღვრისათვის. დადგენილია, რომ ქლორირების პროცესის 600—700°C-ზე ჩატარებისას გრანულის რადიუსი არ უნდა აღემატებოდეს 2,5—3 მმ.

CHEMICAL TECHNOLOGY

Ya. G. BUCHUKURI, Z. S. BARDACHIDZE, D. A. BASILAIA,
M. I. MCHEDLISHVILI

ON THE KINETICS OF CHLORINATION OF MANGANESE INFILTRATION ORE

Summary

A study of the kinetics of the chlorination of granular manganese infiltration ore with gaseous hydrogen chloride has shown that at low temperatures the process proceeds in the kinetic region, while at 250—450°C it gradually shifts to the external diffusion region.

The parameters for the determination of the effective and limit depths of penetration of the HCl into the granule have been calculated.

It has been found that in effecting the chlorination process of granular infiltration manganese ore with chloride hydrogen at 600—700°C, the radius of granules must not exceed 2.5—3 mm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. С. Бардачидзе, В. М. Какабадзе, Я. Г. Бучукури. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 4, 1969.
2. Д. А. Френк-Каменецкий. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М., 1967.
3. Г. В. Серяков, С. А. Вакс и др. ЖПХ, т. 25, вып. 1, 1969.
4. Б. Г. Коршунов, С. Л. Стефанюк. Введение в хлорную металлургию редких элементов. М., 1970.

УДК 615.4.54

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. У. РИЗАЕВ, П. З. БЕРИДЗЕ, П. А. ЯВИЧ, А. Г. САРАБУНОВИЧ,
 И. П. АХАЛАДЗЕ, М. А. ХЕЧУМАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ТУРЕЦКИХ
 ГАЛЛОВЫХ ОРЕШКОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 25.2.1973)

В настоящее время для получения медицинского танина используются так называемые галловые орешки. Выход танина на стадии водной экстракции сырья составляет всего 84—85% от содержания его в исходном материале. Следует отметить, что процесс экстракции танина исследовался рядом авторов [1—3] в периодических и непрерывных условиях, тогда как в производстве экстракция идет в аппаратах с перемешиванием. В связи с этим возникла необходимость соответствующего исследования.

В качестве объекта исследования использовались турецкие галловые орешки (промышленное сырье), рассеянные на отдельные фракции (табл. 1) Эксперименты проводились при термостатировании $\pm 0,5^\circ\text{C}$

Таблица 1
 Фракционный рассев турецких галловых орешков

№ фракции	Степень измельчения, мм	Содержание танина, %
1	2,5	57,50
2	2,0—2,5	57,80
3	1,25—2,0	58,60
4	0,4—1,0	60,60
5	0,25—0,4	56,05

и перемешивании лопастной мешалкой. Как видно из рис. 1, состояние равновесия достигается на всех фракциях в среднем за 10—60 мин, причем тем быстрее, чем меньше размер частиц.

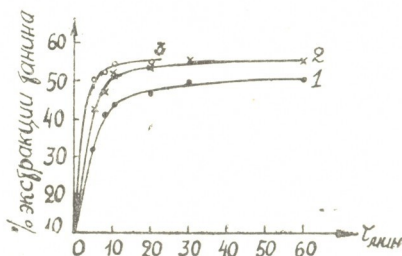


Рис. 1. Зависимость экстракции танина от размера частиц сырья: 1—фракция № 1; 2—фракция № 3; 3—фракция № 4

Увеличение температуры обогрева реактора до 80°C положительно влияет на ход процесса (рис. 2), хотя, наряду с увеличением количества танина в растворе, наблюдается и некоторое повышение концентрации балластных веществ. Учитывая же, что по существующей

технологии в дальнейшем проводится осаждение балласта поваренной солью, повышение температуры экстракции до 80°C следует считать рациональным. Необходимо также отметить, что температура экстракции должна быть строго выдержана, так как ее колебания резко влияют на переход танина во внешний раствор.

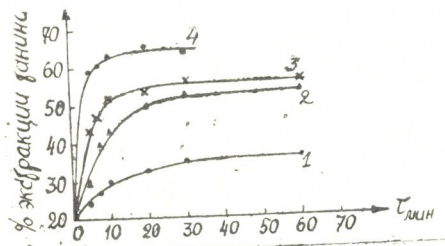


Рис. 2. Зависимость экстракции танина от температуры: 1—20°C; 2—40°C; 3—60°C; 4—80°C

Влияние соотношения фаз Т : Ж изучалось в пределах 1 : 3 — 1 : 8. Исследование показало, что увеличение разности соотношения приводит к значительному повышению выхода (табл. 2). Но так как одновременно происходит снижение концентрации полученных извлечений по танину с 12 до 6%, оптимальной величиной Т : Ж следует считать 1 : 4 — 1 : 6.

Таблица 2
Зависимость выхода танина от соотношения фаз

Соотношение Т : Ж	Концентрация танина в растворе, %	Выход танина от содержания в сырье, %
1 : 3	12,0	46,5
1 : 4	11,0	56,4
1 : 6	7,5	62,9
1 : 8	6,0	73,7

Исследованием влияния рН установлено, что экстракция танина растворами минеральных кислот не приводит к интенсификации процесса. При экстракции щелочными растворами наблюдается некоторое повышение выхода, однако при этом происходит резкое увеличение перехода балластных веществ, что ставит под сомнение целесообразность щелочной обработки.

Таблица 3
Экстракция в батарейной системе

№ реактора	Содержание в сухом остатке, %		Выход танина от содержания в сырье, %
	танина	балластных примесей	
I	93,3	6,7	56,40
II	80,5	19,5	74,90
III	89,4	10,6	83,00
IV	92,7	7,3	87,74
V	94,2	5,8	91,44

Изучение влияния перемешивания показало, что при переходе от метода настаивания к слабому перемешиванию (70—80 об/мин) удается повысить выход на 6—7%, дальнейшее же увеличение числа оборо-

тов практически не влияет на кинетику процесса. Это дает возможность сделать вывод о том, что ход экстракции в основном лимитируется диффузией в зерне материала.

Полученные данные позволили подобрать оптимальные условия батарейного экстрагирования (температура 60—80°C, $n=70-80$ об/мин, $T:Ж=1:4; 1:6$). Нам удалось показать, что батарея из пяти реакторов позволяет повысить выход на стадии экстракции до 91—95% (табл. 3). Причем весьма интересен анализ перехода танина и балластных веществ на каждой стадии батарейной системы.

Таким образом, проведенное исследование позволило рекомендовать следующей технологический режим: температура экстракции в течение всего процесса 80°C, время экстракции в каждом реакторе 40—50 мин при соотношении фаз $T:Ж=1:4-1:6$ и числе реакторов 5.

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

(Поступило 1.3.1973)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. რიზაევი, პ. ბერიძე, პ. იავიჩი, ა. სარაბუნოვიჩი, ი. ახალაძე, მ. ხეჩუმაშვილი

თურქული გალის თხილის ექსტრაქციის პროცესის შესწავლა

რეზიუმე

გამოკვლეულია თურქული გალის თხილის წყლით ექსტრაქცია მორევის პირობებში. შესწავლილია გამხსნელის ექსტრაქციის უნარი ტემპერატურაზე, პროცესზე, მორევის დროზე, ფაზათა შეფარდებაზე და სხვ. დამოკიდებულებით.

მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს რეკომენდაცია გავუწიოთ პროცესის ოპტიმალურ პირობებს, რომელთა დაცვით საშუალება გვეძლევა წყლით ექსტრაქციის სტადიაზე ტანინის გამოსავალი გავზარდოთ 91—95%-მდე.

CHEMICAL TECHNOLOGY

N. U. RIZAEV, P. Z. BERIDZE, P. A. YAVICH, A. G. SARABUNOVICH,
 I. P. AKHALADZE, M. A. KHECHUMASHVILI

INVESTIGATION OF THE EXTRACTION PROCESS FROM TURKEY GALLS

Summary

Aqueous extraction from Turkey galls was investigated under conditions of mixing. The extraction capacity of the solvent was studied depending on the process, temperature, mixing duration, phase concentration, etc. The findings allow to recommend optimum process conditions under which tannin output in the aqueous extraction stage can be raised to 91-95%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Карпман. Легкая промышленность. № 12, 1957, 27.
2. Г. К. Гончаренко, Е. И. Орлова. Мед. пром. СССР, № 3, 1966, 30.
3. R. Subvarangan, I. Nayudamma. "Tanner" 20, № 9, 1966, 202.

Дж. В. БОСТОГАНАШВИЛИ, В. С. БОСТОГАНАШВИЛИ, Д. Г. ТУРАБЕЛИДЗЕ

НОВЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОГЛОТИТЕЛЬ ГАЛОГЕНОВ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 20.6.1973)

Выявление биологически активных веществ в растительном сырье зависит от методов анализа. При ограниченном содержании в растительном сырье эти вещества изучаются специфическими способами. В микроэлементарном анализе используются различные поглотительные вещества. Например, для поглощения воды применяются сульфат кальция, сульфат натрия, хлористый кальций и др. В настоящее время с этой целью широко используется ангидрон—препарат, приготовленный из безводного перхлората магния по методу Н. П. Алимарина [1], и можно сказать, что проблема поисков поглотителя воды решена. Также можно считать решенным вопрос поисков поглотителя для двуокиси углерода, так как аскарит — препарат едкого натра на асбесте завоевал всеобщее признание.

Что касается вопроса выявления поглотителей для галогенов, то он все еще остается в центре внимания исследователей. Для поглощения галогенов большинство исследователей [2—7] употребляет металлическое серебро или его препараты. Для замены этого драгоценного вещества дешевым, легкодоступным, эффективным поглотителем ведутся поиски. А. С. Забродина и сотрудники [8] рекомендуют для этой цели металлическую медь, А. А. Абрамян и С. М. Аташян [9, 10] — металлическую сурьму и висмут, ученые из Китая предпочитают катализатор Кёрбля [11] и т. д. Нами для поглощения хлора использовался препарат плавленного хромата свинца на асбесте, для поглощения брома — хромат калия. Эти поглотители оказались совершенно неприемлемыми для поглощения йода.

Для изыскания заменителя серебра с полноценными поглощающими свойствами нами были исследованы свойства многих металлов, окислов и солей металлов, продуктов разложения солей. Исследования проводились на разных температурных режимах, при разных скоростях потока кислорода, с применением катализаторов и т. д. Следует отметить, что такое вещество, как тиосульфат натрия (кристаллический), оказалось непригодным для поглощения йода. Согласно полученным данным, неприемлем для поглощения галогенов ряд металлов, среди которых медь, сурьма, висмут и цинк. Применение этих металлов ограничено свойством этих металлов образовывать окислы в атмосфере кислорода.

Хорошо известен тот факт, что порошкообразный висмут в сырой атмосфере легко окисляется и в присутствии углекислого газа дает карбонат висмута.

При использовании меди в качестве поглотителя галогенов при комнатной температуре получаются пониженные результаты, а при повышении температуры происходит энергичное окисление меди.



Кирстен [12], используя для поглощения галогенов гранулы цинка, учитывал, что вместе с галогенидами образуются окислы, и поэтому извлекал галогениды из гранул цинка уксусной кислотой и далее определял их потенциометрически. Таким образом, указанные условия делают невозможным применение этих металлов в микрогравиметрии.

Принимая во внимание тот факт, что свойства сплавов значительно отличаются от свойств отдельных компонентов, мы поставили задачу увеличить устойчивость металлов по отношению к окислению в кислотной среде за счет приготовления сплавов.

Таблица 1

Количество хлора, поглощенного латунию при 20°C

Кол-во хлорал-гидрата, мг	Вес поглотителя, мг		Количество хлора, мг		Разница	Кол-во хлора, %	Математическая статистика результатов
	до сожжения	после сожжения	найдено	вычислено			
2,270	0,115	0,675	0,560	0,548	+0,012	102,18	$\bar{y} = 100,04$ $S\bar{y} = \pm 0,004$ $\varepsilon = \pm 0,95$
2,515	0,575	1,270	0,595	0,607	-0,013	98,02	
3,010	1,270	1,980	0,710	0,726	-0,016	97,79	
3,625	1,980	2,850	0,870	0,874	-0,004	99,54	
4,005	2,850	3,810	0,960	0,966	-0,006	99,37	
3,820	3,810	4,750	0,940	0,921	-0,019	102,06	
3,530	4,750	5,610	0,850	0,851	+0,009	101,05	
2,390	5,610	6,170	0,560	0,551	+0,009	101,63	
3,410	6,170	6,655	0,485	0,481	+0,004	100,83	
3,770	6,655	7,545	0,890	0,909	-0,019	97,90	

Таблица 2

Количество брома, поглощенного латунию при 20°C

Кол-во бром-бензойной кислоты, мг	Вес поглотителя, мг		Количество брома, мг		Разница	Кол-во брома, %	Математическая статистика результатов
	до сожжения	после сожжения	найдено	вычислено			
3,205	0,055	1,315	1,260	1,274	-0,014	98,90	$\bar{y} = 99,90$ $S\bar{y} = \pm 0,0034$ $\varepsilon = \pm 0,77$
3,005	1,115	2,520	1,205	1,195	+0,010	100,88	
3,115	2,520	3,770	1,250	1,238	+0,012	100,96	
3,230	3,770	5,040	1,270	1,284	-0,014	99,90	
3,410	5,040	6,390	1,350	1,356	-0,006	99,55	
4,005	6,390	7,970	1,580	1,591	-0,011	99,30	
2,395	7,970	9,160	1,190	1,189	+0,001	100,08	
3,560	9,160	10,610	1,450	1,439	+0,011	100,76	
2,990	10,610	11,735	1,125	1,119	+0,006	100,53	
3,260	11,735	13,020	1,285	1,295	-0,010	99,22	

Из полученных сплавов меди и цинка наилучшим оказался сплав с соотношением меди и цинка соответственно 60 и 40%. Такой сплав известен под названием латуни. По нашим данным, латунь при комнатной температуре количественно поглощает как хлор и бром, так и йод. Увеличение температуры до 200°C не вызывает образования окислов, привес которых не превышает ± 10 мкг. Таким образом, латунь является универсальным поглощающим веществом для галогенов. Результаты проведенных экспериментов представлены в таблицах.

Таким образом, относительная точность равна $\pm 0,95$.



Таким образом, нами выявлен новый универсальный поглотитель галогенов в виде латуни, который, по сравнению с другими металлами-

Таблица 3

Количество йода, поглощенного латунию при 20°C

Кол-во йодбензойной кислоты, мг	Вес поглотителя, мг		Количество йода, мг		Разница	Кол-во йода, %	Математическая статистика результатов
	до сожжения	после сожжения	найдено	вычислено			
2,051	0,200	1,240	1,040	1,050	-0,010	99,04	$\bar{y}=99,86$ $S\bar{y}=\pm 0,0038$ $\epsilon=\pm 0,86$
3,152	1,240	2,845	1,605	1,613	-0,008	99,50	
2,458	2,845	4,115	1,270	1,258	+0,012	100,95	
2,325	4,115	5,320	1,205	1,193	+0,013	101,00	
2,214	5,320	6,450	1,130	1,133	-0,003	99,73	
2,480	6,450	7,710	1,260	1,269	-0,009	99,29	
2,638	7,710	9,045	1,335	1,350	-0,015	98,88	
2,632	9,045	10,375	1,330	1,347	-0,017	98,73	
2,571	10,375	11,700	1,325	1,316	+0,009	100,68	
2,868	11,700	13,180	1,480	1,468	+0,012	100,81	

поглотителями, является более устойчивым в кислородной среде, дешевым и легкодоступным. При комнатной температуре латунь количественно связывается с хлором, бромом и йодом, благодаря чему может заменить такой поглотитель, как серебро, которое связывает галогены только при высокой температуре.

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

(Поступило 16.3.1973)

ფარმაცოქიმიის

ჯ. ბოსტოგანაშვილი, ვ. ბოსტოგანაშვილი, დ. ტურაბელიძე

ჰალოგენების ახალი უნივერსალური მშთანთქმელი

რეზიუმე

გამოვლინებულია ჰალოგენების უნივერსალური მშთანთქმელი ნივთიერება თითბერის სახით, რომელიც ოთახის ტემპერატურის პირობებში რაოდენობრივად აკავებს ქლორს, ბრომსა და იოდს. მას დიდი უპირატესობა ენიჭება მიკროანალიზში ვერცხლის მშთანთქმელთან შედარებით, რომელიც გარდა ძვირადღირებულებისა, მხოლოდ მაღალ ტემპერატურაზე იკავშირებს ჰალოგენებს.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

J. V. BOSTOGANASHVILI, V. S. BOSTOGANASHVILI, D. G. TURABELIDZE

A NEW UNIVERSAL ABSORBENT OF HALOGENS

Summary

Brass has been identified as a new universal absorbent of halogens, taking up bromine, chlorine and iodine in quantity at the room temperature. It has a great advantage over the silver absorbent in microanalysis. Silver, apart from being expensive, absorbs halogens only at a high temperature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Алимарин. Зав. лаб., № 9, 1940, 915.
2. М. О. Коршун, Н. С. Шавелева. ДАН СССР, 60, 1948, 63.
3. М. О. Коршун, Н. С. Шавелева. ЖАХ, 11, 6, 1952, 104.
4. И. В. Соколова. ЖАХ, 11, 6, 1956, 728—73.
5. В. А. Климова, Т. А. Антипова, Г. К. Мухина. Изв. АН СССР, отд. хим. н., 1, 1962, 19—20.
6. Н. Rotzsch, Н. Iurezyk. Z. Chem., 8, 7, 1968, 263.
7. К. Имоэда. Японский патент № 14748, кл. 113А, 321.
8. А. С. Забродина, Н. Ф. Егорова. Вестник МГУ, 4, 1960, 66—70.
9. А. С. Забродина, С. Я. Левина. ЖАХ, 17, 6, 1962, 644—646.
10. А. А. Абрамян, С. М. Аташян. Изв. АН АрмССР, хим. науки, 14, 4, 1962, 401—402.
11. Шан-сянь, Чеп-хуей. РЖХ, 23, 120, 1963.
12. К. Kirsten. Mikrochim. Acta, 3, 4, 1957.



Г. Ф. ЧЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ О СОПОСТАВЛЕНИИ ПОНТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЭВКСИНСКОГО И КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНОВ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 6.4.1973)

Вопросом сопоставления морских понтических отложений Эвксинского и Каспийского бассейнов занималось немало исследователей, но, несмотря на это, у нас до сих пор нет схемы, принятой хотя бы большинством исследователей.

Н. И. Андрусов новороссийский горизонт Эвксинской области сопоставлял с нижним, а босфорский — со средним и бабаджанским горизонтами Азербайджана.

После выделения Л. Ш. Давиташвили евпаторийского горизонта В. П. Колесников [1] предложил новую схему сопоставления: нижний понт — евпаторийский горизонт, средний понт — новороссийский горизонт, верхний понт — босфорский (в Черноморской области) и бабаджанский (в Каспийской области) горизонты.

К. А. Ализаде [2] нижний понт Азербайджана синхронизировал с новороссийским подъярусом Эвксина, средний понт — с выделенным к этому времени средним понтом Черноморья, а бабаджанский горизонт — с босфорским подъярусом. При этом допускалось, что бабаджанская фауна частично синхронна и с фауной киммерия.

Намного позже А. Г. Эберзин [3] дал схему сопоставления этих отложений. Он допускал возможность существования евпаторийского горизонта в Каспийском бассейне, субромбонидные слои параллелизовал со средним, а босфорские отложения — с бабаджанским горизонтом Азербайджана.

Вопрос о существовании евпаторийского горизонта в Каспийской области, в нижней части нижнего понта, под новороссийскими отложениями, оставался открытым, и лишь в 1962 г. Б. Г. Векилов [4] показал, что стратиграфическое распределение фауны в скундинском разрезе не соответствует характеру фауны евпаторийского горизонта, и пришел к выводу о невозможности выделения этого горизонта в Азербайджане. В пределах территории Грузии выделение евпаторийского горизонта также не представляется возможным.

Учитывая это обстоятельство, но допуская возможность рассмотрения объема нижнего горизонта азербайджанского понта как совокупности одесских и евпаторийских слоев, расширив при этом объем среднего понта, Б. Г. Векилов предложил новую схему сопоставления понтических отложений Каспийского и Черноморского бассейнов (табл. 1).

В «Проекте унифицированной схемы деления неоген-антропогенных отложений южных областей Советского Союза» Б. П. Жижченко [5] привел схему, в которой нижний и средний понт Эвксина параллелизовался с нижним и средним понтом, а верхний понт — с бабаджанским горизонтом Каспия. Однако в этой же работе автор допускал



возможность соответствия верхней части понта Эвксинского бассейна нижней части продуктивной серии Каспийского бассейна.

Таблица 1

Схема сопоставления понтических отложений Каспийского и Эвксинского бассейнов по Б. Г. Векилову

Ярус	Горизонты	Область Каспийского моря	Область Черного моря
Понтический	Верхний	Бабаджанский	Босфорский
	Средний	Шемахинский	Горизонт с <i>Congeria subrhomboidea</i>
	Нижний	Новороссийский (одесские и евпаторийские слои)	Одесский Евпаторийский

В схеме, предложенной чуть позже, Б. П. Жижченко [6] уже не верхнюю часть черноморского понта параллелизовал с нижней частью продуктивной толщи, а верхнюю часть Каспийского понта синхронизировал с частью продуктивной серии (как и в предыдущей схеме) и с нижней частью киммерия Черноморья.

В недавно опубликованной схеме Б. П. Жижченко [7] бабаджанский горизонт и нижняя часть продуктивной серии причислены к понту, а синхронные с ним отложения в Эвксинском бассейне поставлены под вопросом, при этом понт отнесен к верхнему плиоцену.

Таким образом, как видно из краткого обзора, при сопоставлении понтических отложений Эвксинского и Каспийского бассейнов нет единого мнения и на данном этапе изучения этого вопроса к однозначному решению прийти трудно. После открытия в Грузии портаферской фауны [8] этот вопрос еще больше осложнился.

Все авторы, изучавшие понт Азербайджана, делят его на три горизонта. Нижний, содержащий небольшой комплекс солоноватоводной моллюсковой фауны (*Congeria novorossica* Sinz., *Pseudocatillus pseudocatillus* (Barb.), *Prosodacna littoralis littoralis* Eichw., *Paradacna abichi* R. Hoern., *Abra tellinoides* Sinz., *Parvidacna widhalmi* Sinz.) и имеющий характер фауны одесских известняков, несомненно свидетельствует о широкой связи Эвксинского и Каспийского бассейнов в раннепонтическое время.

В моллюсковой фауне среднего понта Каспия уже имеются виды, неизвестные в Эвксинском бассейне (*Didacna lutrae* Andrus., *D. pirsagatica* Andrus. и мн. др.) Здесь же встречаются и виды, близкие к эвксинским (*Limnocardium ex gr. subsyrmiense* Andrus., *Didacna ex gr. incerta* Desh. и др.), а также эвксинские виды (*Congeria subcarinata* Desh., *Paradacna abichi* R. Hoern. и др.). Такой характер фауны показывает, что к началу среднепонтического времени Эвксинский и Каспийский бассейны разобщились.



ეხე ბოლშიე ინდივიდუალნიუტე ოტლიკარეა ფაუნა პოზდნიე პონტა. ჰდეი ოტმეკარეა ჰრეზუვჩაინო ბოლშიე სოობშესტო ენდემიკური ვიდეი, იმეიუტე ვიდეი, ჰარაქტერიე დია სრედიე გორიზონტა, ა თაკჰე ევკსინური ვიდეი. ვსე ეტო უკაჰივარეა ნა თო, ჰო ვ ტეჩენე პოზდნიე პონტა იზოლირირირანიუტე ეტიჰ ბასეინოე ეხე ბოლშიე უსილირირირანიუტე.

ვ სრედიეპონტიკური ოტლოჟენიჰ კასპია ჰამეკარეა ელემენტი ფაუნა სუბრომბოიდიანი სლოეი ევკსინა. მოჰნი დოპუსტიჰ, ჰო ნაჩალი სრედიეპონტიკური ვრემი აზერბაიჯანა სოვპადეა ს ნაჩალი სრედიეპონტიკური ვრემი ევკსინა. ვერხნიუ გრანიუ სრედიეპონტიკური ვრემი პრიოდირე სოვოდი უსლოვო, ა ვერხნიუ გრანიუ ვერხნიეპონტიკური ოტლოჟენიჰ, უკიტივარე ჰარაქტერ ოსტრაკოდივი ფაუნა ნიჰნიე ჰატი პროდუქტივი სერიი [9], — ნა ურენე კროვლი კირმანიური სოვიტე.

ტაბლია 2

ევკსინური ბასეინი				კასპიური ბასეინი
ენიკალური პროლივი		კოლხიდიური ჰალივი		ვოსტოჩნოაზერბაიჯანური ობლასტი
კიმერიური იარუსი				პროდუქტივი სერიი
პონტიკური იარუსი	ბოსფორური პოდიარუსი	ბოსფორური პოდიარუსი (s. str.)		ბაბადჯანური გორიზონტი
	ენიკალური სლოეი	ოდიშიური პოდიარუსი	პორტაფერიური სლოეი ენიკალური სლოეი	შემახინური პოდიარუსი
	ოდესური პოდიარუსი			
მეოტიკური იარუსი				

ნა ოსოვანიი ვიშესკაჰანიანი მოე პრედიკარეა სხეუ (ტაბლია 2), ვ კოტორუ ვკლუკარეა თაკჰე სხეუ სოპოსტავლენი პონტიკური ოტლოჟენი კოლხიდიური ჰალივი ა ენიკალური პროლივი ევკსინური ბასეინა [10].

აკადემია ნაუკ გრუზინური სსრ
გეოლოგიური ინსტიტუტი

(პოსტუპილი 12.4.1973)

გეოლოგია

ბ. ჰელიძე

მეცნიერი დე კასპიური აუზების კონტური ნაღვეების
შეპირისპირება

რეზიუმე

გამოტკეულია მოსაზრება, რომ ოდესური ქვესართული ევკსინური დე კასპიური აუზებისათვის საერთოა, ოდესური ქვესართული შეესაბამება შემახურს, ხოლო ბოსფორური — ბაბადჯანურსა დე პროდუქტივი სერიის ქვედა ნაწილს.

G. F. TCHELIDZE

CORRELATION OF THE PONTIAN DEPOSITS OF THE EUXINIAN
AND CASPIAN BASINS

Summary

It is suggested that the Odessian substage is common to both Euxinian and Caspian basins, the Odisian substage corresponds to the Shemakhian, whereas the Bosphorian correlates with the Babadjanian and the lower part of the Productive series.

ՀՈՒՅՐԱԾՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Колесников. Стратиграфия СССР, неоген, т. 12, 1940.
2. К. А. Ализаде. Геол. сб. Азерб. индустр. ин-т, 1/24, 1940.
3. А. Г. Эберзин. ДАН СССР, 103, 2, 1955.
4. Б. Г. Векилов. Понтический ярус Восточного Азербайджана. Баку, 1962.
5. Б. П. Жижченко. Проект унифицированной схемы деления неоген-антропогеновых отложений южных областей Советского Союза. М., 1967.
6. Б. П. Жижченко. Методы стратиграфических исследований нефтегазоносных областей. М., 1969.
7. Б. П. Жижченко. Советская геология, № 2, 1972.
8. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 58, 3, 1970.
9. В. Е. Хаин, А. Д. Султанов, А. Г. Алиев. Геология Азербайджана. Геоморфология, стратиграфия. Баку, 1952.
10. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 70, 1, 1973.

М. Д. КУПАРАДЗЕ, Дж. Г. НАДАРЕЙШВИЛИ

О ЗОНАЛЬНОСТИ СКАРНОВ ДЗАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 10.4.1973)

В ущелье р. Сатердзе на контакте Квиранского габбро-диоритового интрузива с сантон-кампанскими известняками широко развиты скарны. Геологическое строение, особенности локализации скарново-рудных тел, а также условия формирования Дзамского скарново-железородного месторождения в целом детально изучены М. Д. Купарадзе [1], а петрологическая и геохимическая характеристики Квиранского массива приводятся в работе Дж. Г. Надарейшвили [2].

На Дзамском месторождении четко проявляются экзо- и эндоконтакты. Экзоконтакты наблюдаются по тальвегу р. Сатердзе (на 100 м выше устья р. Нанас-геле). Геологический разрез эндоскарнов наиболее полно представлен по правому притоку р. Сатердзе.

В результате геологического и петролого-минералогического исследований было установлено, что, несмотря на большое разнообразие минералогического состава, а также их количественного соотношения как экзо-, так и эндоскарны характеризуются четкой зональностью.

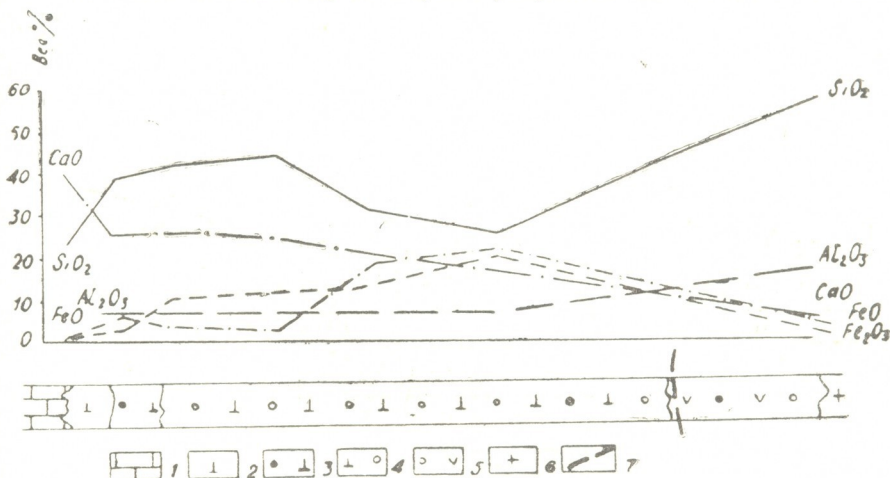


Рис. 1. Схематический разрез экзоскарнов с вариационной диаграммой химизма: 1—известняки, 2—эпидотовый скарн, 3—пироксен-эпидотовый скарн, 4—эпидот-пироксен-гранатовый скарн, 5—пироксен-гранатовый скарн, 6—диоритовый порфирит, 7—положение предполагаемого первоначального контакта

В целом разрез экзоскарнов (рис. 1) представлен следующими зонами: известняки, эпидотовые, пироксен-эпидотовые, эпидот-пироксен-гранатовые скарны. Далее следуют пироксен-гранатовые эндоскарны и диоритовые порфириты.



Наблюдается постепенный переход известняков в эпидотовые скарны. Это выражается в появлении зеленых пятен (эпидота) в известняке. Эпидотовый скарн микроскопически представляет собой полнокристаллическую породу, которая целиком состоит из кальцита и эпидота с редкими зернами магнетита. Размер зерен и идиоморфизм кальцита выше, чем у эпидота; последний заполняет промежутки между зернами кальцита. Протяженность эпидотовой скарновой зоны около 3 м, после чего эпидотовые скарны переходят в пироксен-эпидотовые с амфиболом скарны. Эти скарны более крупнокристаллические, чем эпидотовые, состоят из крупных ксенобластовых выделений кальцита и кварца, содержащих многочисленные включения зерен эпидота (эпидот заметно преобладает над остальными минералами), разнообразной формы и величины зерен пироксена, реже амфибола, часто образующие гломмеробластовые скопления. Пироксен-эпидотовые скарны имеют протяженность около 5 м. Постепенно в них проявляются гранаты, и они переходят в эпидот-пироксен-гранатовые скарны, основная масса которых состоит из крупных зерен ксеноморфного кальцита и кварца с погруженными в них кристаллами граната, эпидота и пироксена. Эпидот-пироксен-гранатовые скарны пользуются широким распространением (около 50 м) в экзоскарнах месторождения. Характерной особенностью данной экзоскарновой зоны является то, что она наиболее богата магнетитовым оруденением. В эпидот-пироксен-гранатовых скарнах четко проявляется уменьшение количества эпидота в сторону интрузивных пород; с исчезновением эпидота они переходят в типичные эндоскарновые породы пироксен-гранатового состава протяженностью около 14 м, после чего обнажаются сильно измененные (эпидотизированные) диоритовые порфиры (краевая фация Квиранского интрузива).

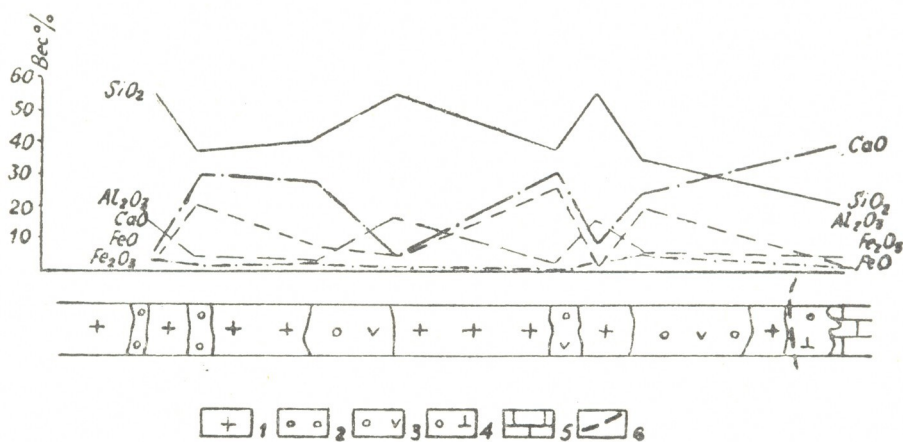


Рис. 2. Схематический разрез эндоскарнов с вариационной диаграммой химизма: 1—измененный диоритовый порфирит, 2—гранатовый скарн, 3—пироксен-гранатовый скарн, 4—эпидот-пироксен-гранатовый скарн, 5—измененный известняк, 6—положение предполагаемого первоначального контакта

В разрезе эндоскарнов (рис. 2) столь существенного разнообразия состава, как в экзоскарнах, не наблюдается. Здесь в основном мы видим чередование сильно измененных диоритовых порфиритов с гранатовыми, а ближе к известнякам — с пироксен-гранатовыми скарна-



ми. Гранатовые скарны почти целиком состоят из розовато-желтого аномального граната в виде изометрических жсенбластовых зерен большого размера, а также изометрических мелких индивидов. Гранат сильно трещиноват, по трещинкам часто развивается хлорит. Промежутки между индивидами граната заполнены в основном кальцитом и кварцем, изредка наблюдаются незначительные скопления мелких зерен пироксена. Магнетит встречается в виде мелких прожилков. В эндоскарнах в большом количестве встречаются участки, сложенные сильно измененными диоритовыми порфиритами. Минеральный состав диоритовых порфиритов меняется в зависимости от степени их изменения. Обычно эта порода состоит из порфировых выделений идиоморфных кристаллов роговой обманки и плагиоклаза с мелкокристаллической основной массой, сложенной теми же минералами. Роговая обманка чаще всего полностью хлоритизирована, встречаются также мелкие выделения сфена. Плагиоклазы подвергнуты сосюритизации. В породе в большом количестве встречаются кварц, кальцит, эпидот, сфен, апатит. Очень часто диоритовые порфириты при интенсивном изменении переходят в эпидозиты, сложенные в основном эпидотом с примесью кварца и кальцита.

Кроме гранатовых скарнов, в эндоскарнах широко развиты пироксен-гранатовые скарны, в которых, наряду с полным отсутствием кальцита и кварца в основной массе, количество моноклинного бледно-зеленого пироксена и розовато-желтого граната резко возрастает. Гранат образует крупные выделения; промежутки между ними заполнены пироксеном.

Таким образом, во всем разрезе эндоскарнов в основном встречаются следующие зоны: диоритовые порфириты, гранатовые скарны; пироксен-гранатовые скарны. Разрез завершается экзоскарновой эпидот-пироксен-гранатовой зоной и известняками.

Следует обратить особое внимание на тот факт, что скарны образуются не на всех участках контакта диоритовых порфиритов и известняков.

Наблюдается карбонатизация диоритовых порфиритов и окварцевание известняков без образования какого-либо скарнового минерала. Здесь главную роль играли постмагматические растворы, которые не всегда проникали вдоль контакта алюмосиликатных и известковых пород, на что указывают отсутствие скарнов в этих породах и характер перераспределений петрогенных элементов в экзо- и эндоконтактных зонах (рис. 1, 2). Здесь повышенное содержание железа в экзо- и эндоконтактах нельзя объяснить без допущения привноса этого компонента постмагматическими растворами, так как взаимодействующие породы (диоритовые порфириты и известняки) резко обеднены железом, по сравнению со скарнами.

В заключение отметим, что приведенные парагенезисы минералов являются широко распространенными во всех известных биметасоматических скарнах и, следовательно, представляют объект изучения многих исследователей для установления физико-химических условий минералообразования, характерных для скарнового процесса в целом. В этой связи несомненный интерес представляет вопрос температуры образования различных парагенезисов. Согласно исследованиям В. А. Жарикова [3], известковые скарны были образованы главным образом в температурном интервале от 800 до 400°C. Вследствие широкого температурного диапазона скарнового процесса в условиях непрерывного понижения температуры, естественно, составы и парагенезисы скарнов, возникшие при разных температурах, будут различаться. Со-

ответственно изменению минерального парагенезиса скарнов. Этот исследователь выделяет разные температурные фации.

Таким образом, широко распространенные на Дзамском месторождении пироксен-эпидотовые, пироксен-гранат-эпидотовые и пироксен-гранатовые скарны представляют собой отдельные температурные фации и, согласно схеме, предложенной В. А. Жариковым [4], должны быть образованы в интервале температур от 350 до 550°C. Что касается эпидотовых экзоскарнов, которые развиваются в непосредственном контакте с известняками, по всей вероятности, они относятся к еще более низкой (ниже 350°) температурной фации.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт

(Поступило 20.4.1973)

პეტროლოგია

მ. ყუპარაძე, ჯ. ნადარეიშვილი

ძამის საბადოს სკარნების ზონალობის შესახებ

რეზიუმე

ძამის საბადოზე მკვეთრად გამოიყოფა ეგზო- და ენდოსკარნები, რომლებიც ხასიათდებიან კარგად გამოხატული ზონალობით. ეგზოსკარნები აგებულია ეპიდოტიანი, პიროქსენ-ეპიდოტიანი და ეპიდოტ-პიროქსენ-გრანატიანი ზონებით, ხოლო ენდოსკარნები — გრანატიანი და პიროქსენ-გრანატიანი სკარნული ზონებით. ზონები ცალკეული ტემპერატურული ფაციესებია და წარმოშობილია 350—550° ტემპერატურის ინტერვალის პირობებში.

PETROLOGY

M. D. KUPARADZE, J. G. NADAREISHVILI

ON THE SKARN ZONING OF THE DZAMA ORE DEPOSIT

Summary

In the Dzama ore deposit exo- and endoskarms are distinctly manifested, being characterized by clearly-defined zoning. Exoskarms are mainly built up of by epidote, pyroxene-epidote and epidote-pyroxene-garnet skarns, whereas exoskarms by garnet and pyroxene-garnet skarns. These zones represent distinct temperatural facies, apparently formed within the temperature interval of from 350° to 550°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Купарадзе. Геологическое строение, вещественный состав и условия формирования Дзамского скарново-железородного месторождения. Тбилиси, 1966.
2. Дж. Г. Надарейшвили. Геохимия редкоземельных элементов в интрузивах Аджаро-Триалетин. Тбилиси, 1969.
3. В. А. Жариков. Сб. «Генезис эндогенных рудных месторождений». М., 1968.
4. В. А. Жариков. «Проблемы метасоматизма». Труды II конфер. по околорудному метасоматозу. М., 1970.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. И. ЧАНАШВИЛИ

РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНЫХ АРОЧНЫХ ПЛОТИН НА
ГИДРОСТАТИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ И СОБСТВЕННЫЙ ВЕС
СМЕШАННЫМ ВАРИАЦИОННО-СТЕРЖНЕВЫМ
МЕТОДОМ

(Представлено академиком К.-С. Завриевым 30.3.1973)

Рассмотрим класс линейно-деформируемых конструкций арочных плотин, характеризуемый следующими признаками: кривизна плотины в вертикальном направлении незначительна; степень асимметрии плотины умеренная; граничные условия на контакте плотины со скалой несимметричны в любой степени; форма плотины с учетом указанных ограничений произвольная. Пусть к такой конструкции приложена сплошная радиальная нагрузка, распределенная по обоим координатным направлениям по произвольному закону.

Применяется вариант стержневой расчетной модели плотины, в котором обеспечивается совместность одних лишь радиальных перемещений арок и консолей. Задача о несимметричной арочной плотине была решена при указанных условиях К. М. Хуберяном в двух вариантах: 1) при учете поперечных сил только в арках (1964 г.); 2) при их учете в арках и консолях [1]. Цель нашей работы заключается в таком преобразовании указанного первого варианта решения, при котором алгоритм расчета несимметричной арочной плотины получается значительно более компактным и сходным с алгоритмом расчета симметричной арочной плотины. Достигается это путем изменения нумерации расчетных консолей.

Расчетные консоли пронумеруем слева направо так: $1, 2, \dots, k, \dots, g, \dots, i, \dots, \kappa-1, \kappa, \dots, m-1, m$. Самая длинная из расчетных консолей, называемая главной консолью, делит расчетную модель на правую и левую части и имеет номер $\frac{m+1}{2}$. Размещение остальных консолей должно удовлетворять следующим условиям: $H_g = H_{m-g+1}$, где g — номер произвольной расчетной консоли; H_g и H_{m-g+1} — высоты g -й и $(m-g+1)$ -й расчетных консолей. Число консолей, содержащихся в произвольном ярусе расчетной модели, равно $\kappa - k + 1$. В пределах каждого яруса искомая эпюра радиальной нагрузки, передаваемая консолями какой-либо арке, аппроксимируется посредством суммы единичных эпюр, каждая из которых умножена на свой масштабный коэффициент; при этом число суммируемых эпюр равно числу расчетных консолей, пересекающих данный ярус. В силу этой аппроксимации для ар-



ки произвольного яруса, расположенной на расстоянии y от точек пересечения ее с осями расчетных консолей имеем

$$P_a(y) = T^{(\kappa-k+1)}(y) \cdot X(y), \quad (1)$$

где $X(y) = \|X_j(y)\|$ —матрица-столбец порядка $\kappa - k + 1$, элементы которой представляют собой масштабные коэффициенты единичных эпюр; $T^{(\kappa-k+1)}(y) = \|\tau_{gj}(y)\|$ —квадратная матрица порядка $\kappa - k + 1$, элементы которой представляют собой ординаты единичных эпюр радиальной нагрузки в точках пересечения от арки с осями расчетных консолей; $P_a(y) = \|p_{ag}(y)\|$ —матрица-столбец порядка $\kappa - k + 1$, элементы которой представляют собой интенсивности радиальной нагрузки сплошных сил взаимодействия, передаваемой рассматриваемой арке g -й расчетной консолю.

Элементы матрицы $T^{(\kappa-k+1)}(y)$ следует формировать по следующему правилу:

$$\tau_{gj}(y) = \begin{cases} \left(\frac{s}{S_l} \right)^{\left| \frac{m+1}{2} - j \right|} & \text{при } 1 \leq j < \frac{m+1}{2} \text{ и } 0 \leq s \leq S_l; \\ 0 & \text{при } 0 \leq s \leq S_n; \end{cases}$$

$$\tau_{gj}(y) = \begin{cases} \left(\frac{s}{S_n} \right)^{\left| \frac{m+1}{2} - j \right|} & \text{при } \frac{m+1}{2} < j \leq m \text{ при } 0 \leq s \leq S_n; \\ 0 & \text{при } 0 \leq s \leq S_l; \end{cases}$$

$$\tau_{gj}(y) = 1 \text{ при } j = \frac{m+1}{2} \text{ и } 0 \leq s \leq S_l, 0 \leq s \leq S_n,$$

где S_l —длина левой части арки; S_n —длина правой части арки; s —дуговая абсцисса, отсчитываемая по оси арки.

Справедливо следующее условие совместности радиальных перемещений рассматриваемой арки и расчетных консолей:

$$\bar{W}^{(\kappa-k+1)}(y) \cdot X(y) = W(y), \quad (2)$$

где $\bar{W}^{(\kappa-k+1)}(y) = \|\bar{w}_{gj}(y)\|$ —квадратная матрица порядка $\kappa - k + 1$, элементы которой представляют собой радиальные перемещения рассматриваемой арки в точках пересечения ее оси с осями расчетных консолей, вызванные поочередным действием единичных эпюр радиальной нагрузки; $W(y) = \|w_g(y)\|$ —матрица-столбец порядка $\kappa - k + 1$, элементы которой являются радиальными перемещениями расчетных консолей в тех же точках.

Определив $X(y)$ из (2) и подставив в (1), получим следующие основные формулы вариационно-стержневого метода:

$$P_a(y) = \Omega^{(\kappa-k+1)}(y) \cdot W(y), \quad (3)$$



где

$$\Omega^{(\alpha-k+1)}(y) = \mathbf{T}^{(\alpha-k+1)}(y) [\mathbf{W}^{(\alpha-k+1)}(y)]^{-1}; \quad \Omega^{(\alpha-k+1)}(y) = \|\Omega_{gi}^{(\alpha-k+1)}\|;$$

$$g = k, k+1, \dots, \alpha-1, \alpha; \quad i = k, k+1, \dots, \alpha-1, \alpha.$$

Через $\Omega_{gi}^{(\alpha-k+1)}(y)$ обозначена функция влияния радиального перемещения произвольной i -й расчетной консоли в рассматриваемом произвольном ярусе на интенсивность реакции «упругого основания», образованного арками, приложенной к g -й расчетной консоли в том же ярусе. Такие функции в вариационно-стержневом методе кратко называются функциями влияния и отражают всю информацию о формах арок.

Привлекая для системы расчетных консолей, рассматриваемых на произвольном ярусе, общеизвестные дифференциальные уравнения изогнутых осей стержней при поперечном изгибе от активной и реактивной нагрузок и подставляя (3) в эти уравнения, получаем следующую систему обыкновенных дифференциальных уравнений вариационно-стержневого метода для несимметричных арочных плотин:

$$[\mathbf{I}(y) \cdot \mathbf{W}''(y)]'' + \Omega^{(\alpha-k+1)}(y) \cdot \mathbf{W}(y) = \frac{1}{E} \mathbf{P}(y), \quad (4)$$

где $\mathbf{I}(y) = \|I_{gg}(y)\|$ — диагональная матрица порядка $\alpha-k+1$, элементы которой $I_{gg}(y) = I_g(y)$ представляют собой моменты инерции поперечного сечения произвольной g -й расчетной консоли; $\mathbf{P}(y) = \|p_g(y)\|$ — матрица-столбец порядка $\alpha-k+1$, элементы которой представляют собой значения интенсивности внешней сплошной радиальной нагрузки на осях расчетных консолей ($g = k, k+1, \dots, \alpha-1, \alpha$).

К системе (4) необходимо добавить следующие условия:

$$k = 1, \alpha = m \text{ для } 0 \leq y \leq H_1 \text{ и } H_m \leq y \leq H_{m-1};$$

$$k = 2, \alpha = m - 1 \text{ для } H_1 \leq y \leq H_2 \text{ и } H_{m-1} \leq y \leq H_{m-2};$$

$$k = \frac{m+1}{2}, \quad \alpha = \frac{m+1}{2} \text{ для } H_{(m-1)/2} \leq y \leq H_{(m+1)/2}.$$

Запись граничных условий для системы (4) и путь ее решения такие, как и в работах [1, 2].

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 6.4.1973)

საშენებლო მეცნიერება

ა. ჩახანაშვილი

არასიმეტრიული თაღოვანი კაშხლის გათვლა ჰიდროსტატიკური და საკუთრივი წონის პირობებში უარყოფით ვარიაციულ-ღებროვანი მეთოდით

რეზიუმე

არასიმეტრიული თაღოვანი კაშხლის გათვლა უარყოფით ვარიაციულ-ღებროვანი მეთოდით მიიყვანება ისეთ ამოცანაზე, რომელიც ამოხსნის სირთულე ემსგავსება სიმეტრიული თაღოვანი კაშხლის ამოხსნას.

A. I. CHACHANASHVILI

DESIGN OF ASYMMETRIC ARCH DAMS UNDER HYDROSTATIC
LOAD AND OWN WEIGHT BY THE MIXED VARIATION BAR
METHOD

Summary

The design of an asymmetric arch dam by the mixed variation bar method is reduced to the form whose solution is —as to the degree of complexity —similar to the solution for a symmetrical arch dam.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Хуберян, И. И. Гудушаури. Труды симпозиума «Применение ЭВМ для решения задач, связанных с исследованием, проектированием, строительством и эксплуатацией гидросооружений (ЭВМ ГЭС-73)». Л., 1973.
2. К. М. Хуберян, И. И. Гудушаури. Сб. «Исследования по строительной механике». Тбилиси, 1973.

Л. А. ДЖАПАРИДЗЕ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПО ПРЕДЕЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ
 КОЛЬЦЕВОЙ КРЕПИ ВЫРАБОТКИ В ПОЛЗУЧЕМ МАССИВЕ
 ГОРНЫХ ПОРОД

(Представлено академиком К. С. Завриевым 28.3.1973)

Рассматривая процесс ползучести массива горных пород на основе общего закона линейного деформирования материалов, описываемого интегральным уравнением наследственности Вольтерра, и анализируя работу конструкции крепи методами строительной механики, в работе [1] мы получили расчетные формулы напряжений на крепь P_0 , уравнения деформации контура кольца U_0 , нормальной силы N_0 и изгибающего момента M_0 , действующих в его сечениях. Эти формулы для случаев, когда крепь не сцеплена с породой и касательные контактные напряжения практически равны нулю, имеют вид

$$P_0 = P_0 - P_2 \cos 2\theta, \quad (1) \quad U_0 = \frac{P_0 R^2 b}{E_k F} - \frac{P_2 R^4 b}{9 E_k I} \cos 2\theta, \quad (2)$$

$$N_0 = R \left(P_0 + \frac{P_2}{3} \cos 2\theta \right), \quad (3) \quad M_0 = \frac{P_2 R^2}{3} \cos 2\theta, \quad (4)$$

$$P_0 = \frac{P(1+\lambda)}{2} \frac{1}{\frac{k_0(t)}{R^2 b} - \frac{1}{k_0(t_1)}}, \quad P_2 = \frac{P(1-\lambda)}{2} \frac{1}{\frac{k_2'(t)}{R^4 b} - \frac{1}{\frac{9 E_k I}{k_2''(t_2)}}},$$

где при использовании в интегральных уравнениях абелева ядра ползучести

$$\frac{1}{k_0(t)} = \frac{R}{E} \left[1 + \nu + \frac{3\delta}{2(1-\alpha)} t^{1-\alpha} \right], \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_2'(t)} = \frac{R}{E} \left[(1+\nu)(3-4\nu) + \frac{3\delta}{2(1-\alpha)} t^{1-\alpha} \right], \quad (6)$$

$$\frac{1}{k_2''(t)} = \frac{R}{E} \left[(1+\nu)(5-6\nu) + \frac{3\delta}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]. \quad (7)$$

В вышеприведенных выражениях R и b — радиус внешнего контура и высота кольца; F и I — площадь и момент инерции его сечения по образующей; E_k — модуль упругости материала крепи; E , ν , α и δ —



модуль упругости, коэффициент Пуассона и параметры ползучести породного массива [2]; P и λP — вертикальные и горизонтальные напряжения в нетронутом массиве горных пород; θ — угол отсчитываемый с горизонтальной оси кольца; t_1 — время, за которое выработка стояла без крепи; t_2 — время совместной работы крепи и породы; $t = t_1 + t_2$.

Вычислив по формулам (3), (4) максимальные значения внутренних усилий, проверяем прочность заданной крепи, работающей в упругой стадии, по условию

$$R^p \geq \sigma_\theta = \frac{N_{\max}}{F} \pm \frac{M_{\max}}{W}, \quad (8)$$

где R^p — расчетное сопротивление материала крепи; W — момент сопротивления ее сечения.

Анализ уравнений (1)—(8) показывает, что с ростом нагрузок P_θ окружные напряжения σ_θ в сечениях $\theta=0$; π раньше, чем в другом месте, достигнут предела текучести материала σ_T , а изгибающие моменты — предельной величины $M_{пр}$, которую можно определить формулой Гиркмана [3]:

$$M_{пр} = M_{пл} \left(1 - \frac{N_\theta^2}{N_{пл}^2} \right), \quad (9)$$

где $M_{пл}$ и $N_{пл}$ — предельные пластические изгибающий момент и нормальная сила.

С дальнейшим ростом нагрузок нормальная сила N_θ достигнет своего предела $N_{пл} = F\sigma_T$ и, как это видно из (9), в рассматриваемых сечениях возникнут пластические шарниры с нулевыми моментами.

Следующие пластические шарниры зародятся в сечениях $\theta = \pi/2$, $3\pi/2$ и кольцевая конструкция станет «механизмом». Однако, ввиду наличия связей со стороны породного массива, она будет работать на сжатие. Дальнейший рост совместной деформации крепи и породы приведет к тому, что во всех сечениях нормальная сила достигнет значения предельной пластической силы, изгибающие моменты аннулируются, а уравнение (2) изогнутого контура кольца примет вид

$$U_\theta = \frac{P(1+\lambda)}{2} \left[\frac{1}{k_0(t)} - \frac{1}{k_0(t_1)} \right] - \frac{F\sigma_T}{Rbk_0(t_2)} - \frac{P(1-\lambda)}{2} \left[\frac{1}{k'_2(t)} - \frac{1}{k'_2(t_1)} \right] \cos 2\theta. \quad (10)$$

Соответствующее приращение кривизны оси кольца в сечении θ

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R} = - \frac{1}{R^2} \left(U_\theta + \frac{d^2 U_\theta}{d\theta^2} \right). \quad (11)$$

Если через ϵ_θ обозначить относительную деформацию в точке на расстоянии y от нейтрального слоя в сечении θ , то, исходя из за-



висимостей геометрических характеристик кольца [4] при его изгибе, будет справедливым уравнение

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R} = \frac{\varepsilon_{\theta}(R+y)}{Ry}. \quad (12)$$

Совместное решение уравнений (10) — (12) дает

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\theta} = & \frac{P(1+\lambda)}{2R} \left[\frac{1}{k_0(t)} - \frac{1}{k_0(t_1)} \right] - \frac{F\sigma_T}{R^2 b k_0(t_2)} + \\ & + \frac{3P(1-\lambda)}{2R \left(\frac{R}{y} + 1 \right)} \left[\frac{1}{k'_2(t)} - \frac{1}{k'_2(t_1)} \right] \cos 2\theta. \end{aligned} \quad (13)$$

Для кольцевых крепей с наибольшей практически приемлемой толщиной максимальные окружные относительные деформации, которые будут иметь место во внутренних точках сечений $\theta=0; \pi$, выразятся так:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\max} = & \frac{P(1+\lambda)}{2R} \left[\frac{1}{k_0(t)} - \frac{1}{k_0(t_1)} \right] - \frac{F\sigma_T}{R^2 b k_0(t_2)} + \\ & + \frac{R(1-\lambda)}{6R} \left[\frac{1}{k'_2(t)} - \frac{1}{k'_2(t_1)} \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Если за критерий соблюдения несущей способности крепи приемлем условие

$$\varepsilon_{\max} \leq [\varepsilon], \quad (15)$$

где $[\varepsilon]$ — максимальные допустимые относительные деформации материала крепи при длительном действии нагрузок, то минимальную площадь сечения крепи, необходимую для подкрепления выработки, можно вычислить формулой, полученной из (14), подставив в нее выражения (5), (6) и (15):

$$F = \frac{Rb}{\sigma_T \left[1 + \nu + \frac{3\delta}{2(1-\alpha)} t_2^{1-\alpha} \right]} \left\{ (2+\lambda) \frac{P\delta}{2(1-\alpha)} (t^{1-\alpha} - t_1^{1-\alpha}) - E[\varepsilon] \right\}. \quad (16)$$

Ввиду того что в (14) относительная деформация ε_{\max} , являющаяся функцией времени, заменена ее фиксированным предельным значением, (16) имеет смысл для тех значений t , при которых член в фигурных скобках — положительная величина.

Эта формула позволяет вести подбор сечения кольцевой крепи по предельному состоянию, когда материал находится в стадии текучести и в двух точках (во внутренних точках сечений $\theta=0; \pi$) окружные относительные деформации достигают предельных величин.

ლ. ჯაპარიძე

ცოცვალ ქანებში გვირაბის რბოლური სამაგრის ზღვრული
 მდგომარეობის მეთოდით გათვლის საკითხისათვის

რეზიუმე

შემუშავებულია პლასტიკური დენადობის სტადიაში მომუშავე სამაგრის
 კვეთის ფართის გაანგარიშების მეთოდი.

STRUCTURAL MECHANICS

L. A. JAPARIDZE

ON THE CALCULATION OF CIRCULAR STULLS OF WORKINGS
 IN CREEPING ROCKS BY THE METHOD OF LIMITING STATE

Summary

A method is proposed for calculating the sectional area of stulls oper-
 ating in the stage of plastic flow.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Джапаридзе. Сб. «Вопросы физики горных пород», IV. Тбилиси, 1972.
2. Ж. С. Ержанов. Теория ползучести горных пород и ее приложения. Алма-Ата, 1964.
3. Б. Г. Нил. Расчет конструкций с учетом пластических свойств материалов. М., 1961.
4. С. П. Тимошенко. Курс сопротивления материалов. М.-Л., 1928.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. Д. СЕПИАШВИЛИ, Т. Ш. ЯМАНИДЗЕ

О ГАШЕНИИ КОЛЕБАНИЙ КОРПУСА СТАНКА ВРАЩАТЕЛЬНО-УДАРНОГО БУРЕНИЯ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 9.4.1973)

Последовательность ударных импульсов, распространившись по штангам станка вращательно-ударного бурения, частично отражается от границы звена «коронка-забой» и воздействует на корпус бурильной машины. Целью работы является анализ спектра отраженных импульсов и подбор параметров упругих прокладок-гасителей, помещаемых между хвостовиком ударника и шпинделем бурильной машины.

Условия отражения от забоя зависят от соотношения волнового сопротивления штанг и входного сопротивления забоя. Примем в качестве расчетной модели забоя полубесконечный цилиндр с площадью поперечного сечения S_3 , равной площади поперечного сечения коронки. В этом случае входное сопротивление забоя равно его волновому сопротивлению и при пренебрежении потерями рассчитывается по формуле

$$Z_3 = \rho_3 \cdot a_3 \cdot S_3,$$

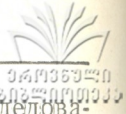
где ρ_3 —плотность породы, a_3 —скорость звука. Например, для гранитного забоя $Z_3 = 4,85 \times 10^4$ н·сек/м. Волновое сопротивление штанг $Z = 2,4 \times 10^4$ н·сек/м меньше Z_3 . В этом случае отраженная последовательность ударных импульсов может быть описана выражением

$$F(p) = \frac{1}{Z} \cdot \frac{\frac{Z}{Z_3} + th \frac{p}{a} l}{1 + \frac{Z}{Z_3} \cdot th \frac{p}{a} l} \cdot \frac{Kp}{\left(p + \frac{1}{\tau}\right)^2} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-nTp}, \quad (1)$$

где $a = 5,15 \times 10^3$ м/сек—скорость распространения импульса;

$T = 0,02$ сек—период следования импульсов; $\tau = 0,001$ сек—время достижения максимума; l —общая длина штанг; K —постоянный коэффициент.

Построены амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики выражения (1) для различных l . Резонансные частоты бурильного става равны $\omega_m = m \frac{\pi a}{2l} = 8100 \frac{m}{l}$ гц ($m = 1, 2, 3, \dots$) и при изменении l , то есть с глубиной бурения, изменяются в значительных пределах. Соответственно изменяется и спектр выражения (1).



В качестве примера на рис. 1 приведены модуль и фаза последовательности ударных импульсов, приложенных к корпусу бурильной машины, при $l=27$ м.

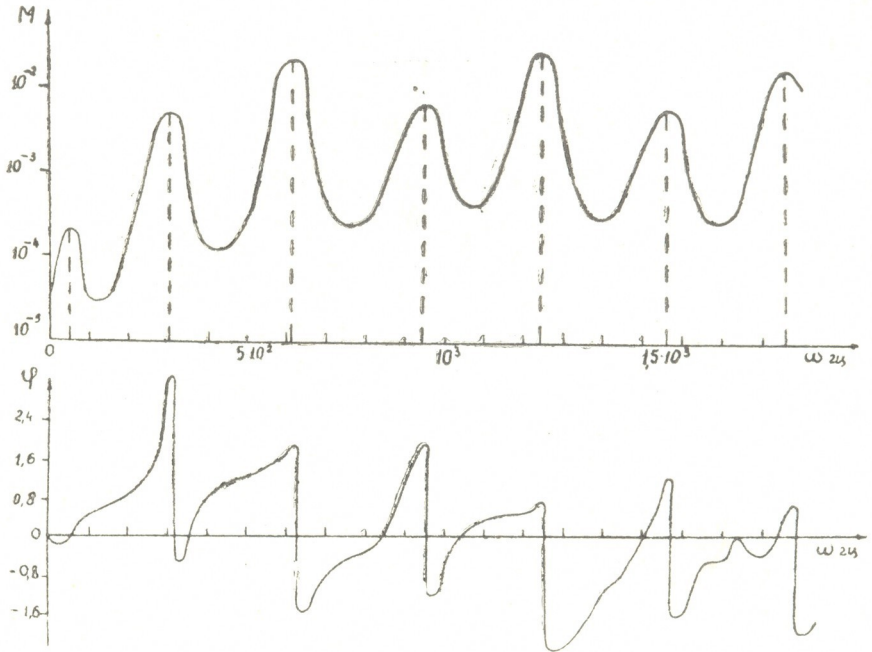


Рис. 1

Как показывает анализ частотных характеристик, отстройка, резонансной частоты корпуса от спектра приложенных воздействий не представляется возможной. По этой причине целесообразным является демпфирование колебаний корпуса с помощью упруго-демпфирующих прокладок-гасителей.

Уравнение колебаний корпуса с гасителем запишем в виде

$$u(p) = \frac{p^2 m_k + K_n}{p^2 (m_k + m_x) + pR_r + (K_n + K_r)} F(p), \quad (2)$$

где m_k —масса корпуса; m_x —масса хвостовика; K_n —жесткость податчика; K_r —жесткость гасителя; R_r —сопротивление гасителя.

Исследуем зависимость эффективности гашения колебаний корпуса от сопротивления гасителя. Интеграл спектральной плотности энергии колебаний в интервале от 0 до частоты среза ω_{cp} имеет вид

$$J = \int_0^{\omega_{cp}} \left| \frac{\dot{u}(i\omega)}{F(i\omega)} \right|^2 d\omega = \omega_{cp} + \frac{D_1}{L_1} \arctg \frac{\omega_{cp}}{L_1} + \frac{D_2}{L_2} \arctg \frac{\omega_{cp}}{L_2}, \quad (3)$$

где

$$D_{1,2} = \frac{a \sqrt{B^2 - 4AC} \mp (aB - 2Ab)}{2A \sqrt{B^2 - 4AC}};$$

$$L_{1,2} = \sqrt{\frac{B \mp \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}};$$

$$a = 2m_k K_r - R_r; \quad b = -K_r(2K_n + K_r);$$

$$A = m_k^2; \quad B = R_r^2 - 2m_k(K_n + K_r); \quad C = (K_n + K_r)^2.$$

Зависимость $J(R_r)$ не поддается анализу в общем виде из-за сложности коэффициентов $D_{1,2}$, $L_{1,2}$. Поэтому используем предельное значение (3). Согласно теоремы об оценке интеграла

$$J < J_{\text{пр}} = \omega_{\text{ср}} \cdot \left| \frac{u(i\omega)}{F(i\omega)} \right|_{\text{макс}}^2.$$

Максимальное значение квадрата модуля достигается, очевидно, при резонансной частоте. Полагая $\omega_p \simeq \sqrt{\frac{K_n + K_r}{m_k}}$, получим

$$J_{\text{пр}} = \frac{m_k \cdot K_r^2}{K_n + K_r} \cdot \frac{\omega_{\text{ср}}}{R_r^2}. \quad (4)$$

График выражения (4) — кривая гиперболического типа, убывающая с увеличением R_r от ∞ до 0. Полученная оценка позволяет сделать вывод о необходимости применения для виброзащиты материала, обладающего наибольшей возможной демпфирующей способностью. В качестве такового, на основании исследования различных упругих материалов [1], предлагается использовать металлическую резину.

При подборе жесткости гасителя учитывалось, что он кроме ударной воспринимает также и статическую нагрузку — осевое усилие на забой.

На стенде Института «Гипронибель» совместно с названным институтом проведены испытания гасителей промышленного образца станка вращательно-ударного бурения.

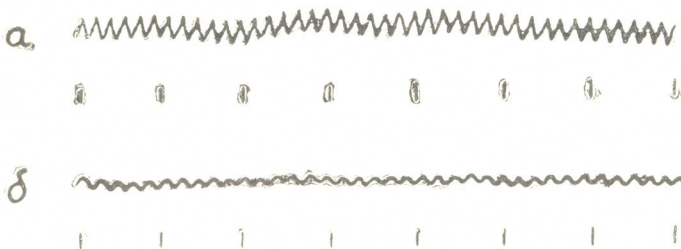


Рис. 2

Элементы из металлической резины были установлены между хвостовиком ударника и шпинделем и вместо тарельчатых пружин, смягчающих удары хвостовика по передней крышке корпуса. Бурение производилось в глыбе из карельского гранита крепостью 12—14 по



шкале проф. Протодьяконова. Продолжительность бурения ла две смены. Измерение вибраций производилось непосредственно у хвостовика и на корпусе машины при работе с виброгасителями и без них. В качестве примера на рис. 2, а, б приведены осциллограммы колебаний корпуса без виброгасителей (а) и с виброгасителями (б). Как видно из приведенных осциллограмм, при работе с виброгасителями амплитуда колебаний уменьшилась в два раза. Отмечено также снижение шума установки.

Таким образом, применение виброгасителей из металлической резины существенно уменьшает уровень вибраций и шумов и создает условия для повышения долговечности узлов станка вращательно-ударного бурения, а также улучшает условия труда обслуживающего персонала.

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

(Поступило 6.4.1973)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ა. სეპიაშვილი, თ. იამანიძე

ბრუნვა-დარტყმითი საბურღი დაზვის კორპუსის
რხევების ძრ. მზის შესახებ

რეზიუმე

ჩატარებულია არეკლილი იმპულსების სპექტრის ანალიზი და შერჩეულია დრეკალ-მადემფირებელი ელემენტების პარამეტრები საბურღი მანქანის რხევების ჩასაქრობად. აგებულია დარტყმითი იმპულსების მიმდევრობის ამპლიტუდურ-სიხშირული და ფაზურ-სიხშირული მახასიათებლები საბურღი მანქანის სხვადასხვა სიგრძის შტანგებისათვის. მოცემულია ბრუნვა — დარტყმითი მოქმედების საბურღი დაზვის ვიბრომქრობების გამოცდის შედეგები.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. D. SEPIASHVILI, T. Sh. IAMANIDZE

ON THE DAMPING OF THE FRAMEWORK VIBRATIONS OF
A ROTARY-PERCUSSION DRILLING RIG

Summary

The spectrum of impulses reflected due to bit driving and affecting the rig framework has been analyzed and the parameters of elastic washer-dampers for damping of the rig framework vibrations have been selected. The amplitude-frequency and phase-frequency characteristics for different rod lengths have been established. Test data of the dampers of the rotary-percussion drilling rig of the industrial prototype are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Дзидзигури, А. Д. Сепиашвили, Г. М. Диланов, Т. Ш. Яманидзе. Горнорудная промышленность, Грузинский НИИ научно-технической информации и технико-экономических исследований, № 2, 1973.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Б. Р. БАНДЗЕЛАДZE

К ГАШЕНИЮ КОЛЕБАНИЙ ОТБойНОГО УСТРОЙСТВА
УЗКОЗАХВАТНОГО ВЫЕМОЧНОГО КОМБАЙНА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 3.4.1973)

В рабочем процессе добычных комбайнов неоднородность разрушаемого массива обуславливает возникновение знакопеременных нагрузок. Эти нагрузки, ввиду специфических условий работы, имеют крутильные, продольные и поперечные динамические составляющие. Возмущающая сила к оси вала имеет небольшой угол наклона, и поэтому поперечная составляющая возмущающей силы, по сравнению с двумя первыми, незначительна.

Нашей целью является исследование крутильных и продольных колебаний системы валопровод-диск и подбор параметров упругих элементов гасителей.

Уравнения крутильных и продольных колебаний вала в операторной форме соответственно имеют вид

$$M_{\text{в}}(p) = \frac{\theta_0 a_k \operatorname{th} \frac{pl}{a_k}}{pl + R + \frac{K_{\text{кр}}}{p}} M_c(p), \quad (1)$$

$$U_{\text{в}}(p) = \frac{\rho a_{\text{пр}} s \operatorname{th} \frac{pl}{a_{\text{пр}}}}{pm + r + \frac{K_{\text{пр}}}{p}} F_c(p), \quad (2)$$

где $M_{\text{в}}(p)$ —крутящий момент на валу; $M_c(p)$ —приложенная к режущему диску динамическая составляющая момента сопротивления; $Z = \theta_0 a_k$ —волновое сопротивление вала при крутильных колебаниях; θ_0 —погонный момент инерции вала относительно продольной оси; a_k —скорость распространения крутильных волн; l —расстояние от конца вала до середины диска; I —момент инерции диска относительно оси вала; R —коэффициент демпфирования гасителя на кручение; $K_{\text{кр}}$ —жесткость гасителя на кручение; $U_{\text{в}}(p)$ —продольное усилие вала; $F_c(p)$ —приложенная к диску продольная динамическая составляющая возмущающей силы; $Z_1 = \rho a_{\text{пр}} s$ —волновое сопротивление вала при продольных колебаниях; s —площадь поперечного сечения вала; m —масса диска; r —коэффициент демпфирования гасителя при продольных колебаниях; $K_{\text{пр}}$ —продольная жесткость гасителя.



Из уравнения (1) определим модуль крутильных колебаний

$$\left| \frac{M_B(p)}{M_C(p)} \right| = \frac{\theta_0 a_k \operatorname{tg} \frac{\omega l}{a_k}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega l - \frac{K_{кр}}{\omega} \right)^2}}. \quad (3)$$

Для определения максимума модуля (3) необходимо знать резонансную частоту системы. Как показывает анализ амплитудно-частотных характеристик, резонансная частота приближенно может быть определена по формуле

$$\omega_p \approx \omega_c = \sqrt{\frac{K_{кр}}{m}}, \quad (4)$$

где ω_c — собственная частота системы.

Подставляя (4) в (3), имеем

$$\left| \frac{M_B(p)}{M_C(p)} \right|_{\max} = \frac{\operatorname{const}}{R}. \quad (5)$$

Таким образом, зависимость максимума модуля от коэффициента демпфирования гасителя на кручение изменяется по гиперболическому закону.

Представляет интерес также исследование зависимости резонансной частоты от жесткости гасителя на кручение. Как показывает анализ, эта зависимость сводится к уравнению (4).

Для исследования продольных колебаний вала определим модуль уравнения (2):

$$\left| \frac{U_B(p)}{F_C(p)} \right| = \frac{\rho a_{пр} s \operatorname{tg} \frac{\omega l}{a_{пр}}}{\sqrt{r^2 + \left(\omega m - \frac{K_{пр}}{\omega} \right)^2}}. \quad (6)$$

Аналогично вышеизложенному, исследуя $\left| \frac{U_B(p)}{F_C(p)} \right|_{\max} = f(r)$ и $\omega_p = f(K_{пр})$, приходим соответственно к гиперболической и параболической зависимостям.

Наряду с валом, слабым звеном отбойного устройства является диск с режущими зубьями. Исследуем влияние параметров гасителя на колебания диска.

Уравнения крутильных и продольных колебаний диска в операторной форме соответственно имеют вид

$$[p^2 I + pR + K_{кр}] \varphi(p) = M_C(p), \quad (7)$$

$$[p^2 m + pr + K_{пр}] S(p) = F_C(p), \quad (8)$$

где $\varphi(p)$ — угол поворота диска; $S(p)$ — продольное перемещение диска.

Модули выражений (7) и (8) имеют соответственно вид

$$\left| \frac{\varphi(p)}{M_c(p)} \right| = \frac{1}{\sqrt{(K_{кр} - \omega^2 I)^2 + \omega^2 R^2}}, \quad (9)$$

$$\left| \frac{S(p)}{F_c(p)} \right| = \frac{1}{\sqrt{(K_{пр} - \omega^2 m)^2 + \omega^2 r^2}}. \quad (10)$$

Анализируя (9), получаем

$$\left| \frac{\varphi(p)}{M_c(p)} \right|_{\max} = \frac{\text{const}}{R}, \quad (11)$$

$$\omega_p \simeq \text{const} \sqrt{K_{кр}}. \quad (12)$$

Аналогичные зависимости получаются и для продольных колебаний диска.

Таким образом, для эффективного гашения крутильных и продольных колебаний вала и диска отбойного устройства узкозахватного выемочного комбайна «Шахан» гаситель должен иметь высокую демпфирующую способность и возможность изменения жесткости в широких пределах с целью отстройки системы от резонансных режимов. На основании полученных результатов можно заключить, что с целью гашения колебаний отбойного устройства комбайна «Шахан», так же как и для широкозахватного комбайна «Донбасс-1Г» [1], целесообразно применение динамического гасителя на элементах из металлической резины.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 6.4.1973)

საბაღოთა დამუშავება და გამოდგება

ბ. ბანძელაძე

მოკლევანიკონომიკური ამოცანები კომპანის მომხრეები

მოწყობილობის რეგულირების პრობლემების

რეზიუმე

განხილულია აღნიშნული კომპანის ლიფისა და დისკის გრეხვითი და განვი რეგულირების მიღებული შედეგების საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომ კომპანის „შახანის“ მომხრეები მოწყობილობის რეგულირების ეფექტური პრობლემების მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს დინამიკური ჩამქრობი მეტალური რეზინის ელემენტებზე.

B. R. BANDZELADZE

ON THE DAMPING OF THE VIBRATIONS OF THE BREAKING-
-OUT DEVICE OF A NARROW STOPING MACHINE

Summary

Torsional and longitudinal vibrations of the shaft-drive-disk system of the machine are considered. On the basis of the results obtained it is concluded that the use of a dynamical damper of rubber-metal elements is advisable for the purpose of an effective damping of the vibrations of the breaking-out device of the *Shakhan* narrow stoping machine.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Дзидзигури, А. Д. Сепиашвили, Г. Г. Касрадзе, Б. Р. Бандзеладзе. Сообщения АН СССР, 68, 3, 1972.

А. С. ВАШАКИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОКАТКЕ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ КАЛИБРЕ С НАТЯЖЕНИЕМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 28.3.1973)

Рассмотрим прокатку в прямоугольном калибре с передним и задним натяжениями [1].

Учитывая, что силы трения по дну калибра изменяются по прямолинейному закону, а на боковых стенках калибра — по закону сухого трения [1, 2], и решая интегральные уравнения баланса энергии [1], получаем следующие дифференциальные уравнения прокатки: для зоны отставания

$$\frac{dp_x}{dx} - \frac{\alpha \delta_{от}}{h_0 - \alpha x} p_x + \frac{k\alpha}{h_0 - \alpha x} - \frac{k \left[1 - (1 + \xi) \frac{x}{l} \right]}{h_0 - \alpha x} = 0, \quad (1)$$

для зоны опережения

$$\frac{dp_x}{dx} - \frac{\alpha \delta_{оп}}{h_1 + \alpha x} p_x - \frac{k\alpha}{h_1 + \alpha x} - \frac{k \left[\xi - \frac{1 + \xi}{l} x \right]}{h_1 + \alpha x} = 0. \quad (2)$$

После решения уравнения (1) относительно p_x получим

$$p_{x(от)} = - \frac{k}{\alpha \delta_{от}} \left[1 - (1 + \xi) \frac{h_0}{\alpha l} \right] + \frac{k}{\delta_{от}} - \frac{(1 + \xi) k}{\alpha^2 l (\delta_{от} + 1)} \times \\ \times (h_0 - \alpha x) + C_1 (h_0 - \alpha x)^{-\delta_{от}}, \quad (3)$$

где

$$\delta_{от} = \frac{h_3 m}{b_c} (2f - \sin \delta_1); \quad (4)$$

p_x — радиальное удельное давление; m — коэффициент, определяющий отношение бокового удельного давления к вертикальному давлению [3]; h_3 — высота заполнения калибра металлом; δ_1 — угол наклона боковой стенки калибра; b_c — средняя ширина полосы; f — коэффициент трения; k — сопротивление деформации при линейном сжатии и растяжении; ξ — коэффициент, учитывающий отношение длины зоны опережения к длине зоны отставания.

Произвольную постоянную определим из граничных условий

$p_{x/x=0} = \rho_0 k$ (где $\rho_0 = 1 - \frac{\sigma_0}{k}$; σ_0 — заднее натяжение), тогда получим следующие



щее выражение распределения удельных давлений по длине очага деформации для зоны отставания:

$$\frac{p_{x(\text{от})}}{k} = \left\{ \rho_0 + \left[1 - \left(\frac{h_x}{h_0} \right)^{\delta_{\text{от}}} \right] \left[\frac{1}{\alpha \delta_{\text{от}}} \left(1 - \frac{1 + \xi}{\alpha l} h_0 \right) \right] \right\} \left(\frac{h_0}{h_x} \right)^{\delta_{\text{от}}} - \frac{1 + \xi}{\alpha^2 l (\delta_{\text{от}} + 1)} \left[h_x - \left(\frac{h_0}{h_x} \right)^{\delta_{\text{от}}} \cdot h_0 \right] + \frac{1}{\delta_{\text{от}}} \left[1 - \left(\frac{h_0}{h_x} \right)^{\delta_{\text{от}}} \right]. \quad (5)$$

Из уравнения (2), задавшись граничным условием $p_{x/x=0} = \rho_1 k$ (где $\rho_1 = 1 - \frac{\sigma_1}{k}$; σ_1 — переднее натяжение), получим

$$\frac{p_{x(\text{оп})}}{k} = \left\{ \rho_1 + \left[1 - \left(\frac{h_1}{h_x} \right)^{\delta_{\text{оп}}} \right] \left[\frac{1}{\alpha \delta_{\text{оп}}} \left(\xi + \frac{1 + \xi}{\alpha l} h_1 \right) \right] \right\} \left(\frac{h_x}{h_1} \right)^{\delta_{\text{оп}}} - \frac{1 + \xi}{\alpha^2 l (1 - \delta_{\text{оп}})} \left[h_x - \left(\frac{h_x}{h_1} \right)^{\delta_{\text{оп}}} h_1 \right] - \frac{1}{\delta_{\text{оп}}} \left[1 - \left(\frac{h_x}{h_1} \right)^{\delta_{\text{оп}}} \right], \quad (6)$$

где

$$\delta_{\text{оп}} = \frac{2 h_x m}{b_c} \left(\frac{2 f}{\alpha} + \sin \delta_1 \right). \quad (7)$$

Среднее удельное давление металла на валки [1] можно определить исходя из выражений (5) и (6) с учетом влияния внешних зон (n''_{σ}) на давление [4]. Тогда получим

$$\begin{aligned} p_{\text{ср}} = k n''_{\sigma} & \left\{ \frac{\rho_0 (h_0 - h_{\text{н}}) + \rho_1 (h_{\text{н}} - h_1)}{\Delta h} + \right. \\ & + \left[\rho_0 \delta_{\text{от}} - 1 + \frac{1}{\alpha} \left(1 - \frac{1 + \xi}{\Delta h} h_0 \right) \right] \left[\frac{(h_0^{1-\delta_{\text{от}}} - h_{\text{н}}^{1-\delta_{\text{от}}}) h_0^{\delta_{\text{от}}}}{(1 - \delta_{\text{от}}) \Delta h} - \right. \\ & - \left. \frac{h_0 - h_{\text{н}}}{\Delta h} \right] \frac{1}{\delta_{\text{от}}} - \frac{1 + \xi}{\alpha \Delta h^2 (1 + \delta_{\text{от}})} \left[\frac{h_0^2 - h_{\text{н}}^2}{2} - \frac{(h_0^{1-\delta_{\text{от}}} - h_{\text{н}}^{1-\delta_{\text{от}}}) h_0^{1+\delta_{\text{от}}}}{1 - \delta_{\text{от}}} \right] + \\ & + \left[\rho_1 \delta_{\text{оп}} + 1 + \frac{1}{\alpha} \left(\xi + \frac{1 + \xi}{\Delta h} h_1 \right) \right] \times \\ & \times \left[\frac{h_{\text{н}}^{1+\delta_{\text{оп}}} - h_1^{1+\delta_{\text{оп}}}}{\Delta h \cdot h_1^{\delta_{\text{оп}}} (1 + \delta_{\text{оп}})} - \frac{h_{\text{н}} - h_1}{\Delta h} \right] \frac{1}{\delta_{\text{оп}}} - \frac{1 + \xi}{\alpha \Delta h^2 (1 - \delta_{\text{оп}})} \times \\ & \times \left[\frac{h_{\text{н}}^2 - h_1^2}{2} - \frac{(h_{\text{н}}^{1+\delta_{\text{оп}}} - h_1^{1+\delta_{\text{оп}}}) h_1}{(1 + \delta_{\text{оп}}) h_1^{\delta_{\text{оп}}}} \right]. \quad (8) \end{aligned}$$

Высота нейтрального сечения определяется по данным работы [5].

Крутящий момент прокатки в прямоугольном калибре (с натяжением) для одного валка в общем виде равен

$$M_{\text{пр}} = \frac{d g}{2} \iint \tau_s ds + \left[\iint_{s'_\delta} \tau_s d'_\delta ds - \iint_{s''_\delta} \tau_s d''_\delta ds \right] + [M_0 - M_1], \quad (9)$$



где d_g —диаметр валка по дну калибра; d'_δ и d''_δ —диаметры боковой поверхности соответственно для зоны отставания и опережения [6, 7]; S'_δ и S''_δ —площадь боковой контактной поверхности соответственно для зоны отставания и опережения; M_0 и M_1 —моменты, возникающие соответственно передним и задним натяжениями.

Первый член уравнения (9) представляет собой момент сил трения по дну калибра:

$$M_{\text{пр.г}} = \frac{d_g^2 b'_k}{4} \int_0^\alpha \tau_x d\varphi_x = \frac{d_g^2 b'_k k}{8} \int_0^{\alpha_g} \left[1 - (1 + \xi) \frac{d_g}{2l_g} \sin \varphi \right] d\varphi, \quad (10)$$

где b'_k — ширина дна калибра.

Два последующих члена уравнения (9) представляют собой моменты сил трения на боковых поверхностях калибра.

Следуя работе [7], можно написать, что

$$S'_\delta = 0,35 d_g \left(\alpha - \arcsin \frac{\xi \sin \alpha}{1 + \xi} \right) h_3, \quad (11)$$

$$S''_\delta = 0,5 d_g \arcsin \frac{\xi \sin \alpha}{1 + \xi} h_3. \quad (12)$$

После решения уравнения (9) с учетом уравнений (11) и (12) получим

$$M_{\text{пр}} = \frac{k}{8} d_g^2 b'_k \left[\alpha - (1 + \xi) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right] + m f p_x d_g d_\delta h_3 \left(0,35 \alpha - 0,85 \arcsin \frac{\xi \sin \alpha}{1 + \xi} \right) + \frac{1}{4} F_1 d_c (\sigma_0 \lambda - \sigma_1),$$

где λ —вытяжка полосы; F_1 —поперечное сечение после прокатки; $d_\delta = d'_\delta = d''_\delta = d_g + 0,7 h_3$ —среднедействующий диаметр боковой контактной поверхности; d_c —средний диаметр валка.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

(Поступило 6.4.1973)

მეტალურგია

ა. ვაზაკიძე

ქალღმერთი პარამეტრების განსაზღვრა სწორკუთხა კალიბრებში
ლაჭიმვით გლინვისას

რ ე ზ ი უ მ ე

მუშაობის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულია წნევის ძალისა და მგრეხავი მომენტის საანგარიშო ფორმულები ზოლის წინა და უკანა დაკიმულობის შემთხვევაში სწორკუთხა კალიბრში გლინვისას.

A. S. VASHAKIDZE

DETERMINATION OF POWER PARAMETERS IN BOX GROOVE
ROLLING WITH PULL

Summary

By solving the integral equations of operation the calculation formulas for determining the specific pressure and torque in box groove rolling with frontward and backward pull have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Вашакидзе, Д. А. Шарашенидзе. Сообщения АН ГССР, L, 2, 1968.
2. А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларишвили. Сб. трудов Ин-та металлургии АН ГССР «Прокатное и трубопрокатное производство», т. XVII, вып. 1, 1969.
3. В. М. Клименко. В сб. «Теория прокатки». М., 1962.
4. А. С. Вашакидзе, Д. А. Шарашенидзе. Сб. трудов Ин-та металлургии АН ГССР «Прокатное и трубопрокатное производство», т. XVII, вып. 1, 1969.
5. А. С. Вашакидзе, В. И. Жгенти. Сообщения АН ГССР, 53, 3, 1969.
6. И. М. Павлов, И. Г. Астахов, М. М. Мержауров. Сб. трудов Моск. ин-та стали и сплавов, т. XLIII, 1965.
7. А. П. Чекмарев, Н. М. Санько. Сб. трудов Днепропетр. металлург. ин-та «Обработка металлов давлением», вып. 39, 1960.



МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. Ш. АДАМИЯ, А. М. ДРОГОВОЗ, В. А. КРАСНОШАПКА

АВТОКОЛЕБАНИЯ В ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ
С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННОСТИ НОРМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В
ЗОНЕ КОНТАКТА ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 4.5.1973)

Вопросы автоколебаний в механических системах с одной и несколькими степенями свободы посвящены исследованиям многих авторов, в которых при изучении автоколебательных процессов делается предположение, что сила трения или момент силы трения зависит только от относительной скорости скольжения. Однако в прокатных машинах и в защитных устройствах, применяемых для предохранения узлов машин от перегрузок, нормальное давление является величиной переменной, существенно зависящей от деформации упругих звеньев. В этих случаях сила трения представляет собой нелинейную функцию двух переменных: относительной скорости скольжения и деформации упругого звена.

Нами исследовано влияние переменности нормального давления на основные параметры автоколебательного процесса в двухмассовой заземленной механической системе, представляющей собой упрощенную расчетную схему главных линий многих прокатных станков.

Дифференциальные уравнения, описывающие колебательный процесс в такой системе имеют вид

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\varphi}_1 - c_{12}(\varphi_2 - \varphi_1) &= h(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1) + M_g(\varphi_1), \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 + c_{12}(\varphi_2 - \varphi_1) &= -h(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1) - M_t(\Theta, \dot{\Theta}), \end{aligned} \tag{1}$$

причем момент двигателя, работающего на устойчивой части механической характеристики, $M_g(\varphi_1) = m - K\varphi_1$, а момент силы трения

$$M_t(\Theta, \dot{\Theta}) = r(N_0 - N_1 \Theta)(\alpha_0 - \alpha_1 \dot{\Theta} + \alpha_2 \dot{\Theta}^2 + \alpha_3 \dot{\Theta}^3),$$

где

$$N_0 = P_{cp} ar \varphi^0;$$

$N_1 = \frac{rP_{cp}a}{2} \sqrt{\frac{r}{H}}$; P_{cp} —среднее удельное давление металла на валок; r —радиус вала; H, a —толщина и ширина прокатываемого листа; φ^0 —угол поворота вала с момента встречи металла с валком до наступления установившегося процесса прокатки; Θ —деформация упругого звена; $\dot{\Theta}$ —скорость упругих колебаний; $\alpha_0 = R_0 - R_1 r W_0 - R_2 r^2 W_0^2 + R_3 r^3 W_0^3$; $\alpha_1 = R_1 r +$
43. „მეცნიერება“, 71, № 3, 1973



+ 2 R₂ r² W₀ - 3 R₃ r³ W₀; α₂ = 3 R₃ r³ W₀ - R₂ r²; α₃ = R₃ r³; W₀ — заданная скорость, задаваемая приводом; R₀, R₁, R₂, R₃ — константы, зависящие от условий работы трущихся поверхностей.

Последовательно проведем замену переменных по формулам

$$\varphi_1 = \gamma - \frac{I_2}{I} \zeta, \quad \varphi_2 = \gamma - \frac{I_1}{I} \zeta \quad (I = I_1 + I_2), \quad (2)$$

$$\zeta = \eta - d, \quad d = \frac{mI_2 + d_0 r N_0 I_1}{c_{12}(I_1 + I_2) - \alpha_0 r N_1 I_1}. \quad (3)$$

Приведем систему дифференциальных уравнений (1) к виду

$$\begin{aligned} \ddot{\gamma} = & \frac{1}{I} \left[(m - \alpha_0 F_0 - \alpha_0 F_1 d) - K j + \left(K \frac{I_2}{I} + \alpha_1 F_0 \right) \dot{\eta} - \alpha_2 F_0 \dot{\eta}^2 - \right. \\ & \left. - \alpha_3 F_0 \dot{\eta}^3 + \alpha_0 F_1 \dot{\eta} - \alpha_1 F_1 (\eta - d) \dot{\eta} + \alpha_2 F_1 (\eta - d) \dot{\eta}^2 + \alpha_3 F_1 (\eta - d) \dot{\eta}^3 \right], \quad (4) \\ \ddot{\eta} + n^2 \eta = & \frac{K}{I_1} \dot{\gamma} - \left[\frac{K I_2}{I_1 I_2} + h \left(\frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} \right) - \frac{\alpha_1 F_0}{I_0} \right] \dot{\eta} - \frac{\alpha_2 F_0}{I_2} \dot{\eta}^2 - \\ & - \frac{\alpha_3 F_0}{I_2} \dot{\eta}^3 - \frac{\alpha_1 F_1}{I_2} (\eta - d) \dot{\eta} + \frac{\alpha_2 F_1}{I_2} (\eta - d) \dot{\eta}^2 + \frac{\alpha_3 F_1}{I_2} (\eta - d) \dot{\eta}^3, \end{aligned}$$

где

$$F_0 = r N_0; \quad F_1 = r N_1; \quad n = \sqrt{\frac{c_{12}(I_1 + I_2) - \alpha_0 F_1 I_1}{I_1 I_2}}.$$

Полагая

$$\dot{\gamma} = W, \quad \eta = b \cos \psi, \quad \dot{\eta} = -bn \sin \psi \quad (5)$$

и применяя к уравнениям (4) асимптотический метод Крылова — Боголюбова, получаем систему уравнений первого приближения

$$\begin{aligned} \frac{dW}{dt} = & \frac{1}{I} \left[(m - \alpha_0 F_0 - \alpha_0 F_1 d) - KW - \frac{\alpha_2 b^2 n^2}{2} (F_0 + F_1 d) \right], \\ \frac{db}{dt} = & -\frac{b}{2} \left[\frac{K I_2}{I_1 I_2} + h \left(\frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} \right) - \frac{\alpha_1}{I_2} (F_0 + F_1 d) - \right. \\ & \left. - \frac{3 \alpha_2 n^2 b^3}{8 I_2} (F_0 + F_1 d) \right], \\ \frac{d\psi}{dt} = & n \left(1 - \frac{\alpha_2 F_1 b^2}{8 I_2} \right). \quad (6) \end{aligned}$$

Из уравнений (6) определим стационарные значения автоколебательного процесса:

$$W = \frac{1}{K} [m - (F_0 + F_1 d) (\alpha_0 + 2 \alpha_2 R)], \quad (7)$$

$$b^2 = 4 R \left(\sqrt{[c_{12}(I_1 + I_2) - I_1 \alpha_0 F_1] (I_1 I_2)^{-1}} \right)^{-1}. \quad (8)$$



$$\omega = \sqrt{\frac{c_{12}(I_1 + I_2) - I_1 \alpha_0 F_1}{I_1 I_2}} \left\{ 1 - \frac{\alpha_2 F_1 I_1 R}{2 [c_{12}(I_1 + I_2) - I_1 \alpha_0 F_1]} \right\}, \quad (9)$$

где

$$R = \frac{-h \left(\frac{I_1 + I_2}{I_1} \right) - K \frac{I_2^2}{I_1 (I_1 + I_2)} + \alpha_1 (F_0 + F_1 d)}{3 \alpha_3 (F_0 + F_1 d)}. \quad (10)$$

Параметр F_1 , учитывающий переменность нормального давления в зоне контакта трущихся поверхностей, входит в каждое из выражений (7)–(10) и, следовательно, в ряде случаев может оказывать на них существенное влияние.

Зададимся следующими параметрами механической системы:

$$I_1 = 6,4 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2, \quad I_2 = 0,61 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2, \quad c_{12} = 1,3 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$r = 30 \text{ см}, \quad v = 5 \text{ м/см}, \quad H = 0,64 \text{ см}, \quad b = 240 \text{ см}, \quad b = 240 \text{ см},$$

$$P_{\text{ср}} = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}, \quad \varphi^0 = 0,15 \text{ рад}, \quad R_0 = 0,31, \quad R = 4 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек},$$

$$R_2 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^2, \quad R_3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-3} \cdot \text{сек}^3, \quad (11)$$

$$h = 2,4 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}, \quad m = 5,5 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}, \quad K = 0,2 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}.$$

Амплитуда и частота автоколебаний, вычисленные по формулам (8)–(9), равны

$$b = 0,056 \text{ рад}, \quad \omega = 35,25 \frac{1}{\text{сек}}. \quad (12)$$

Если же в формулах (8)–(9) положить $F_1 = 0$, то получится

$$b = 0,036 \text{ рад}, \quad \omega = \sqrt{c_{12}(I_1 + I_2)(I_1 I_2)^{-1}} \approx 48,3 \frac{1}{\text{сек}}. \quad (13)$$

Как следует из (13), пренебрежение, переменностью нормального давления приводит к тому, что частота автоколебаний совпадает с частотой собственных колебаний, что противоречит экспериментальным данным многих работ, в которых показано, что частота автоколебаний значительно ниже частоты собственных колебаний. Данные проведенного исследования подтверждают результаты эксперимента.

Во многих случаях бывает важно определить не только стационарные значения амплитуды и частоты, но и характер их установления. Для этого проинтегрируем второе и третье уравнения системы (6) при начальных условиях

$$b(0) = b_0, \quad \psi(0) = \psi_0.$$

Получим

$$b^2 = b_0^2 e^{c_1 t} \left[\left(1 - \frac{3}{4} \frac{n^2 c_2}{c_1} b_0^2 \right) + \frac{3}{4} \frac{n^2 c_2 b_0^2}{c_1} e^{c_1 t} \right]^{-1}, \quad (15)$$

$$\psi = \pi \left(1 - \frac{\alpha_2 F_1 b_0^2}{8 I_2} \right) t + \frac{4 c_3}{3 n C_2} \ln \left[\left(c_1 - \frac{3}{4} n^2 c_2 b_0^2 \right) e^{-c_1 t} + \frac{3}{4} n^2 c_2 b_0^2 \right] + \psi_0, \quad (16)$$

где

$$c_1 = \frac{\alpha_1 (F_0 + F_1 \alpha)}{I_2} - \frac{h (I_1 + I_2)}{I_1 I_2} - \frac{K I_2}{I_1 I_2}; \quad c_2 = \frac{\alpha_3 (F_0 + F_1 d)}{I_2};$$

$$c_3 = \frac{\alpha_2 F_1}{8 I_2}.$$

Выражения (15)—(16) позволяют исследовать характер установления стационарных колебаний в системе. При $t \rightarrow \infty$ из выражения (15) получаем формулу (8), а выражение (16) показывает, что с увеличением времени мгновенная частота стремится к значению, определяемому формулой (9).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.5.1973)

მანქანათმშენობლა

რ. ადამია, ა. დროგოვოვი, ა. კრანშაკპა

ავტორხევიები საბლინი ღბანების გაღმცემ ხაზებში მოხახუნე
 ზედაპირებში ნორმალური წნევის ცვალებადობის გათვალისწინებით

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია მექანიკური სისტემების ავტორხევიები მოხახუნე
 ზედაპირებში ნორმალური წნევის ცვალებადობის გათვალისწინებით.

არაწრფივი ამოცანის ამოხსნის საფუძველზე მიღებულია ფორმულები
 ავტორხევიით პროცესის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. ADAMIA, A. M. DROGOVOZ, V.A. KRASNOSHAPKA

AUTO-OSCILLATIONS IN CATCHING THE LINES OF ROLLING
 MILLS WITH ACCOUNT OF THE VARIABILITY OF THE
 NORMAL PRESSURE IN THE CONTACT ZONE OF THE SLIDING
 SURFACES

Summary

The auto-oscillations of mechanical systems with the account of the variability of the normal pressure are examined in the contact zone of the sliding surfaces. As a result of solving a nonlinear problem formulas are obtained for the determination of the principal parameters of the auto-oscillating process.

З. И. ЦЕРЕТЕЛИ, Р. Я. ЧИТАШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ РЕЧНОГО СТОКА ПРИ ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 26.3.1973)

При водноэнергетических и водохозяйственных расчетах непосредственное применение наблюдаемых гидрологических данных может привести к ошибочным результатам в случае глубокого сезонного или многолетнего регулирования речного стока. В связи с этим широкое применение находят обобщенные методы расчета, основывающиеся на моделировании искусственных гидрологических рядов большой протяженности или большого количества коротких рядов методом Монте-Карло [1]. Внутригодовая неравномерность распределения стока может быть учтена применением метода фрагментов или же по сложной цепи Маркова [2]. В последнем случае весьма важное значение имеют получение надежных оценок коэффициентов авторегрессии, установление длины связности в цепи Маркова, а также соответствие математической модели. Ниже предлагается один из возможных и сравнительно простых вариантов решения этих задач.

Речной сток является периодическим марковским процессом с периодом в один год. В качестве шага дискретности примем месяц, так как такое решение с вычислительной точки зрения имеет определенное удобство и преимущество [3]. Указанная схема при использовании статистического материала и принятии подходящей гипотезы позволит построить соответствующую многомерную функцию распределения.

Одной из возможных гипотез является так называемая N -гипотеза [4]. В случае некоторого процесса $\xi(t)$ со строго монотонным законом распределения $F(x, t)$ введение N -гипотезы означает, что можно считать нормальным процесс

$$\eta(t) = \Phi^{-1}(F(\xi(t), t)), \quad (1)$$

где Φ^{-1} — функция, обратная функции Лапласа.

Отсюда, вообще говоря, не следует, что совокупность $\xi(t)$ будет образовывать гауссовский процесс. N -гипотеза состоит именно в таком допущении. Исходя из сказанного, моделирование процесса $\xi(t)$ сводится к моделированию нормального процесса $\eta(t)$ [5].

Рассмотрим пример, когда функция распределений процесса $\xi(t)$ представляется в виде распределения S_B Джонсона.

Пусть $\eta(t)$ — нормальный процесс со средним 0 и дисперсией σ^2 . Представим его как периодический марковский процесс с переменной длиной связности k в следующей рекуррентной записи:

$$\zeta_{nT+m} = a_{m,1}^{(k)} \zeta_{nT+m-1} + a_{m,2}^{(k)} \zeta_{nT+m-2} + \dots + a_{m,k}^{(k)} \zeta_{nT+m-k} + \sigma_{m,k} \zeta_{nT+m}, \quad (2)$$



где $a_{m,1}^{(k)}, a_{m,2}^{(k)}, \dots, a_{m,k}^{(k)}$ — коэффициенты регрессии, соответствующие длине связности k ; T — период; n — число периодов; m — месяцы; $\sigma_{m,k}^2$ — среднеквадратическое отклонение последовательности ζ_{nT+m} от ее линейного прогноза

$$a_{m,1}^{(k)} \zeta_{nT+m-1} + a_{m,2}^{(k)} \zeta_{nT+m-2} + \dots + a_{m,k}^{(k)} \zeta_{nT+m-k}.$$

Когда величина k неизвестна и требуется ее установление, оценки коэффициентов регрессии меняются и точность подбора k связана с величиной $\sigma_{m,k}^2$. Суть задачи заключается в следующем: если при переходе от связности k_0 к k_0+1 значение $\sigma_{m,k}^2$ не уменьшается или уменьшается незначительно, то следует принять в качестве оценки k_0 .

Приведем схему перерасчета $a_{m,k}^{(k)}$ последовательно при увеличении шага марковости k .

Пусть $R_{m,m-i}$ — ковариация между величинами ζ_{nT+m} и ζ_{nT+m-i} :

$$R_{m,m-i} = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^N \zeta_{nT+m} \zeta_{nT+m-i}, \quad i = 0, 1, \dots, 11, \quad (3)$$

где N — число наблюдаемых лет.

Вычисление коэффициентов регрессии при каждом k методом обращения ковариационной матрицы — крайне трудоемкий процесс. Известен метод перерасчета $a_{m,k}^{(k)}$ и $\sigma_{m,k}^2$ последовательно при увеличении длины связности k для стационарного процесса. Указанный метод можно обобщить для периодического случая. Рекуррентные соотношения тогда будут иметь вид

$$a_{m,i}^{(k)} = a_{m,i}^{(k-1)} - a_{m,k}^{(k)} b_{m,i}^{(k-1)}, \quad i = 1, 2, \dots, k-1, \quad (4)$$

$$b_{m,i}^{(k)} = b_{m-1,i-1}^{(k-1)} - b_{m,1}^{(k)} a_{m-1,i-1}^{(k-1)}, \quad i = 2, \dots, k, \quad (5)$$

$$a_{m,k}^{(k)} = \frac{R_{m,k} - \sum_{i=1}^{k-1} R_{m-i,k-i} a_{m,i}^{(k-1)}}{R_{m-1,0} - \sum_{i=1}^{k-1} R_{m-i,k-i} b_{m,i}^{(k-1)}}, \quad (6)$$

$$b_{m,1}^{(k)} = \frac{R_{m-1,k} - \sum_{i=1}^{k-1} R_{m-1,i} b_{m-1,i}^{(k-1)}}{R_{m-1,0} - \sum_{i=1}^{k-1} R_{m-1,i} a_{m-1,i}^{(k-1)}}, \quad (7)$$

$$\sigma_{m,k}^2 = \sigma_{m,k-1}^2 [1 - a_{m,k}^{(k)} b_{m+1,1}^{(k)}], \quad (8)$$

так что в периодическом случае для вычисления оценок $a_{m,i}^{(k)}$ требуется строить двумерную последовательность $a_{m,i}^{(k)}$ и $b_{m,i}^{(k)}$. При $k=0$ $a_{m,i}^{(0)} = b_{m,i}^{(0)} = 0$, а $\sigma_{m,0}^2 = R_{m,0}$.



Были запрограммированы алгоритмы вычисления оценок, соответствующие указанной схеме, и проведены расчеты по наблюдаемым рядам нескольких рек СССР. Результаты выдавались в виде таблиц значений $a_{m,k}^{(k)}$, $R_{m,m-i}$, $\sigma_{m,k}^2$ для каждого месяца в зависимости от разной длины связности в марковской цепи. Для иллюстрации в таблице приведены значения $\sigma_{m,k_0} / \sigma_{m,k_0+1}$ для р. Амур. Как следует из

$\sigma_{m,k+1}^2$	$\sigma_{m,k}^2$											
	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
σ_0/σ_1	8,385	15,636	5,047	1,032	1,015	1,162	1,136	1,117	1,255	3,185	13,736	1,709
σ_1/σ_2	1,028	1,129	1,281	1,002	1,071	1,000	1,021	1,028	1,022	1,062	1,010	1,005
σ_2/σ_3	1,003	1,000	1,000	1,149	1,007	1,003	1,007	1,000	1,023	1,377	1,026	1,491
σ_3/σ_4	1,165	1,000	1,070	1,080	1,018	1,013	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	1,001
σ_4/σ_5	1,268	1,007	1,032	1,005	1,000	1,001	1,002	1,006	1,001	1,007	1,022	1,035
σ_5/σ_6	1,030	1,000	1,391	1,055	1,011	1,002	1,040	1,000	1,023	1,004	1,028	1,002
σ_6/σ_7	1,000	1,000	1,025	1,046	1,000	1,000	1,000	1,001	1,027	1,000	1,000	1,016
σ_7/σ_8	1,058	1,007	1,000	1,001	1,043	1,031	1,000	1,000	1,027	1,034	1,024	1,002
σ_8/σ_9	1,068	1,000	1,000	1,020	1,016	1,004	1,014	1,005	1,003	1,000	1,024	1,000
σ_9/σ_{10}	1,313	1,023	1,152	1,004	1,004	1,013	1,067	1,020	1,001	1,015	1,030	1,025
σ_{10}/σ_{11}	1,196	1,023	1,193	1,202	1,000	1,015	1,000	1,054	1,000	1,000	1,015	1,004

таблицы, для моделирования среднемесячных расходов данной реки по указанной схеме вполне допустимо учитывать стохастические связи на протяжении шести шагов цепи Маркова. Это позволит в несколько раз сократить объем вычислительной работы ЭВМ без существенных отклонений по определению оценок параметров моделированного ряда.

Грузинский институт энергетики и гидротехнических сооружений

(Поступило 6.4.1973)

ენერგეტიკა

ზ. წარეთელი, ბ. ჩიტაშვილი

მდინარის ჩამონადენის ერთი მოდელის შესახებ წყალსამეურნეო და ენერგეტიკული ანგარიშების დროს მნიშვნელოვანია ისეთი მოდელის შერჩევა, რომელიც ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებას ითვალისწინებს. ერთ-ერთ ასეთ მოდელს წარმოადგენს მარკოვის პროცესი დისკრეტული დროით. ნაშრომში ჩამონადენი წარმოდგენილია, როგორც პერიოდული მარკოვის პროცესი,

რ ე ზ ი უ მ ე

ხელოვნური ჰიდროლოგიური რიგების სამუალებით წყალსამეურნეო და ენერგეტიკული ანგარიშების დროს მნიშვნელოვანია ისეთი მოდელის შერჩევა, რომელიც ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებას ითვალისწინებს. ერთ-ერთ ასეთ მოდელს წარმოადგენს მარკოვის პროცესი დისკრეტული დროით. ნაშრომში ჩამონადენი წარმოდგენილია, როგორც პერიოდული მარკოვის პროცესი,

რომლის დისკრეტულ ბიჯად მიღებულია თვე. რეგრესიის კოეფიციენტების ცნობილი რეკურენტული ფორმულები განზოგადებულია პერიოდული შემთხვევისათვის და განხილულია მარკოვის ჯაჭვში მოდელირებასთვის საჭირო გადაბმულობის სიგრძის შეფასების საკითხი.

POWER ENGINEERING

Z. I. TSERETELI, R. Ya. CHITASHVILI

ON ONE MODEL OF RIVER RUNOFF FOR WATER-POWER CALCULATIONS

Summary

For water-power calculations by means of artificial hydrological series it is important to select such a model which takes into account the seasonal irregularity of water runoff distribution. One such model is a Markovian process with discrete time. The river runoff is represented as a periodic Markovian chain, with a month chosen, for its discrete step. The known recurrent formulae of regression coefficients are generalized for a periodic case. The question of determining the length of connectivity of the Markovian chain required for modelling is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. Тбилиси, 1964.
2. Водноэнергетические расчеты методом Монте-Карло. М., 1969.
3. З. И. Церетели. Труды ГрузНИИЭГС, т. XIX, 1972.
4. Н. А. Картвелишвили. Труды ВНИИЭ, вып. 13, 1961.
5. З. А. Пиранишвили. Сб. «Вопросы исследования операции». Тбилиси, 1966.

ЭНЕРГЕТИКА

Д. Г. ЦХВИРАШВИЛИ, З. Д. БЕРИШВИЛИ, Н. М. ЧИХЛАДЗЕ,
Е. П. ХЕЧИНАШВИЛИ, А. Г. ОДИШВИЛИ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРООКСИДЕЙ ЦИРКОНИЯ МЕЖДУ ВОДОЙ И ЕЕ СУХИМ НАСЫЩЕННЫМ ПАРОМ И ИХ РАСТВО- РИМОСТЬ В КИПЯЩЕЙ ВОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 3.4.1973)

Особенности поведения продуктов коррозии циркония в пароводяном тракте атомных электростанций играют важную роль в организации на них оптимального водного режима [1]. Однако распределение гидрооксидов циркония между водой и паром и их растворимость в воде до настоящего времени не были исследованы.

Опыты по определению коэффициентов распределения гидрооксидов циркония проводились методом частичного испарения водных растворов [2] в автоклаве, имеющем паровую рубашку. Растворимость же определялась из зависимости отношения концентраций циркония в сухом насыщенном паре и воде от концентрации в кипящей воде. Такие зависимости строились для каждого давления пара при постоянном значении водородного показателя водного раствора. Отношение концентраций циркония в паре и воде с ростом его концентрации в воде вначале оставалось постоянным и равным коэффициенту распределения. С момента достижения в воде концентрации насыщения указанное отношение, вследствие появления твердой фазы, начинало резко уменьшаться. Место резкого изменения зависимости соответствовало растворимости циркония в кипящей воде. Примененный нами метод измерения растворимости труднорастворимого в кипящей воде вещества отличается высокой точностью уже потому, что при любых значениях давления и водородного показателя водного раствора гарантировано наличие в воде твердой фазы вещества в условиях устойчивого динамического равновесия.

Условия достижения истинного равновесия определялись путем изменения времени выдержки раствора в автоклаве под заданным давлением и изменения скорости отбора проб конденсата пара и воды. Кроме того, достижение равновесия проверялось изменением давления как фактором внешнего воздействия на систему.

При достижении истинного равновесия изменение давления вызывало изменение коэффициента распределения, а возвращение к заданному воспроизводило его прежнее значение. Такой метод проверки обеспечивал избежание фиксации кажущегося равновесия.

Во всех основных опытах время выдержки исследуемого раствора и скорость отбора проб были достаточными для достижения истинного равновесия.

Исходный раствор для опытов готовился из окиси циркония квалификации ч.д.а. Заданное значение рН раствора создавалось путем добавки азотной кислоты и едкого калия.



Концентрации циркония в пробах конденсата пара и воды, которые из автоклава отбирались синхронно, определялись фотоколориметрическим методом при помощи индикатора — пирокатехинового фиолетового [3], а pH_0 в потоке — после охлаждения проб до комнатной температуры без доступа воздуха. Перед измерением концентрации пробы конденсата пара подвергались 40—50-кратному выпариванию, а кипящей воды — 5—10-кратному.

Опыты проводились при давлениях пара 98 и 177 бар. Коэффициенты распределения гидроокисей циркония оказались равными соответственно 11 и 25%, что для показателя степени отношения плотностей сухого насыщенного пара (ρ'') и кипящей воды (ρ') соответствует значению 0,91. Следовательно, зависимость коэффициента распределения гидроокисей циркония (K_p) от давления пара, согласно [4], запишется в виде

$$K_p = \frac{C''}{C'} = \left(\frac{\rho''}{\rho'}\right)^{0,91}, \quad (1)$$

где C'' и C' — концентрации растворенного циркония в сухом насыщенном паре и кипящей воде.

Когда в кипящей воде, наряду с гидроокисями, присутствуют реагенты, изменяющие pH водного раствора, между водой и сухим насыщенным паром распределяются уже как гидроокиси, так и соответствующие соли. Общий коэффициент распределения, равный отношению общей концентрации металла в паре и воде, становится функцией pH водного раствора.

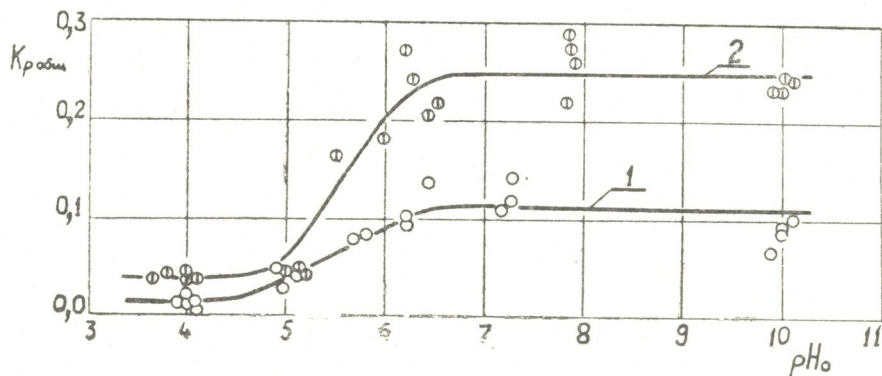


Рис. 1. Зависимость общего коэффициента распределения циркония от pH_0 водного раствора при давлениях 98 (1) и 177 (2) бар

Представленные на рис. 1 зависимости общего коэффициента распределения от pH_0 водного раствора подчиняются уравнению

$$K_{p \text{ общ}} = \frac{[Zr(OH)_4]}{C_{\text{общ}}} \left(K_{p0} + K_{pc} \frac{[H^+]^4}{K_r} \right), \quad (2)$$

где $C_{\text{общ}}$ —общая концентрация растворенного в воде циркония, K_{po} и K_{pc} коэффициенты распределения основания и соли (значения $K_{\text{робш}}$, соответствующие верхним и нижним горизонтальным участкам кривых), K_{r} —константа реакции гидролиза соли.

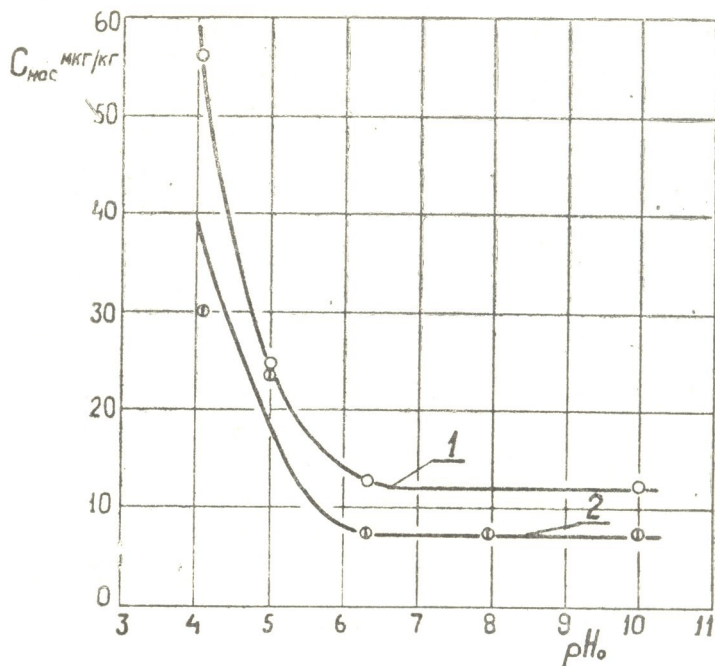


Рис. 2. Зависимость растворимости циркония в кипящей воде от pH_0 при давлениях 98 (1) и 177 (2) бар

На рис. 2 представлены зависимости растворимости циркония в кипящей воде от pH_0 раствора, описываемые уравнением

$$C_{\text{нас}} = C_{\text{ос}} \left(1 + \frac{K_4}{K_{\text{H}_2\text{O}}} [\text{H}^+] + \frac{K_4}{K_5 K_{\text{H}_2\text{O}}} [\text{H}^+]^2 \right), \quad (3)$$

где $C_{\text{ос}}$ —растворимость гидроокисей циркония (равная значениям $C_{\text{нас}}$ на горизонтальных участках кривых), $K_{\text{H}_2\text{O}}$ —ионные произведения воды, K_4 и K_5 —соответственно константы реакций



главным образом определяющих зависимость растворимости от pH .

Грузинский институт энергетики
и гидротехнических сооружений

დ. ცხვირაშვილი, ზ. ბერიშვილი, ნ. ჩიხლაძე, ე. ხეჩინაშვილი, ა. ოდიშვილი

წყალსა და მის მშრალ ნაჯერ ორთქლში ცირკონიუმის
ჰიდროქსიდების განაწილება და მათი ხსნადობა
მდულარე წყალში

რეზიუმე

ატომურ ელექტროსადგურებში ცირკონიუმის კოროზიის პროდუქტების ქცევის დადგენის მიზნით, შესწავლილია ცირკონიუმის განაწილება მდულარე წყალსა და მშრალ ნაჯერ ორთქლ შორის და მისი ხსნადობა მდულარე წყალში 98 და 177 ბარ წნევის დროს.

განაწილების კოეფიციენტის დამოკიდებულება წნევისაგან გამოისახება როგორც ორთქლისა და წყლის სიმკვრივეთა ფარდობა 0,91 ხარისხში. მიღებულია განაწილების კოეფიციენტისა და ხსნადობის ექსპერიმენტული და თეორიული დამოკიდებულებები წყალხსნარის pH-საგან.

POWER ENGINEERING

D. G. TSKHVIRASHVILI, Z. D. BERISHVILI, N. M. CHIKHLADZE,
E. P. KHECHINASHVILI, A. G. ODISHVILI

DISTRIBUTION OF ZIRCONIUM HYDROXIDES BETWEEN
WATER AND ITS DRY SATURATED VAPOUR AND THEIR
SOLUBILITY IN BOILING WATER

Summary

The distribution coefficients of zirconium hydroxides between water and its dry saturated vapour have been found to equal 11 and 25% respectively, with pressure 98 and 177 bar and pH from 6.5 to 10.2. The distribution coefficients depend on the density ratios of dry saturated vapour and boiling water to the power 0.91. Decrease of pH lower than 6.5 results in a decrease of the total distribution coefficient of zirconium owing to the formation in the water of its nitrates. Solubility of zirconium hydroxides in boiling water is 12.5 and 7.5 mkg/kg with pressure 98 and 177 bar and pH from 6.3 to 10.2. Decrease of pH lower than 6.3 results in a rapid increase of solubility, reaching at pH=4—6 and 40 mkg/kg with pressure 98 and 177 bar. Analytical dependencies of the total coefficient of distribution and zirconium solubility on the pH are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Х. Маргулова. Атомная энергия, 22, вып. I, 1967.
2. Д. Г. Цхвирашвили. Труды Ин-та энергетики АН ГССР, т. XVI, 1962.
3. С. В. Елисон, К. И. Петров. Цирконий, химические и физические методы анализа. М., 1960.
4. М. А. Стырикович, О. И. Мартынова, З. Л. Миропольский. Процессы генерации пара на электростанциях. М., 1969.

УДК 681.327.17

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. Ф. СИГУА, С. Е. РОГАВА

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В КОД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 4.7.1973)

Задачей автоматической проверки ПНК являются определение величины случайной и систематической составляющих статической погрешности преобразования и оценка отклонения формы закона распределения погрешности от нормального как для любого U_{x_i} , так и для всего диапазона измеряемой величины $0-U_{x_{\max}}$ [1].

Уравнение преобразования в общем случае можно записать следующим образом:

$$N_{\text{вых}} = N \left[\sum_{i=0}^m a_i \varphi_i (U_{\text{вх}}) \right], \quad (1)$$

где $U_{\text{вх}}$ — входной сигнал; $N(\cdot)$ — символ, определяющий код, пропорциональный выражению в скобках; $\varphi_i(U_{\text{вх}})$ — известные детерминированные функции; a_i — постоянные, заданные в аналоговой форме, если функциональное преобразование происходит в аналоговой части ПНК, и в цифровой форме, если функциональное преобразование происходит в цифровой части ПНК.

Для определения реальных коэффициентов a_i ($i=1, 2, \dots, m$) и величин случайных ошибок предлагается схема, приведенная на рис. 1. На



Рис. 1

схеме приняты следующие обозначения: ГШ — генератор шума, выдающий стационарный случайный процесс $X(t)$, имеющий равномерное распределение с математическим ожиданием, равным нулю, и известной дисперсией $D[X(t)]$; ПНК — поверяемый преобразователь; ЦВМ — цифровая вычислительная машина.

Методика проверки заключается в следующем: с ГШ непрерывный случайный процесс $X(t)$ поступает на вход ПНК, на выходе которого получается квантованно-дискретный случайный процесс $Z_h(t)$, который представляет собой аддитивную смесь квантованно-дискретного процесса [1] (в случае функционального преобразования в дискретной части ПНК):

$$X_h(t) = \sum_{i=0}^m a_i^* \varphi_i \{N[X(t)]\} \quad (2)$$

с квантованно-дискретным случайным шумом $\xi_k(t)$, т. е.

$$Z_k(t) = \sum_{i=0}^m a_i^* \varphi_i \{N[X(t)]\} + \xi_k(t). \quad (3)$$

Коэффициенты a_i^* ($i = 1, 2, \dots, m$) определяются методом наименьших квадратов, после чего определяется степень отклонения реальной (полученной) характеристики от требуемой и производится ее корректировка.

Один из возможных методов генерации равновероятных случайных чисел основан на свойствах пуассоновского потока [2, 3]. Схема устройства, реализующего данный способ, представлена на рис. 2.

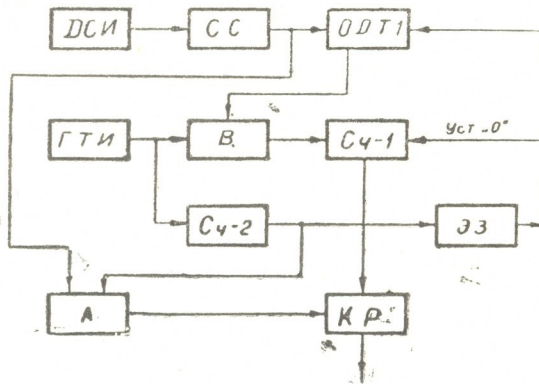


Рис. 2

Тактовые импульсы от генератора тактовых импульсов непрерывно поступают на счетчик СЧ-2, служащий для формирования непересекающихся отрезков времени, длительность t которых определяется разрядностью счетчика. Каждое появление импульса переполнения соответствует началу очередного временного интервала. Эти импульсы, проходя через элементы задержки, поступают на вход динамического триггера, генерирующего разрешающие импульсы, которые поступают на один вход вентиля В, на другой вход которого подаются тактовые импульсы. Тактовые импульсы через вентиль поступают на вход счетчика СЧ-1.

Поступающие на динамический триггер ДТ синхронизированные случайные импульсы в силу прекращения подачи разрешающих импульсов на вход вентиля закрывают и тем самым прерывают последовательность тактовых импульсов, поступающих на счетчик СЧ-1. Этим фиксируется в счетчике определенное число последовательности от 1 до 2^n , соответствующее моменту поступления случайного импульса.

Если за время t появится один и только один случайный импульс от ДСИ, то схема анализатора А к моменту переполнения счетчика СЧ-2 тактовыми импульсами сформирует разрешающий сигнал для клапанного регистра КР и последний выдаст независимое случайное число.

Импульс переполнения СЧ-2 после задержки устанавливает счетчик СЧ-1 и триггер ДТ в нулевое положение, и весь цикл начинается сначала.



Выработанные таким образом независимые случайные числа имеют равномерное распределение. Последовательность таких чисел подается на вход линейного преобразователя код-напряжение, на выходе которого получаемое напряжение будет иметь также равномерное распределение мгновенных значений. Преобразователь код-напряжение представляет собой делитель напряжения лестничного типа, построенный на ступенчатой матрице $R-2R$ [4].

Полученное напряжение с равномерным распределением в диапазоне $\frac{U_{\max}}{2^n} \div U_{\max}$ поступает на вход поверяемого ПНК.

Оценка точности ПНК производится по величине случайной составляющей погрешности, определяющейся среднеквадратическим отклонением. Величина среднеквадратического отклонения определяется с помощью статистического эксперимента автоматически, с использованием ЦВМ.

Определение дисперсии случайных погрешностей производится следующим образом. В ЦВМ определяется оценка дисперсии случайного процесса $Z_k(t)$, после этого аналитически определяется дисперсия случайных функции $X_k(t)$, получаемой преобразованием $X(t)$ по алгоритму (1) при отсутствии случайных погрешностей.

Зная величины $D[Z_k(t)]$ и $D[X_k(t)]$, по формуле (3) легко определить величину $D[\xi_k(t)]$.

Оценку дисперсии $D[X_k]$ можно определить по формуле [1]

$$D^*[X_k] = \int_{-\infty}^{+\infty} \left[a_0 + \sum_{i=1}^m \varphi_i(x) \right]^2 f(x) dx - \{M[X_k]\}^2 + \Delta, \quad (4)$$

где $f(x) = \frac{1}{U_{\max}}$, U_{\max} — максимальная допустимая величина входного напряжения ПНК; $M[X_k]$ — математическое ожидание $X_k(t)$; Δ — поправка к градуировке Шепарда.

Оценка дисперсии $D[Z_k]$ определяется следующим образом:

$$D^*[Z_k] = \int_{\alpha-3\sigma}^{\beta+3\sigma} (z - m_z)^2 P(z) dz, \quad (5)$$

где $P(Z)$ — плотность композиции нормального (случайные ошибки) и равномерного (входная величина) законов распределения.

Зная оценки дисперсий $D^*[Z_k]$ и $D^*[X_k]$, легко определить дисперсию случайных ошибок

$$D[\xi_k] = D^*[Z_k] - D^*[X_k]. \quad (6)$$

Аналогичным образом можно определить дисперсию случайных ошибок функциональных преобразователей напряжения в код.

3. სიზუს, ს. როგავა

ძაბვის კოდში გარდამსახების ავტომატური შემოწმების
საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია მეთოდი და მოწყობილობა ძაბვის კოდში გარდამსახების ავტომატური შემოწმებისათვის. რეკომენდირებული მეთოდი ითვალისწინებს მათემატიკური სტატისტიკის აპარატის გამოყენებას, რის საშუალებითაც ხდება გარდასახვის ცდომილებების განსაზღვრა. შესამოწმებელი გარდამსახის შესავლელზე ნაცვლად ეტალონური ძაბვისა ეწოდება შემთხვევითი სტაციონარული პროცესის რეალიზაცია, რომელიც გამომუშავდება ხმაურის გენერატორის საშუალებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. F. SIGUA, S. E. ROGAVA

ON AUTOMATIC CONTROL OF VOLTAGE TRANSDUCERS
INTO CODE

Summary

A method and device for automatic control of voltage transducers into code have been considered. The suggested method makes use of the apparatus of mathematical statistics, which determines the transformation errors. The realization of a stationary random process due to noise generator is fed into the input of transducer to be tested instead of reference voltage.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Сигуа. Доклады второй Республиканской научно-технической конференции по метрологии, ч. I. Тбилиси, 1972.
2. И. А. Ушаков. Изв. АН СССР, Техн. кибернетика, № 1, 1965.
3. И. А. Ушаков, В. В. Панков. Изв. АН СССР, Техн. кибернетика, № 4, 1965.
4. Э. И. Гитис. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных машин. М.-Л., 1961.



მ. ხაჩიძე

ელდარის დაბლობის მცენარეულობის შემსწავლისათვის
ბოთანიკური მუზეუმის კაპიტალი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 17.5.1973)

გეოლოგიური თვალსაზრისით ელდარის დაბლობი ახალგაზრდა, მეოთხე-
ული პერიოდის (ტექტოგენეზური დროის) ვრცელ სინკლინურ დეპრესიას წარ-
მოადგენს, რომელიც ჩრდილოეთით ყალაღარისა და სამხრეთით პალანტეკიანის
ანტიკლინურ დაბალ ქედებს შორის მდებარეობს [1] და მტკვარ-არაქსის აკუ-
მულაციური დაბლობი ვაკის ნაწილს შეადგენს [2]. მდ. იორი დაბლობს ყოფს
ორ ნაწილად. მარცხენა ნაწილი, რომელიც კვლევის ობიექტს წარმოადგენს, ად-
მინისტრაციულად საქართველოს ფარგლებში შემოდის. რელიეფურად იგი
ბრტყელ, სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ დახრილ ვაკეს წარმოადგენს, რომლის
აბსოლუტური სიმაღლეები ამავე მიმართულებით 260—80 მ ფარგლებში ცვა-
ლებადობს; სიგრძე იორის გასწვრივ 25—28 კმ შეადგენს, ხოლო სიგანე 6—9 კმ
შორის მერყეობს.

ელდარის დაბლობის თანამედროვე ზედაპირი ძირითადად პროლუვიური
და ალუვიური ნაფენებითაა აგებული. მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კიდეებზე, იქ
სადაც ყალაღარის ქედის სამხრული გაშიშვლებული ციცაბო ფერდობები (ალე-
სილები) ებჯინება, აქა-იქ შემორჩენილია ტერასული საფეხურები, მოწმენი
წარსულში მდ. იორის ახლო დინებისა. უამრავი მშრალი ხევი (მამაჩაის, პანტი-
შარის, ყუმროს და სხვ.) ვაკეზე გამოსვლისას ჰქმნის საკმაოდ ვრცელ პროლუ-
ვიურ გამოზიდვის კონუსებს, რომელთა ნაფენების სისქე 15—20 მ აღწევს [3],
ხოლო სიგანე და სიგრძე 1—3 კმ აღემატება. გამოზიდვის კონუსებს შორის
სივრცეები ამოვსებულია დელუვიური ნაფენებით. ყუმროსა და დუხლადის სე-
რების ბედლენდური ზედაპირებიდან სიბრტყობრივ ეროზიის შედეგად ჩამო-
ტანილი ნაფენებისაგან წარმოქმნილია საკმაოდ მძლავრი შლიეფები. სოფ. სა-
ლახლოსა და ბურუნკვასს შორის კარგადაა გამოხატული ივრის ჭალის ზედა
პირველი ალუვიური ტერასების ფრაგმენტები, რომლებსაც ზოგჯერ პროლუვი
ფარავს.

ელდარის დაბლობის მცენარეულობა ნახევარუდაბნოს ტიპისაა [4, 5], რო-
მელიც მტკვარ-არაქსის ნახევარუდაბნოების უშუალო გაგრძელებას წარმო-
ადგენს. ვინაიდან მცენარეულობა მჭიდრო კავშირშია გეომორფოლოგიურ-გეო-
ქიმიურ კომპლექსების სივრცობრივ ცვლასთან, მისი შესწავლა მიზანშეწონი-
ლად მიგვაჩინა ეკოლოგიურ-გეობოტანიკური პროფილირების მეთოდის სა-
შუალებით. ამ მიზნით ვაკის შუა ნაწილის სიმეტრიულად გაკეთდა განივი
კომპლექსური პროფილი ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მისი დახრილობის
თანხვედრილად. პროფილზე შევისწავლეთ მცენარეული საფარის სივრცობრი-
ვი ცვლა, აღვწერეთ ფლორისტული შედგენილობა. მოპოვებული მასალების
ანალიზის საფუძველზე გამოიყო შემდეგი დაჯგუფებები (იხ. კომპლექსური
პროფილი).

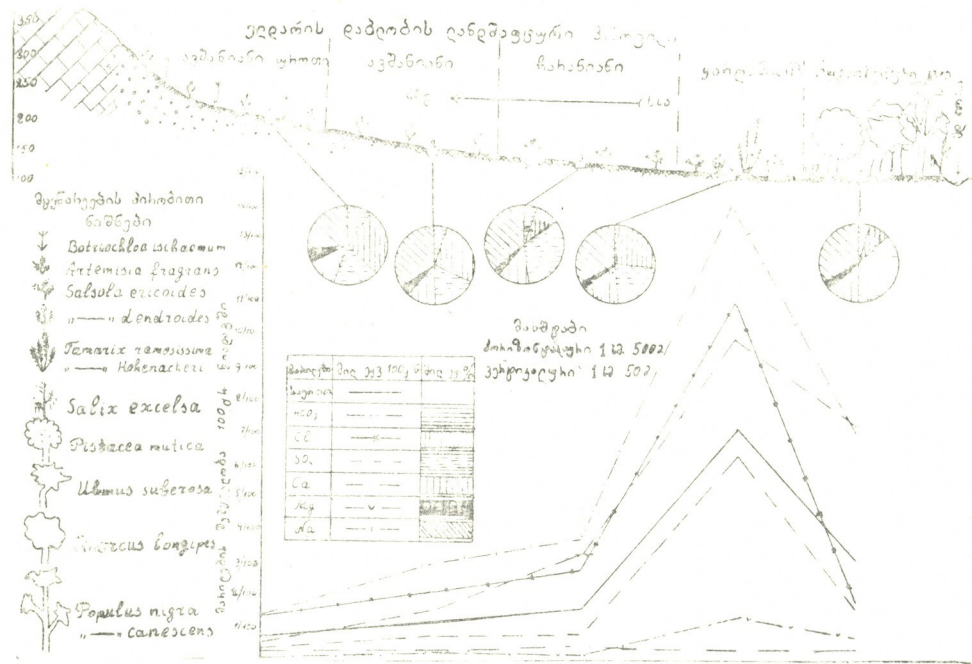
1. ავზნიანი-ურთოთი (*Artemisia fragrans*+*Botriochloa ischaemum*), კარ-
გად გამოხატული ეფემერ-ეფემეროიდული სინუზით (*Bromus japonicus*, *Poa
bulbosa* var. *vivipara*, *Medicago minima* და სხვ.). განვითარებულია დაბლობის
ჩრდილო-დასავლეთით, გამოზიდვის კონუსებზე და მათ ძირებზე მეტად მცირე
დამლაშებულ, პროლუვიურ ნაფენებზე წარმოქმნილ საშუალო თიხნარ ნიდა-
გებზე.



2. სუფთა ავშანიანი (*Artemisietum fragrans*) კარგად გამოხატული ეფემეროიდული სინუზიით (*Poa bulbosa var. vivipara, Lolium rigidum, Koeleria Gerardii, Medicago minima, Torularia contortuplicata* და სხვ.). განვითარებულია ფართო ზოლად პირველის სამხრეთით, პროლუვიურ ნაფენებზე წარმოქმნილ სუსტად დამლაშებულ, მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე.

3. ჩარანიანი (*Salsolietum ericoidis*) სუსტად განვითარებული ეფემერული სინუზიით (*Medicago minima, Eremopyron orientale* და სხვ.). განვითარებულია ავშანიანის სამხრეთით, ფართო, ზოგჯერ წყვეტილი ზოლის სახით, პროლუვიურ ნაფენებზე წარმოქმნილ, სუსტად დამლაშებულ, მძიმე თიხიან ნიადაგებზე.

4. ყარლანიანი (*Salsolietum dandroidis*) რომელშიაც სუბდომინანტის სახით, მეორე ბუჩქ-ბალახი ჩარანიც ერევა, განვითარებულია ვიწრო ზოლად, ვაკის უკიდურესად სამხრეთ ნაწილში, ივრის ჭალის ტუფაისებურ ტყესა და ჩარანიანს შორის. მრავალწლოვანებიდან ფართოდაა გავრცელებული აგრეთვე *Limonium Meyeri*-ს, *Alhagi pseudalhagi*-ს და *Anabasis aphylla*-ს დაჯგუფებანი.



ნახ. 1

ყარლანიანში მეჩქიანებიდან გვხვდება იალღუნის (*Tamarix ramosissima* *T. Hohenackeri*) ბუჩქები, რომლებიც ერთიმეორისაგან ძლიერ შორს (20—30 მ დაცილებით) დგანან და ნახევარუდაბნოს ცენოზების ჩამოყალიბებაში რაიმე მონაწილეობას არ იღებენ. მრავალფეროვანია ეფემერ-ეფემეროიდული სინუზია (*Poa bulbosa var. vivipara, Koeleria gerardii, Eremopyron orientale, Chamaemelum praecox, Spargularia diandra, Aisoon hispanica, Torularia contortuplicata, Medicago minima* და სხვ.). დაბლობის ამ ნაწილში ზედაპირის უმნიშვნელო დახრილობის გამო მთავრდება პროლუვის დაღეჟვა და მარილების მიგრაცია, რამაც განაპირობა ნიადაგის გათიხიანება და ძლიერი დამლაშება.

ნახევარუდაბნოს მცენარეულობის ზემოთ აღწერილ ვარიანტებს მიკროზონალური გავრცელება ახასიათებს. გარდა ზონალურისა, ელდარის დაბლობ-



ზე ადგილი აქვს საწინააღმდეგო მოვლენებსაც. მაგალითად ხურხუმოიან (*Salsolium nodulosae*) ნახევარუდაბნოს ვარიანტს, ავშანის მონაწილეობისა და მრავალფეროვანი ეფემერ-ეფემეროიდული სინუზიით (*Spengularia diandra*, *Koeleria gerardii*, *P. bulbosa var. vivipara*) საკმაოდ დიდი ფართობები უკავია ვაკე რელიეფის, ნიადაგის მსუბუქი მექანიკური შედგენილობისა და სუსტად დამლაშების პირობებში.

მამაჩაის, პანტიშარის, ალესილების, ყალადარასისა და სხვა მშრალი ხეცებიდან გამოტანილ გამოზიდვის კონუსებზე განვითარებულია საკმლისხიანების ნათელი ტყეები ძეძვის, ბროწეულის, კოწახურის, თრიმლის და სხვათა მონაწილეობით. აქ ნათელი ტყის არსებობა დაკავშირებულია რიყნარ ნიადაგებთან და გრუნტში ტენიანობასთან.

მდ. იორს, როგორც აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის სხვა დიდ მდინარეებს, ელდარის დაბლობის ფარგლებში ფართო ზოლად გაუყვება ტუგაისებური ტყე [6], სადაც ნათლად გამოვლინებული ტყის შექმნილი სახეობების მდინარისადმი პარალელური ზონალობა, განპირობებული ტენისა და დასაღეჭი მასალის ცვალებადობასთან. უშუალოდ წყალთანაა დაკავშირებული ტირიფის (*Salix excelsa*) ვიწრო ზოლი, მას მოსდევს ვერხვების (*Populus nigra*, *P. canescens*), მუხის (*Quercus longipes*), თელის (*Ulmus suberosa*) და ბოლოს, საკმაოდ ფართო ზოლად გაუყვება საკმლის ხისაგან (*Pistacea mutica*) შექმნილი პარკისებური ნათელი ტყის ზოლი. ბუჩქეულობიდან დამახასიათებელია ბროწეული, კუნელი, კოწახური, იაღლუნი, ძეძვი და სხვ.

მას შემდეგ რაც მდ. იორი ადამიანის სამსახურში ჩადგა, ტუგაისებური ტყის საარსებო პირობები დაირღვა. აღარ ხდება წყალდიდობის შედეგად ქალის დატბორვა. შეიზღუდა ალუვის ინტენსიური აკუმულაცია, იზრდება პროლუვის შემოჭრა და ნიადაგის დამლაშების ხარისხი. ყოველივე ამას ემატება ადამიანის უარყოფითი გავლენა, რასაც მივყევართ ნახევარუდაბნოს ტიპის მცენარეულობის გაძლიერებისაკენ ტყის დეგრადაციის ხარჯზე. გეოლოგიურ წარსულში, როდესაც მდ. იორი ალესილების ძირობის გასწვრივ მიედინებოდა, ფერდობებზე განვითარებული ნათელი ტყეები უშუალო კონტაქტში იყო ქალის ტყეებთან, როგორც ამჟამად კოწახურას ქედისა და ბურდომის ფერდობებისათვისაა დამახასიათებელი. შემდგომში იორის სამხრეთისაკენ გადაადგილებასთან დაკავშირებით იცვლება ეროზიის ბაზისი, ფართოვდება ვაკე რელიეფი, იზრდება მარილების მიგრაცია და არიდული კლიმატის პირობებში ჩნდება ნახევარუდაბნოს ტიპის მცენარეულ დაჯგუფებათა კუნძულები. ბოლოს იორის უფრო სამხრეთისაკენ (გალუნვის ღერძის მიმართულებით) გადაადგილების გამო იზრდება ვაკის განი და აქ მიმდინარე გეომორფოლოგიურ-გეოქიმიური პროცესების შესაბამისად საბოლოოდ წყდება ქალისა და არიდულ ტყეებს შორის კავშირი. მათ შორის ყალიბდება ნახევარუდაბნოს მცენარეულობა შესაბამისი ცარიანტებით, რომელთა დიფერენციაცია დღესაც მიმდინარეობს.

განსხვავებით კასპიისპირეთისა [7] და კოპეტდაღის მთისწინა [8] ნახევარუდაბნოებისა, სადაც ნათლად გამოიყოფა გეოქიმიური (კარბონატების, სულფატებისა და ქლორიდების დეგრადების) ზონები შესაბამისი მცენარეულობით, ელდარის დაბლობზე ეს კანონზომიერება არ გამოვლინდა. მისი სივიწროვისა და მნიშვნელოვანი დახრილობის გამო ყველა ჯგუფის მარილები ინტენსიურ მიგრაციის განიცდიან და გროვდებიან სამხრეთისაკენ — ყარღანინი ფორმაციის ზოლში, რაც ნათლად ჩანს კომპლექსური პროფილიდან.

ელდარის დაბლობზე ერთგვაროვანი კლიმატის პირობებში ნახევარუდაბნოს მცენარეულ ფორმაციათა ვარიანტების მიკროზონალური განლაგება დაკავშირებულია აქ მიმდინარე გეომორფოლოგიურ პროცესებზე, ნიადაგის მექანიკური თვისებებზე და საერთო დამლაშების ხარისხზე.

ელდარის დაბლობზე ხურხუმოიანის არსებობა, ვაკე რელიეფის პირობებში ბედლენდებიდან სიბრტყობრივი ეროზიის შედეგად ჩამოტანილ პროლუ-

ვიურ შლეიფებზე ნიადაგის მსუბუქ მექანიკურ შედგენილობასთან და სუსტი დამლაშების გამოვლინებასთანაა დაკავშირებული. საერთოდ ზურხუმოიანის ვაკეზე არსებობა ბუნებრივი კანონზომიერების დარღვევაა და თავისებურ ლანდშაფტურ ანომალიას წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 17.5.1973)

БОТАНИКА

М. Н. ХАЧИДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЭЛЬДАРСКОЙ
 НИЗМЕННОСТИ В СВЯЗИ С ГЕОМОРФОЛОГИЕЙ
 (Юго-Восточная Грузия)

Резюме

Микрозональное развитие вариантов полупустынного растительного покрова Эльдарской низменности в условиях однообразного аридного климата определяется динамикой геоморфолого-геохимических процессов во времени и связано с нарастанием равнинного рельефа. Развитие растительности нарушается там, где формирование рельефа в большей степени связано с отложениями конусов выноса и пролювиальных шлейфов.

BOTANY

M. N. KHACHIDZE

TOWARDS A STUDY OF THE VEGETATIONAL COVER OF THE
 ELДАР VALLEY IN RELATION TO ITS GEOMORPHOLOGY
 (SOUTH-EASTERN GEORGIA)

Summary

Microzonal development of varieties of semidesert vegetational cover of the Eldar valley under conditions of arid climate is determined by the dynamics of morphological and geochemical processes in time and connected with the rise of the plain relief. The development of vegetation is hampered where relief formation is, to a great extent, connected with sediments of debris cones and proluvium boulder-trains.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. დ. უკლება. აღმოსავლეთ საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონება. თბილისი, 1968.
2. ლ. მარტაშვილი. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. თბილისი, 1964.
3. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1966.
4. ბ. კეცხოველი. საქართველოს მკენარეული საფარი. თბილისი, 1959.
5. ა. კაკულაია. შირაქ-ელდარის ზამთრის სამოვრები. თბილისი, 1941.
6. Л. И. Прилипко. Изв. АН АзССР, № 7, 1948.
7. В. А. Ковда, В. В. Егоров, А. Т. Морозов, Ю. П. Лебедев. Труды Почвен. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 44, 1954.
8. Э. Атаев. Изв. АН Туркм. ССР, сер. биол. наук, т. 3, 1966.



УДК 612.821.6

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Ц. Г. СУКНИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ФАСТИГИАЛЬНЫХ ЯДЕР НА ОТСРОЧЕННЫЕ РЕАКЦИИ

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 18.5.1970)

Известно влияние фастигиальных ядер на электрокортикограмму, которое осуществляется путем ретикулярной формации [1, 2]. Известно также, что подавляющее большинство вестибулоомозжечковых волокон проходит через фастигиальные ядра, хотя существуют и экстрафастигиальные пути [3—6].

Целью нашей работы было выяснение влияния двустороннего повреждения фастигиальных ядер на отсроченные реакции. Эксперименты проводились на шести взрослых кошках в двух сериях.

В первой серии изучались отсроченные реакции на лабиринтные раздражения. Опыты проводились в большой экспериментальной комнате по методике акад. И. С. Бериташвили. Кошек предварительно приучали к ношению светонепроницаемой маски. Затем их помещали в маленькую клетку, переносили на 2—3 м в сторону от ее обычного местопребывания и там давали поест. Потом тем же путем возвращали обратно. После освобождения кошка шла к пище с закрытыми глазами спустя некоторое время. Если животное переносили в клетке под углом, она не только могла повторить пройденный путь к месту пищи, но и шла к пище по новому, кратчайшему пути, как это было в опытах И. С. Бериташвили [7]. Определяли максимум отсроченных реакций, в течение которого кошка запоминала пройденный путь — путем лабиринтных восприятий. Он равнялся 1—1,5 минутам.

Во второй серии экспериментов изучались отсроченные реакции на условные звуковые сигналы. Исследования проводились в экспериментальной клетке, имевшей два отделения. В первом отделении в правом и левом углах помещались кормушки. У кошек вырабатывали условно-рефлекторное хождение к двум кормушкам на разные условные сигналы. Условным раздражителем служили звонок и звуковые щелчки, которые находились около кормушек. Через 2 секунды после включения условного сигнала открывали двери заднего отделения клетки, кошка подбегала к соответствующей кормушке и доставала мясо. После укрепления условного рефлекса изучали отсроченные реакции на условные сигналы. Условный сигнал подавали в течение 5 секунд, и после его прекращения животное удерживали в заднем отделении клетки на определенное время, затем открывали дверь и кошке предоставлялся свободный доступ к кормушкам. Если кошка выходила и шла к сигнализуемой кормушке, ответ считался правильным. Определяли максимум отсрочки на условные звуковые сигналы. В наших экспериментах он был равен 2—3 минутам.

После установления максимума отсроченных реакций у животных как первой, так и второй серии под нембуталовым наркозом электро-



литически повреждали оба фастигиальных ядра. По окончании работы производили морфологический контроль мозга.

После двустороннего повреждения фастигиальных ядер кошки теряют способность локомоции в течение 5—7 дней. Наблюдаются сильный экстензорный тонус, особенно передних конечностей, опистотонус, нерегулярное качание головы и всего тела. В следующие дни кошки начинают передвигаться, хотя еще отмечают слабо выраженный экстензорный тонус, атаксия задних конечностей. Имеет место тенденция падать при малейшем препятствии. Животные становятся более вялыми и малоподвижными. Понижается внимание. Животные ориентируются только на громкие звуковые раздражители.

Опыты возобновлялись на 16—18-й день после операции. К этому времени у животных все вышеуказанные симптомы отмечаются в меньшей степени.

В первой серии опытов до повреждения фастигиальных ядер максимум отсроченных реакций на лабиринтные раздражения равнялся 1—1,5 минутам. После двустороннего повреждения фастигиальных ядер у животных оказалась нарушенной способность запоминания пройденного пути. В первых пробах животные не могли ориентироваться в пространстве с закрытыми глазами. Через 3—4 месяца произошло некоторое восстановление ориентации в пространстве, но полностью отсроченные реакции на лабиринтные раздражения не восстановились в течение 1 года. Максимум их равнялся 10—15 секундам.

Экспериментами выяснилось, что после двустороннего повреждения фастигиальных ядер у животных второй группы исчез выработанный условный рефлекс. При условном раздражении животные не осуществляли условно-рефлекторного хождения к кормушке. Или они вообще не выходили из клетки при даче условного сигнала, или выходили в переднее отделение клетки, сидели там или дремали. На 39—40-й день начали заново вырабатывать условный рефлекс на разные условные сигналы — к двум кормушкам. Оказалось, что для повторного выработки дифференцированного условного рефлекса понадобилось меньшее число сочетания условных и безусловных раздражителей, чем до операции, на интактных кошках.

В первые 8—9 дней после восстановления дифференцированного условного рефлекса максимум отсроченных реакций на условный сигнал достигал 5—10 секунд. Через 2—3 месяца произошло полное восстановление отсроченных реакций на условные сигналы.

Наши предыдущие опыты, проведенные на собаках [8], показали, что после удаления «вестибулярной» коры мозжечка (*nodulus, flocculus, uvula, lingula*) нарушаются отсроченные реакции на лабиринтные раздражения. Такая же картина наблюдается при двустороннем повреждении фастигиальных ядер. Известно, что эфферентный путь от «вестибулярного» мозжечка проходит через фастигиальные ядра, а последние тесно связаны с ретикулярной формацией ствола головного мозга [3, 5]. Согласно изложенным данным, в осуществлении функции лабиринтной памяти корой больших полушарий мозжечок играет важную роль. Роль мозжечка, должно быть, заключается в том, что вестибулярная воспринимающая область коры больших полушарий получает от мозжечка через фастигиальные ядра и ретикулярную формацию импульсы, поддерживающие возбудимость сенсорных и ассоциационных нейронов коры на высоком уровне, необходимом для запоминания вестибулярных восприятий [7, 9, 10].

После повреждения фастигиальных ядер страдают также условно-рефлекторная деятельность и отсроченные реакции на условные сиг-

ნალები, однако в меньшей степени; в этом случае отсроченные реакции восстанавливаются быстрее, чем при лабиринтных раздражениях.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 18.5.1973)

დაზიანებისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ც. სუქნიძე

ფასტიგიალური ბირთვის ორმხრივი დაზიანების გავლენა
 დაყოვნებულ რეაქციებზე

რეზიუმე

ცდები ტარდებოდა ზრდასრულ კატებზე. ექსპერიმენტებით გაირკვა, რომ ფასტიგიალური ბირთვების დაზიანების შემდეგ თვალახვეულ კატებს ეპარგებათ სივრცეში ორიენტაციის უნარი და ერღვევათ დაყოვნებული რეაქციები ლაბირინთულ გაღიზიანებაზე. ასევე აღვილი აქვს განსხვავებულ ბგერებზე გამომუშავებული კვებით-მამოძრავებელ პირობითი რეფლექსის დროებით გაქრობას და პირობით სიგნალზე დაყოვნებული რეაქციების დარღვევას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Ts. G. SUKNIDZE

THE EFFECT OF BILATERAL LESIONS OF FASTIGIAL NUCLEI
 ON THE LABYRINTHINE AND CONDITIONED-REFLEX
 MEMORY IN CATS

Summary

The effects of fastigial lesions on the labyrinthine and conditioned-reflex memory were studied in adult cats.

Lesions of the fastigial nuclei resulted in the disappearance of the conditioned reflex to different auditory stimuli. The blindfolded cats lost spatial orientation and had a disturbance in reactions to the labyrinthine stimuli, which did not restore to the original level during a year.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Moruzzi, H. W. Magoun. EEG. Clin. Neurophysiol., 1, 1949, 445.
2. E. Fadiga, T. Manzoni, A. Urbano. Arch., Sci. Biol., 51, 1967, 24.
3. R. S. Dow. J. Comp. Neurol., 63, 1936, 527.
4. J. Jansen, Jr. Jansen. J. Comp. Neurol., 102, 1955, 607.
5. А. Бродал. Ретикулярная формация мозгового ствола. М., 1960.
6. А. Бродал, Ф. Вольберг и О. Помпелано. Вестибулярные ядра. М.—Л., 1966.
7. И. С. Беритов. Структура и функция коры большого мозга. М., 1969.
8. Ц. Г. Суқნიძე. Сообщения АН ГССР, 57, 1, 1970, 187.
9. И. С. Беритов. Изв. АН СССР, 4, 1960, 481.
10. И. С. Бериташвили. Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение. Тбилиси, 1968.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

М. М. ДЖАНДЖГАВА

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНОГО
ЦИКЛА В ПРОЦЕССЕ ЛОКАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ГОЛОВЫ
КРОЛИКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 6.4.1973)

При изучении динамики изменения фазовой структуры сердечного цикла в процессе облучения [1] и локального воздействия рентгеновых лучей на грудную клетку [2, 3] было выявлено, что эффект прямого повреждающего действия радиации на миокард не должен являться ведущим патогенетическим звеном в развитии так называемого радиационного шока. Тем не менее в терминальном периоде как при общем, так и при локальном облучении грудной клетки выявляются фазовый синдром гиподинамии левого желудочка и отчетливые признаки развития сердечной недостаточности. При этом во время тотального облучения животные гибнут при значительно меньших дозах, а гемодинамические сдвиги развиваются значительно раньше, чем при локальном облучении грудной клетки.

Однако до сих пор остается невыясненной роль прямого радиационного повреждения высших регуляторных механизмов гемодинамики и сердечной деятельности в развитии указанных выше патологических сдвигов. В этой связи представляется целесообразным изучение динамики изменения фазовой структуры сердечного цикла в процессе облучения головы вплоть до гибели животных «под лучом».

В данной работе, как и в предыдущих [1, 2], была использована одна и та же методика регистрации, а обработка фактического материала производилась на ЭВМ М-220 по принятому в нашей лаборатории системотехническому комплексу [4, 5]. Голову животного облучали одновременно с двух сторон при помощи спаренных аппаратов типа РУТ-11. Мощность дозы составляла 350—400 рад/мин.

Всего было проведено 19 опытов с облучением головы и 36 контрольных, в том числе специальная серия по полной программе наблюдения, включая экранизирование тела, но без воздействия радиации. Кроме того, как и в [1, 2], в качестве контроля использовались и результаты, полученные непосредственно перед облучением.

Опыты показали, что в процессе непрерывного облучения головы кроликов гибель «под лучом» наблюдается в среднем на $113,8 \pm 11,43$ минуте, что в перерасчете на дозу с учетом ее максимальной мощности в наших условиях составляет $45,5 \pm 4,42$ крад. Следует отметить, что как по времени, так и по дозе эти величины практически такие же, как при тотальном облучении ($113,6 \pm 11,05$ минут и $45,4 \pm 4,42$ крад соответственно [1, 2]).

В таблице представлены данные фазовой структуры сердечного цикла на разных этапах непрерывного облучения головы в одном из опытов. У данного животного в начале наблюдения артериальное давление было несколько больше средней величины, рассчитанной для груп-

Фазовая структура систолы левого желудочка на разных этапах непрерывного облучения головы

№	Фазы сердечного цикла и показатели	Фон до облучения		1 минута		1 час		2 часа	
		\bar{X}	$\pm m$	\bar{X}	$\pm m$	\bar{X}	$\pm m$	\bar{X}	$\pm m$
1	Сердечный цикл, мсек	219,9	2,17	214,8	,51	235,9	1,82	283,3	2,00
СИСТОЛА									
2	Электрическая	161,2	2,54	158,9	1,78	170,1	1,64	185,8	1,85
3	Механическая	84,9	2,18	91,3	1,51	112,8	1,29	109,1	1,44
4	Электромеханическая (общая)	107,0	1,62	112,8	1,19	147,6	1,02	137,0	2,48
5	ПЕРИОД НАПРЯЖЕНИЯ	55,2	2,99	55,5	2,30	65,1	1,94	58,9	2,16
6	Фаза асинхронного сокращения	22,8	1,02	21,8	,91	29,6	,73	28,3	1,02
7	Фаза изометрического сокращения	32,3	2,18	53,7	2,11	35,4	1,80	30,6	1,90
8	ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ	52,5	1,78	57,6	1,48	77,4	1,25	78,4	1,25
9	Фаза быстрого изгнания (БИ)	45,0	1,51	44,3	1,34	51,8	1,51	56,2	1,27
10	Фаза медленного изгнания (МИ)	7,5	2,35	13,3	2,00	25,5	1,95	22,1	1,78
ДИАСТОЛА									
11	Электрическая	58,6	3,34	55,9	1,85	65,8	2,45	97,5	2,72
12	Механическая	135,0	3,08	123,4	1,59	123,1	2,23	174,2	2,46
21	Атриосистолическая фаза диастолы	43,9	,61	41,2	,80	44,3	1,02	60,3	1,25
22	Гемодинамический интервал	-54,2	3,02	-46,0	2,14	-22,5	1,94	-48,7	3,09
СИСТОЛИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ									
23	По ЭКГ	,73	,01	,74	,01	,72	,01	,65	,01
24	По ФКГ	,39	,01	,43	,01	,48	,01	,39	,01
25	Систолический коэффициент	,53	,01	,58	,01	,65	,01	,59	,01
26	Внутрисистолический показатель (Карпман)	,62	,03	,63	,02	,69	,01	,72	,01
27	Внутрисистолический коэффициент	,95	,05	1,04	,05	1,19	,04	1,33	,05
28	Индекс напряжения миокарда (Карпман)	51,5	2,90	49,2	2,10	44,1	1,35	40,0	1,76
29	Отношение фаз МИ и БИ	,18	,05	,30	,05	,49	,04	,39	,03
АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ									
30	Максимальное	135,7	,47	121,0	,33	77,3	,70	64,6	1,13
35	Пульс	272,8	2,69	272,2	,65	254,2	1,96	211,7	1,49
36	Дыхание	178,6	1,09	199,4	1,42	178,4	1,65	72,1	1,30



пы животных, использованных в серии опытов с облучением головы. Однако изменение фазовой структуры сердечного цикла в процессе облучения головы происходило так же, как и в остальных опытах. Обращает на себя внимание еще один факт: уже в начале наблюдения период изгнания достоверно меньше ($p < 0,05$) величины, рассчитанной путем решения уравнений прямолинейной регрессии и отражающей связь между длительностью указанной фазы и продолжительностью сердечного цикла [6—8]. Это происходит в основном за счет уменьшения фазы медленного изгнания. Несколько удлинена также электрическая система. Однако остальные показатели, должные величины которых удаётся рассчитывать по R—R-интервалу, находятся в пределах нормы.

На первой минуте лучевого воздействия наблюдаются достоверное укорочение сердечного цикла ($p < 0,05$), снижение артериального давления ($p < 0,001$) и учащение дыхания ($p < 0,001$), однако каких-либо значительных изменений фазовой структуры сердечного цикла не происходит. Более того, в течение первых 40 минут непрерывного облучения головы, несмотря на то что артериальное давление прогрессивно снижается, признаков нарушения или уменьшения сократительной способности сердечной мышцы не происходит. Скорее, наоборот. По основным признакам кардиодинамики наблюдается тенденция усиления сократительной функции миокарда, что, по всей вероятности, носит компенсаторный характер, т. е. в ответ на снижение артериального давления происходит увеличение сердечного выброса. Объем настоящей статьи не позволяет представить соответствующий иллюстрационный материал, однако и по показателям кардиодинамики это очевидно. Так, например, по сравнению с исходными величинами увеличивается продолжительность механической систолы и периода изгнания ($p < 0,01$), возрастает механический коэффициент Блумбергера ($p < 0,001$) и уменьшается индекс напряжения миокарда ($p < 0,01$), т. е. время сердечного сокращения, затрачиваемое на подготовку изгнания крови. Но даже на этом фоне выявляются некоторые фазовые сдвиги, указывающие на то, что сердце работает на пределе своих компенсаторных возможностей. На это указывает относительное увеличение периода напряжения ($p < 0,01$) преимущественно за счет более значительного увеличения продолжительности фазы асинхронного сокращения ($p < 0,001$). Возрастает также длительность фазы медленного и быстрого изгнания, хотя это может быть следствием увеличения продолжительности механической систолы. Тем не менее в течение 30 минут дальнейшего непрерывного облучения головы сердце продолжает форсированно работать и отчетливых признаков его первичной слабости не наблюдается, несмотря на то что максимальное артериальное давление падает более чем в 2 раза. Лишь в терминальной стадии начинают выявляться признаки гиподинамии левого желудочка. Тем не менее инъекция полиглюкина в это время вызывает хотя кратковременное, но отчетливое восстановление фазовой структуры сердечного цикла.

Вышеизложенное позволяет заключить, что изменения фазовой структуры, наблюдаемые в терминальной стадии при непрерывном облучении головы, обусловлены не радиационным повреждением центральных регуляторных механизмов и сократительной способности миокарда, а первичным расстройством дыхания и механизмов регулирования общего периферического сопротивления.



მ. ჯანჯგავა

 გულის ფაზური სტრუქტურის ცვლილებების დინამიკა
 გოცვირების თავის დასხივების პროცესში

რეზიუმე

რენტგენის სხივების უწყვეტი ზემოქმედებით (დოზის სიმძლავრე 350 — 400 რადი წუთში) ბოცვერების თავის ლოკალური დასხივების დროს მხოლოდ ტერმინალურ სტადიაში იწვევს კარდიოდინამიკის მოშლას. ამ პერიოდში სისხლის წნევის ხელოვნური წნევა პოლიგლუცინის შიდა არტერიული შეყვანით, ან ცხოველების ხელოვნურ სუნთქვაზე გადაყვანა იწვევს გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურის ხანმოკლე, მაგრამ სარწმუნო ნორმალისაციას. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ კარდიოდინამიკის მოშლას წინ უძღვის დრმა ჰიპოქსიის განვითარება. აღნიშნული ფაქტების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ როგორც ზოგადი, ასევე გულმკერდის ან თავის დასხივების დროს რადიაციული შოკის განვითარება არ არის პირობადებული გულის კუნთის შეკუმშვისუნარიანობის პირველადი მოშლით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

M. M. JANJGAVA

 THE DYNAMICS OF CHANGES IN THE STRUCTURE OF THE
 CARDIAC CYCLE DURING HEAD IRRADIATION IN
 RABBITS

Summary

Continuous head irradiation (dose rate 350-400 rad per min) in rabbits brings about cardiodynamic disturbances only in the terminal stage. During this period artificial rise of the blood pressure with intraarterial injection of polyglucin or maintaining the animals on an artificial respiration markedly normalizes the structure of the cardiac cycle. It should be pointed out that cardiodynamic disturbances are preceded by a severe hypoxia. The foregoing facts allow to draw a conclusion that the "irradiation shock" caused by whole-body and the chest or head irradiation is not to be accounted for by primary cardiac insufficiency.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. M. Джанджгава, К. Ш. Надарейшвили, Н. Б. Шарашенидзе. Сообщения АН ГССР, 71, 1, 1973.
2. M. M. Джанджгава, К. Ш. Надарейшвили, Н. Б. Шарашенидзе. Сообщения АН ГССР, 71, 2, 1973.
3. К. Ш. Надарейшвили. Вопросы влияния ионизирующей радиации на сердечно-сосудистую систему. Тбилиси, 1966.
4. К. Ш. Надарейшвили, М. М. Джанджгава, Л. А. Почнани. Сообщения АН ГССР, 59, 1970, 64, 3, 1970.
5. Н. А. Краевский. Военно-мед. ж., № 7, 26, 1960.
6. В. К. Сельцер. Бюлл. exper. биол. и мед., № 11, 1959, 118.
7. В. К. Сельцер. Фазовая структура сердечного сокращения облученных кроликов при функциональных воздействиях. Деп. ВИНТИ, № 1444—70. Л., 1967.
8. М. З. Трохименко. Бюлл. exper. биол. и мед., 66, № 12, 1968, 10.

Н. Н. БУРКАДЗЕ

РОЛЬ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 16.5.1973)

Вопрос о роли наследственности и среды в развитии артериальной гипертонии является одним из наиболее актуальных в современной медицине. Ему посвящены многочисленные работы [1—8], но, несмотря на свое теоретическое и практическое значение, вопрос все еще остается спорным. Считая наследственность важным этиопатогенетическим фактором в развитии артериальной гипертонии, группа педиатров под руководством проф. М. Д. Цинамдзгвришвили еще в 1949 г. исследовала уровень артериального давления у 1400 детей, их родителей и близких родственников. У 9% всех обследованных детей была обнаружена транзиторная гипертония; преимущественно это были лица с отягощенной в отношении гипертонической болезни наследственностью. Весьма интересны данные проф. И. К. Пагава [9], который в 1971 г. повторно обследовал пробандов с транзиторной гипертонией и у части обследованных обнаружил гипертоническую болезнь, что указывает на значение наследственных факторов в развитии этого страдания и на важность ранних профилактических обследований лиц с наследственной отягощенностью.

Нами была поставлена цель выяснить соотносительную роль наследственности и среды в определении уровня артериального давления и в развитии артериальной гипертонии с применением близнецового метода исследования, суть которого заключается в сравнительном изучении одно- и двуйцевых близнецов. Была обследована 91 пара близнецов в возрасте от 16 до 70 лет.

В данном сообщении мы сосредоточили внимание на анализе уровня артериального давления как в норме, так и при патологии, учитывая наличие артериальной гипертонии у одного или у обоих партнеров каждой пары близнецов. У всех обследованных нами близнецов, кроме общего клинического осмотра, повторно измерялось артериальное давление, причем мы добивались определения так называемого околобазального давления. Все близнецы подвергались рентгенологическому исследованию грудной клетки, записывалась электрокардиограмма в 12 отведениях, определялось содержание в крови общего и связанного холестерина, бета-липопротеидов, фосфолипидов, триглицеридов, общего белка и белковых фракций. В каждой возрастной группе с учетом зиготности и пола были вычислены средний уровень артериального давления и средняя ошибка среднего арифметического, среднее квадратическое отклонение, а также средняя величина внутрипарного расхождения по уровню давления в мм рт. ст. Для анализа внутрипарного сходства или расхождения мы вычисляли коэффициент корреляции, который устанавливает связь между изучаемыми параметрами. При анализе заболеваемости артериальной гипертонией мы



საქართველოს
აкадеმიის

пользовались критериями Всемирной организации здравоохранения, согласно которым для лиц в возрасте от 20 до 60 лет повышенным считается давление от 160/95 мм рт. ст. и выше. Для лиц в возрасте 16—19 лет мы условно снизили эти показатели на 10 мм для систолического и на 5 мм для диастолического давления.

Для определения конкордантности и дискордантности близнецов по артериальной гипертонии мы применяли указанные выше критерии ВОЗ. Если у обоих партнеров каждой пары имелась артериальная гипертония, то независимо от степени повышения пара считалась конкордантной по гипертонии, если же у одного из партнеров уровень артериального давления был повышенным, а у другого нормальным или же находился в пределах переходной зоны, то данная пара рассматривалась как дискордантная по артериальной гипертонии.

Сопоставив результаты исследований в трех возрастных группах близнецов, мы нашли выраженные различия между одно- и двуйцевыми парами. У однояйцевых близнецов (ОБ) в I возрастной группе коэффициент корреляции по систолическому и диастолическому давлению был равен 0,96/0,85; во II группе — 0,81/0,82; в III — 0,72/0,75. У однополых двуйцевых близнецов (ДБ) соответствующие показатели составляли в I группе 0,54/0,55; во II — 0,26/0,29; в III — 0,16/0,35. Как видим, коэффициент корреляции с возрастом уменьшается, как у ОБ, так и у ДБ, однако у ДБ гораздо больше чем у ОБ. Поскольку коэффициент корреляции по уровню давления для мужчин незначительно отличался от соответствующих показателей для женщин, мы сочли возможным объединить их. В итоге можно констатировать, что по уровню артериального давления между ОБ и ДБ имелись достоверные различия.

В дальнейшем мы проанализировали частоту заболевания артериальной гипертонией и конкордантность по данному заболеванию у ОБ и ДБ. Как известно, дифференциация между так называемой симптоматической гипертонией и гипертонической болезнью связана с рядом сложных исследований, трудно выполнимых в поликлинических условиях, поэтому в дальнейшем мы ограничимся лишь рассмотрением случаев артериальной гипертонии, не уточняя ее генеза. Среди обследованных близнецов у 41 пары наблюдалось повышенное артериальное давление у одного или у обоих партнеров. Конкордантность по артериальной гипертонии ОБ значительно превышала аналогичный показатель ДБ: из 18 пар ОБ конкордантными оказались 14 пар, а из 23 пар ДБ — только семь, различие между ними высокостоверно ($t=9,2$ при $P<0,001$).

У части обследованных отмечалось наследственное отягощение; таковыми мы считали внезапную смерть одного или обоих родителей, смерть от кровоизлияния в мозг и от инфаркта миокарда. Заболевание артериальной гипертонией отца или матери мы принимали во внимание лишь в тех случаях, когда родители были нами лично обследованы. У части близнецов отмечались тяжелые служебные или бытовые условия, наблюдались случаи закрытой травмы черепа и артериальной гипертонии у женщин, протекавшей на фоне климакса. В отдельных случаях мы отмечали отсутствие каких-либо жалоб, характерных для артериальной гипертонии у одного партнера ОБ, в то время как другой страдал клинически выраженным заболеванием. При обследовании у его партнера артериальное давление также оказывалось явно повышенным, признаки гипертрофии сердца обнаруживались у обоих партнеров, но субъективные расстройства у второго отсутствовали. Надо полагать, что начало заболевания у партнеров тоже отличалось во времени, но об-



известно, что неосложненная фаза эссенциальной гипертонии может длительно протекать без каких-либо субъективных нарушений и нередко обнаруживается при случайном измерении артериального давления.

Анализируя возможные причины дискордантности по артериальной гипертонии у ОБ, мы установили, что в отдельных случаях один из партнеров, страдавший гипертонией, перенес закрытую травму черепа, в то время как второй этой травмы не переносил и артериальное давление оставалось у него нормальным. У двух пар ОБ, дискордантных по артериальной гипертонии, повышенное давление отмечалось именно у того близнеца, у которого имелись тяжелые семейные условия. В одной паре ОБ у одного близнеца, страдавшего гипертонией, было отмечено злоупотребление алкоголем. Все это указывает на определенное значение внешней среды. Однако, несмотря на различия в условиях жизни, длительное раздельное проживание, участие в Великой Отечественной войне, среди ОБ все же имело место конкордантное заболевание артериальной гипертонией обоих близнецов, хотя, как указывалось выше, нередко оно было различным по тяжести.

Наши данные позволяют утверждать, что роль генотипа в определении уровня артериального давления и в развитии артериальной гипертонии несомненна. С возрастом влияние внешней среды увеличивается, но генотип является в известной мере консервативным, устойчивым, именно поэтому роль наследственности во всех возрастных группах больше в сравнении с средовыми факторами, однако возможны и чрезвычайные экстремальные условия, при которых артериальная гипертония может возникать независимо от особенности генотипа.

Институт экспериментальной и
клинической терапии
МЗ СССР

(Поступило 25.5.1973)

ბენეტიკა და სელექცია

ბ. ბურკაძე

ბენეტიკური ფაქტორების როლი არტერიული
ჰიპერტონიის განვითარებაში

რეზიუმე

ტყუბთა მეთოდის გამოყენებით დადგენილ იქნა, რომ არტერიული წნევის დონე გენოტიპურად არის განპირობებული, მემკვიდრულ ფაქტორებს არსებითი მნიშვნელობა აქვთ არტერიული ჰიპერტონიის განვითარებაში განსაკუთრებით ახალგაზრდა ასაკში. ხანშესულ ასაკში გარემო ფაქტორების გავლენა იზრდება, მაგრამ მემკვიდრულ ფაქტორებთან შეფარდებით მისი ხვედრითი წონა ნაკლებია.

GENETICS AND SELECTION

N. N. EURKADZE

THE ROLE OF GENOTYPIC FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF ARTERIAL HYPERTENSION

Summary

The level of arterial tension is determined genotypically as established by the method of twins. Hereditary factors play a significant role in the de-

velopment of arterial hypertension, particularly in young age. The role of environmental factors increases with advanced age. However, their specific weight is lesser in comparison with hereditary factors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Малкова. Труды Медико-биол. ин-та, т. 4, 1934, 57—68.
2. W. Allan. Arch. Internal. Med., 52, 6, 1933, 631-633.
3. S. A. Beach. Lancet, 1, 1963, 1239.
4. W. E. Miall, P. D. Oldham. Brit. Med. J., 1, 1963, 75-80.
5. R. Platt. Quart. J. Med., 83, 17, 1948.
6. R. Platt. Ann. Internal. Med., 55, 1961, 1-11.
7. A. Shapiro. Psychosom. Med., 30, 1968, 505-580.
8. C. B. Thomas. Am. J. Med. Sci., 232, 4, 1956, 389-396.
9. ირ. ფალავა. საქ. პედ. და პიგ. სამ. საზ. გაფ. პლენუმის მასალები, თბილისი, 1972, 7.

Н. В. КОЗЛОВА, Е. Л. ДЕДУРИЯ

СПЕКТРОФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ KCN НА МИТОХОНДРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 30.3.1973)

Хорошо известно ингибирующее действие цианистого калия на перенос электронов по дыхательной цепи в митохондриях [1]. KCN останавливает перенос электронов на последнем этапе цепи — от цитохрома *c* на конечный акцептор электронов — кислород. При этом происходит сдвиг окислительно-восстановительного состояния всех компонентов цепи транспорта электронов в сторону восстановления. При флуориметрических измерениях на митохондриях действие KCN проявляется в увеличении интегральной интенсивности свечения митохондрий в видимой области спектра и объясняется почти полным восстановлением НАД при остановке дыхания [2].

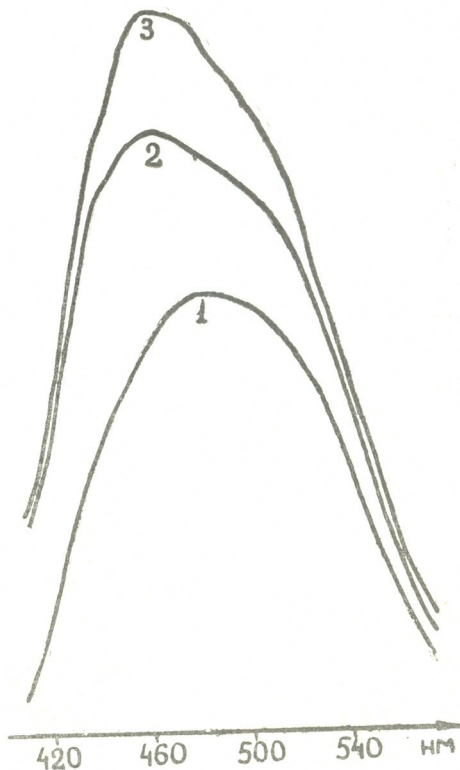


Рис. 1. Изменение спектров флуоресценции митохондрий под действием KCN: 1—спектр контрольных митохондрий; 2—спектр митохондрий сразу после добавления KCN; 3—спектр митохондрий через час после добавления KCN



311935340
3030000000

печени половозрелых белых крыс. Среда выделения содержала 0,25 М сахарозу, 0,001 М ЭДТА и 0,02 М трис-буфер (рН 7,4). Среда инкубации содержала глутаминовую кислоту 0,1 М—0,2 мл, АТФ $1,5 \cdot 10^{-3}$ М—0,2 мл, фосфатный буфер (рН 7,4) 0,1 М—0,2 мл, NaF 0,5 М—0,1 мл, $MgCl_2$ 0,05 М—0,1 мл, глюкозу 0,045 М—0,2 мл, сахарозу 0,25 М—0,9 мл.

Флуоресценция митохондрий в видимой области возбуждалась линией ртутного спектра 365 нм. Спектры флуоресценции измерялись на спектрофлуориметре [3] сразу после добавления цианистого калия и через час.

На рис. 1 приведены результаты одного из опытов. Полученные спектры раскладывались на составляющие спектры трех возможных флуоресцирующих центров, присутствующих в митохондриях (НАД-Н свободного, НАД-Н, связанного с дегидрогеназами, и флавинов):

$$f(\lambda) = a f_{\text{НАД-Н СВЯЗ}} + b f_{\text{ФЛ}} + c f_{\text{НАД-Н СВОБ}}$$

$f_{\text{НАД-Н СВЯЗ}}$, $f_{\text{ФЛ}}$, $f_{\text{НАД-Н СВОБ}}$ — нормированные спектры этих трех центров.

Коэффициенты a , b и c отражают относительное содержание соответствующих центров в митохондриях. Они рассчитывались по измеренным суммарным спектрам методом наименьших квадратов. Совпадение рассчитанного суммарного спектра с измеренным оценивалось по критерию χ^2 . Во всех случаях уровень значимости совпадения этих спектров был не меньше 99% ($P \leq 0,01$).

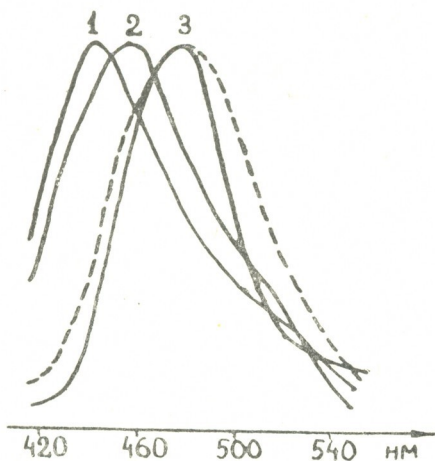


Рис. 2. Разностные спектры (нормированные): 1—спектр 2—1 из рис. 1; 2—спектр 3—1 из рис. 1; 3—спектр 3—2 из рис. 1. Пунктир—спектр свободного НАД-Н

На рис. 2 даны разностные спектры, нормированные к единице для удобства сравнения. Пунктиром показан спектр флуоресценции свободного НАД-Н ($6 \cdot 10^{-4}$ М раствор в воде), измеренный на этом же спектрофлуориметре.

На рис. 3 показаны вклад, вносимый каждым центром в интегральную интенсивность флуоресценции митохондрий, и изменение этого вклада при введении KCN в митохондриальную взвесь.

Сразу после добавления в митохондриальную взвесь KCN интегральная интенсивность митохондрий увеличивается, причем за счет



большого восстановления НАД, связанного с дегидрогеназами (рис. 3). Это видно и по разностному спектру 1 (рис. 2), максимум которого сдвинут в коротковолновую область по отношению к максимуму спектра свободного НАД-Н, что характерно для НАД-Н, связанного

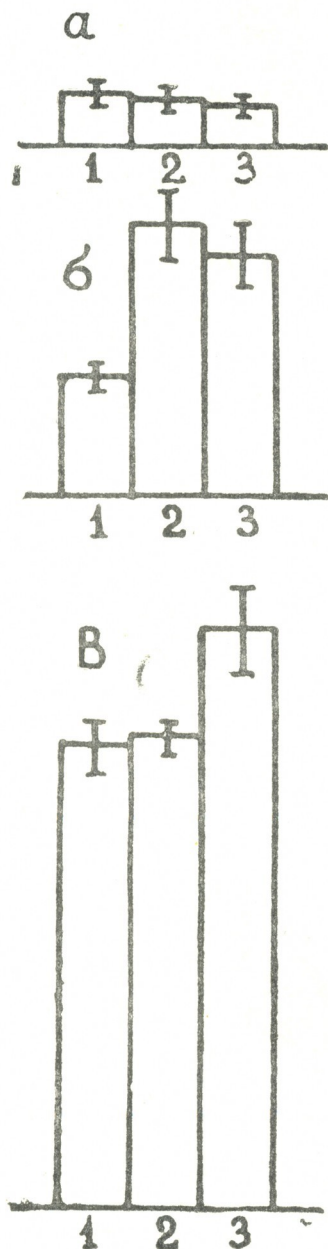


Рис. 3. Изменение интегральной интенсивности флуоресценции каждого из трех центров под действием KCN (среднее по шести опытам): 1—контрольные митохондрии; 2—сразу после введения KCN; 3—через час после введения KCN; а—флавины, б—НАД-Н, связанный с дегидрогеназами; в—НАД-Н свободный

с дегидрогеназами [4—8]. Через час после введения KCN интегральная интенсивность флуоресценции митохондрий еще увеличивается, причем теперь уже за счет свободного НАД-Н (рис. 3). Это видно и по разностному спектру 3 (рис. 2), максимум которого совпадает с максимумом спектра флуоресценции свободного НАД-Н, измеренного



на этом же спектрофлуориметре (пунктир на рис. 2). К этому же времени во всех опытах наблюдается некоторое уменьшение количества НАД-Н, связанного с дегидрогеназами, однако в среднем это уменьшение не выходит за пределы ошибок (рис. 3), поэтому нельзя уверенно утверждать, что через час после введения KCN происходит освобождение связанного НАД-Н. Кроме того, суммарная интенсивность флуоресценции через час еще повышается, что в любом случае нельзя объяснить только освобождением НАД-Н, связанного с дегидрогеназами, и приходится предположить восстановление свободного НАД. Несомненно одно: действие KCN проявляется не только в восстановлении НАД, связанного с дегидрогеназами, но и в увеличении количества восстановленного свободного НАД.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 27.4.1973)

ბიოფიზიკა

ბ. კოზლოვა, ე. დემურია

მიტოქონდრიებზე KCN მოქმედების სპექტროფლუორომეტრიული
ბამოკვლევა

რეზიუმე

ზრდასრული თეთრი ვირთაგვების ღვიძლიდან გამოყოფილ მიტოქონდრიებზე ჩატარებულია კალიუმის ციანილის მოქმედების სპექტროფლუორომეტრიული ანალიზი. ნაჩვენებია, რომ KCN მოქმედება ვლინდება არა მარტო დეჰიდროგენაზებთან დაკავშირებული ნაღ-ნ გამოსხივების ინტენსივობის მატებაში, არამედ აღდგენილი თავისუფალი ნაღ-ის რაოდენობის მატებაში.

BIOPHYSICS

N. V. KOZLOVA, E. L. DEMURIA

SPECTROFLUOROMETRIC STUDIES OF THE KCN EFFECT ON THE MITOCHONDRIA

Summary

The effect of potassium cyanide on the mitochondria was investigated spectrofluorometrically. The mitochondria were isolated from the white rat liver. It is shown that the effect of KCN is manifested not only in an increase of the intensity of fluorescence of dehydrogenase-bound NAD-H but also in an increase of the quantity of the reduced free NAD.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. E. Hunter, Y. F. Levy, Y. Fink, B. Schutz, F. Guerra, A. Hurwitz. *J. Biol. Chem.*, 234, 2176—2186 (1959).
2. М. С. Шудель, Н. А. Черногрядская, В. А. Брумберг, Ю. М. Розанов, Е. М. Брумберг. *ДАН СССР*, 1957, 2, 1964, 447.
3. Н. В. Козлова. *Сб. «Вопросы биофизики и теоретической биологии»*. Труды ТГУ, вып. I, 1968, 41—47.
4. B. Chance, H. Baltscheifsky. *J. Biol. Chem.*, 233, 736—739 (1958).
5. L. N. M. Duysens, J. Ames. *Biochim. Biophys. Acta*, 24, 19—26 (1957).
6. L. N. M. Duysens, G. H. M. Kronenberg. *Biochim. Biophys. Acta*, 25, 437—438 (1957).
7. S. F. Velick. *J. Biol. Chem.*, 233, 1455 (1958).
8. P. D. Boyer, H. Theorell. *Acta Chem. Scand.*, 10, 477 (1956).



Н. Н. БОКОЧАДЗЕ, М. Ш. СИМОНИДЗЕ, М. М. ЗААЛИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ АНИОНОВ НА Г — Ф-ПРЕВРАЩЕНИЕ АКТИНА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.4.1973)

Исследование молекулярного механизма Г — Ф-превращения актина является весьма актуальным и связано с проблемой взаимодействия мышечных белков в миофибриллах. Актин при небольшом изменении ионной силы и природы растворителя из глобулярной формы переходит в фибриллярную и взаимодействует с другими белками именно в фибриллярной форме. В связи с этим представляет интерес исследовать кинетику Г — Ф-превращения актина, а также его взаимодействие с другими мышечными белками, в частности с α -актинином, в присутствии различных электролитов.

Влияние концентрированных растворов солей на деполимеризацию Ф-актина исследовалось в работе [1], и был получен ряд деполимеризующей эффективности некоторых катионов и анионов. М. В. Георгадзе и др. показали различное влияние одновалентных катионов на Г—Ф-превращение актина [2]. Влияние двухвалентных катионов на Г—Ф-превращение актина было исследовано Драбиковским и др. [3].

В настоящей статье изложены результаты исследования влияния анионов на кинетику Г—Ф-превращения актина.

Актин получали по методу Риса и Янга [4], α -актинином — по модифицированному методу Аракэва, Рубсона и Голла [5]. Белковые препараты, использованные в работе, отличались высокой чистотой. Их гомогенность проверяли на аналитической ультрацентрифуге и с помощью аналитического диск-электрофореза на полиакриламидном геле. Используемые химические реактивы были в основном квалификации особой чистоты или химически чистые. рН растворов электролитов доводили до 7,2 и это значение строго поддерживали в продолжение эксперимента. Измерение вязкости проводили в вискозиметре Оствальда. Время прохождения воды при 15,5°C равнялось 45 сек. Концентрацию актина во всех экспериментах выбирали в интервале 1 — 1,8 мг/мл. Для получения комплекса актина с α -актинином, оба белка смешивали в вискозиметре, добавляли электролит и следили за изменением вязкости во времени. Влияние анионов на Г — Ф-переход актина оценивали по средней скорости процесса — $1/\tau_{1/2}$, где $\tau_{1/2}$ — время половинной полимеризации.

Кривые рис. 1 показывают влияние галоидов калия и цезия на Г—Ф-превращение актина. Хотя указанные анионы характеризуются общими химическими свойствами, они существенно отличаются друг от друга ионными радиусами, коэффициентами активности и т. д. Согласно нашим экспериментам, скорость полимеризации значительно зависит от природы аниона, а именно, чем больше радиус добавленного иона, тем меньше скорость Г—Ф-превращения. В связи с этим галогены по эф-

фektivности располагаются в ряд $F^- > Cl^- > Br^- > I^-$; в таком же по-
рядке увеличивается и ионный радиус анионов. Так как анионы не могут
нейтрализовать отрицательный заряд мономеров актина, чтобы способ-
ствовать полимеризации, мы предполагаем, что они играют важную
роль при образовании мономеров актина особой конформации, кото-
рые образуются на первой стадии полимеризации и способствуют про-
цессу.

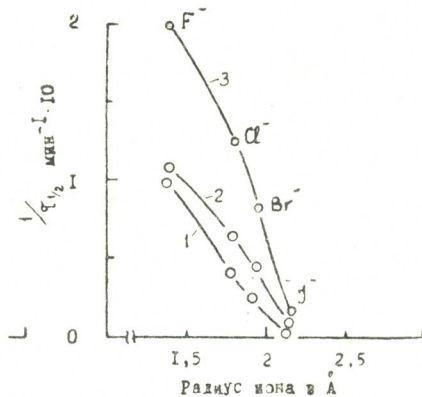
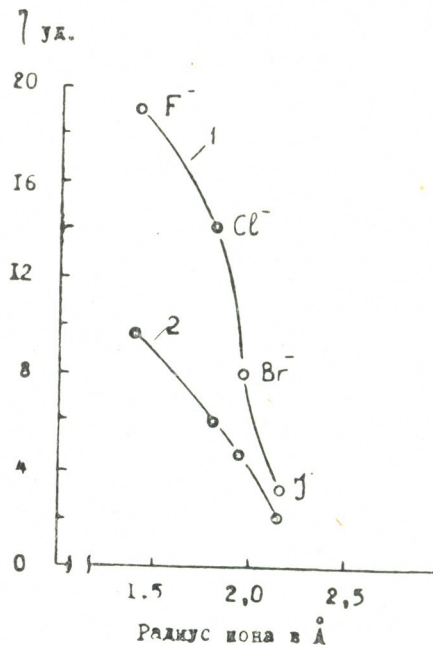


Рис. 1. Влияние галогенидов калия (2) и цезия (1) на скорость Γ - Φ -превращения актина и влияние галогенидов калия (3) на скорость образования комплекса актин- α -актинин (конц. солей в растворе 0,1 М)

Известно, что Φ -актин соединяется с α -актинином. Скорость образования комплекса значительно больше, когда α -актинин смешивается не с Φ -актином, а с Γ -актином с последующим добавлением соли. Мы

Рис. 2. Зависимость вязкости Φ -актина от радиуса галогенидов в отсутствии (2) и присутствии (1) α -актинина (конц. солей в растворе 0,1 М)



исследовали влияние анионов на скорость образования комплекса (рис. 1). Оказалось, что природа аниона играет существенную роль в процессе образования комплекса: скорость образования комплекса α -актинин — Φ -актин увеличивается с уменьшением радиуса аниона. Примечательно также, что конечные значения вязкости системы α -акти-

ნინ — Ф-актин также увеличиваются с уменьшением радиуса аниона (рис. 2). Это однозначно показывает, что с уменьшением радиуса аниона увеличивается размер жгута, образованного из нитей Ф-актина в результате их взаимодействия с α -актинином.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 27.4.1973)

ბიოფიზიკა

ბ. ბოჭორაძე, მ. სიმონიძე, მ. ჯაალიშვილი

ანონების გავლენა აქტინის გ—ფ-გადასვლაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ანიონების გავლენა აქტინის გ—ფ-გადასვლაზე და აქტინი- α -აქტინინის კომპლექსის წარმოქმნაზე; დადგენილია, რომ ერთვალენტური კათიონების ჰალოგენიდების ეფექტი აქტინის პოლიმერიზაციასა და კომპლექსის წარმოქმნის სიჩქარეებზე მცირდება ანიონის რადიუსის გაზრდის შესაბამისად.

BIOPHYSICS

N. N. BOKOCHADZE, M. Sh. SIMONIDZE, M. M. ZAALISHVILI

THE INFLUENCE OF ANIONS ON THE G—F TRANSFORMATION OF ACTIN

Summary

The influence of anions on the G—F transformation of actin and on the formation of the actin- α -actinine complex has been studied. It has been determined that the effect of halogenides of the univalent cations on the polymerization of actin and on the rates of complex formation decreases with an increase of the anion radius.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Nagy, W. P. Iencks, J. Am. Chem. Soc., 87, 11, 1965.
2. М. В. Георгадзе, Р. Н. Сдвигова. Биофизика, 13, 5, 1968.
3. H. Strzelecka-Colaszewska, E. Prochajewicz, W. Drabikowski. IV International Biophysics Congress. Abstracts. Moscow, 2, 1972.
4. M. K. Rees, M. Young, J. Biol. Chem., 242, 19, 1967.
5. N. Arakawa, R. M. Robson, D. E. Goll. Biochim. Biophys. Acta, 200, 2, 1970.

Н. Г. БАКРАДЗЕ, Ц. Т. ТАРКАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О РАСШИФРОВКЕ СЛОЖНЫХ
 КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ ПЛАВЛЕНИЯ
 МАКРОМОЛЕКУЛ ТРАНСПОРТНОЙ РНК

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 7.2.1973)

В силу своей специфической структуры макромолекула тРНК представляет определенный интерес для физиков, занимающихся изучением структуры и структурных переходов биомacroмолекул. На сегодняшний день расшифрована первичная структура более 30 молекул тРНК разной специфичности и для них построены модели вторичной структуры — так называемые модели «клеверного листа». На рис. 1 приведена

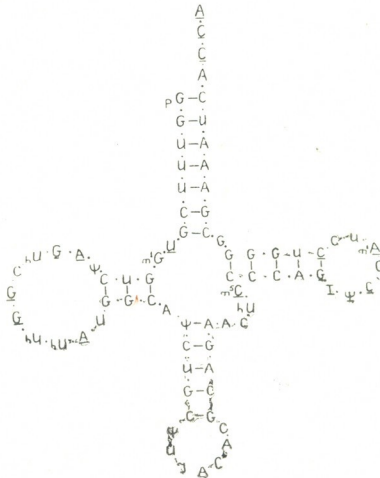


Рис. 1

вышеупомянутая модель молекулы тРНК, специфичной валину. Такая плоская молекула в результате объемного взаимодействия складывается и принимает строго определенную пространственную конфигурацию. В настоящее время существование третичной структуры у молекулы тРНК ни у кого не вызывает сомнения. Не оспаривается и то положение, что молекулы тРНК разной специфичности должны иметь третичные структуры, весьма схожие друг с другом [1]. На основании многочисленных физико-химических исследований создано несколько моделей третичной структуры тРНК [2—5]. Одной из наиболее вероятных является модель Левитта [4], которая приведена на рис. 2.

Как может «плавиться» молекула такой сложной конфигурации? Как видно из рис. 1 и 2, в молекуле тРНК двухспиральные, «кристаллические» участки чередуются с петлями, в которых основания находятся в «аморфном» состоянии. Теоретический расчет Калланбаха [6] показал, что температура и температурный интервал процесса плавления таких «шпательных-спиральных» единиц сильно зависят не только от состава оснований спиральных участков, но и от длины спирального участка и количества оснований в примыкающей к нему петле. Осно-



вываясь на этих расчетах и принимая во внимание модели вторичной и третичной структур, можно ожидать, что процесс плавления молекул тРНК будет протекать в несколько стадий. Рёмер и др. [7] при исследовании процесса плавления индивидуальных и, в частности, валиновой тРНК спектрофотометрическим методом обнаружили четыре максимума на дифференциальной кривой плавления. Эти максимумы авторы приписывают плавлению отдельных спирализованных участков в модели «клеверного листа».

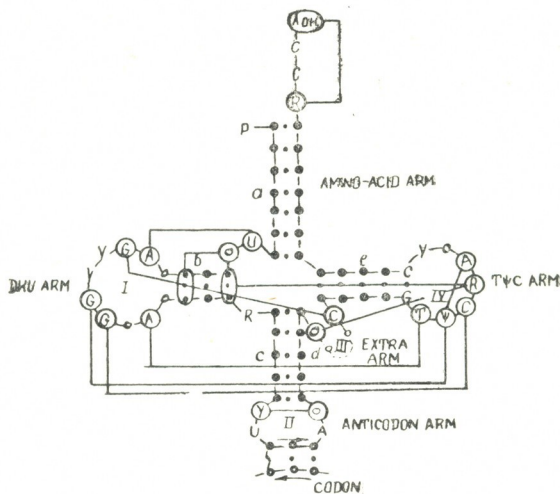


Рис. 2

Ниже приводятся результаты микрокалориметрического исследования (Н. Г. Бакрадзе) водных растворов тРНК, обогащенного по содержанию валинспецифичной фракции (75% тРНК^{вал}) и математические основы метода обработки сложных кривых процесса плавления молекул тРНК (Ц. Т. Таркашвили).

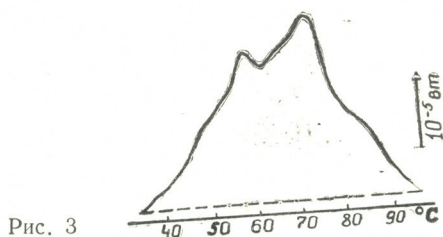


Рис. 3

На рис. 3 приведена калориметрическая запись, процесса плавления 0,7% раствора тРНК, которая показывает, что плавление тРНК — процесс многостадийный. Для интерпретации результатов измерения необходимо провести разложение кривой на элементарные компоненты.

Ставится задача построения математической модели. На основе данного ряда наблюдений в пределах задаваемой точности нужно найти те законы, суммарное воздействие которых вызывает наблюдаемое явление. Задача сводится к математической задаче нахождения минимума функционала

$$M = \sum_{j=1}^N [F_j - I_j(x_j, a_1, \dots, a_m)]^2 W_j$$



относительно параметров a_1, \dots, a_m (N —число экспериментальных точек, m —число параметров, W_j —статистический вес, F_j —экспериментальное значение в точке x_j , относительно которых предполагается, что их можно описать с помощью функции f_j).

Для нашей задачи разложение производилось при исходном допущении, что искомые элементарные компоненты аппроксимируются гауссианами, т. е. предполагается, что функция f имеет вид

$$f(x, a_1, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^s A_i \exp \{ -(x - x_{0i})^2 / 2 \sigma_i^2 \},$$

$W_i \equiv 1$, а параметры a равны $a_1 = A_1$, $a_2 = x_{01}$, $a_3 = \sigma_1, \dots$

Информация обрабатывается на ЭВМ М-220 (программу обработки см. в [8]) и выдаются следующие результаты вычислений:

1. Значения параметров.
2. Внешние ошибки параметров, зависящие от индивидуальных ошибок точек $\sigma_{ahext} = \sqrt{(Z^{-1})_{hk}}$, где $(Z^{-1})_{hk}$ —диагональные элементы обратной матрицы Z :

$$Z_{ik} = \sum_{j=1}^N W_j \frac{\partial f}{\partial a_i} \frac{\partial f}{\partial a_k}, \quad i, k = 1, \dots, m.$$

3. Внутренняя ошибка параметров, обусловленная распределением экспериментальных точек $\sigma_{ahint} = \sigma \cdot \sigma_{ahext}$, где σ —стандартное отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{M_{\min}}{n-m}}.$$

4. Значения составляющих компонент $f_{ij}(x_j, A_i, x_{0i}, \sigma_i)$, $j = 1, \dots, m$.
5. Суммарные значения $f(x_i, a)$.
6. Значения площадей (вычисленных методом трапеции) экспериментальной кривой, составляющих компонент и кривой, полученной сложением этих компонент.

Ниже приводится таблица этих значений для кривой рис. 3.

Площади (отн. ед.)	Параметры a_k		σ (отн. ед.)
$S_{\text{эксп}} = 19590$	$A_1 = 72,2$	$\sigma_3 = 13,9$	1,15
$S_{\text{теор}} = 19600$	$x_{01} = 69,3$	$A_4 = 97,8$	
$S_1 = 4430$	$\sigma_1 = 23,9$	$x_{04} = 158,9$	
$S_2 = 3290$	$A_2 = 96,4$	$\sigma_4 = 10,8$	
$S_3 = 3960$	$x_{02} = 102,1$	$A_5 = 76,4$	
$S_4 = 2650$	$\sigma_2 = 13,6$	$x_{05} = 187,5$	
$S_5 = 5270$	$A_3 = 112,9$	$\sigma_5 = 27,8$	
	$x_{03} = 133,7$		

Результаты расчетов просуммированы на рис. 4, на котором приводятся экспериментальная кривая процесса плавления тРНК и ее разложение на элементарные компоненты. Полученные результаты дают возможность выделить из сложной кривой области, соответствующие

плавлению третичной структуры и отдельных спирализованных участков в молекуле тРНК. Это, в свою очередь, позволяет оценить влияние со-

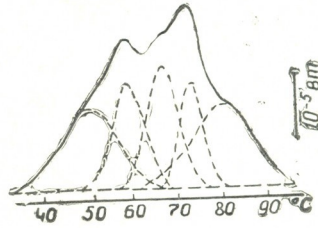


Рис. 4

става и последовательности разных пар оснований на процесс плавления коротких «петельно-спиральных» структур.

Авторы выражают благодарность Э. Л. Андроникашвили за стимулирующий интерес к работе.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 9.3.1973)

ბიოფიზიკა

ბ. ბაჰრაძე, ც. ტარკაშვილი

ტრანსკორტული რნმ-ის დნობის პროცესის რთული მრუდების
 გაშიფრვის შესახებ

რეზიუმე

სამუშაოში მოყვანილია ტრნმ-ის მაკრომოლეკულების ხსნარების მიკროკალორიმეტრიული გამოკვლევის შედეგები და რთული კალორიმეტრიული მრუდების დამუშავების მეთოდის მათემატიკური საფუძვლები.

BIOPHYSICS

N. G. BAKRADZE, Ts. T. TARKASHVILI

ON THE DECODING OF THE COMPLEX CALORIMETRIC MELTING CURVES OF TRANSFER RNA MACROMOLECULES

Summary

The paper presents the results of a microcalorimetric study of the melting process of a tRNA macromolecule solution and mathematical bases of the method of complex calorimetric curve processing.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Киселев. Сб. «Молекулярные основы биосинтеза белков». М., 1971.
2. F. Cramer, H. Doerner, Van de Haar, E. Schlimme, H. Seidel. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 61, 1384 (1968).
3. J. Ninio, A. Farve, M. Vanive. Nature, 223, 1333, (1969).
4. M. Levitt. Nature 224, 759 (1969).
5. G. Melcher. FEBS Let. 3, 185 (1969).
6. N. Kallenbach. J. Mol. Biol., 37, 445 (1968).
7. R. Romer, D. Riesner, G. Maas. FEBS Let. 10, 352 (1970).
8. Ц. Т. Таркашвили, Б. Н. Дзигава. Сб. «Электронные и ионные процессы в твердых телах», т. 4. Тбилиси, 1972.

М. А. ХВЕДЕЛИДZE

О ДУАЛИЗМЕ В МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОНИКЕ

(Представлено академиком В. С. Дурмишидзе 27.4.1973)

Настоящая работа имеет целью распространить известное понятие о дуализме волны-частицы в отношении связи между энергией и информацией, познание которой уже признается как «новая сфера научного поиска» [1]. Воспользуемся следующими установленными положениями: 1) передача информации от системы А к системе В возможна лишь путем передачи и преобразования любого вида потока энергии, в том числе электромагнитного; 2) существует физическая и функциональная зависимость энергии материальной частицы от ее волнового числа, так же как имеет место зависимость информации от энергии, затраченной на ее получение, передачу и запись. Ранее была показана правомерность и физической сущности информации [2]. Поэтому мы утверждаем, что информация есть материальная модель в системе А, отражающая и определяющая изменение состояния материи в системе В. Одновременно следует признать, что любое состояние объекта познания в нашем материальном мире можно выразить именно материальными средствами. Независимо от того, где выполняются информационные процессы: в мозгу, в ЭВМ или на бумаге, они всегда и совершенно неизбежно связаны с использованием тех или иных физических степеней свободы. Изучаем мы физические или абстрактные математические объекты, в любом случае мы всегда ограничены и непосредственно зависим от элементарных операций, выполняемых именно в нашем пространственно-временном мире [3]. Постулат современного психогенеза гласит: «Символы окружающего мира материализуются в мозгу как молекулярные изменения структуры нейронов» [4] (стр. 237).

Анализируя предлагаемый нами [5—7] комплексный энерго-информационный подход и его же интерпретацию в форме кодово-параметрического выражения [8], для осуществления следующей, более глубокой степени познания естественных систем мы попытались рассмотреть все основные особенности энергии и информации. Как энергия, так и информация являются показателями состояния формы движения материи, следовательно, самой работы, совершаемой материей. Материальная модель, осуществленная системой А в процессе работы этой системы по отражению состояния системы В в своей структуре, т. е. информация и ее средство существования и передачи — энергия, взаимосвязаны единым процессом работы. Они фактически не существуют в отдельности вне процесса работы. Поэтому следует признать и такую форму дуализма материи. Дуализм в принципе не исключает возможности раздельного использования энергии или информации, так же как не исключает использования квантовых или волновых свойств материи. Энерго-информационный дуализм явно выявляется на квантовом уровне и это видно из следующего уравнения [9, 10]:



$$E \cdot T = W_{(1\text{бит})} \cdot J_c^2,$$

где $W_{(1\text{бит})} = (\ln 2)^2 \cdot \frac{h}{2} = 1,65 \cdot 10^{-27}$ эрг·сек — квант действия энергии; T — время его действия; h — постоянная Планка; J_c — структурная информация в потоке энергии.

Квант действия энергии W , исходящий от системы B , создает элементарное изменение в системе A , которое можно определить принципиально не только энергией, преобразованной в структурно-связанную форму, но и изменением самой материальной структуры этой системы, т. е. метрикой ее структурной информации, выраженной уже в квадратичной форме, соблюдая при этом и принцип сохранения энергии.

Такое определение целесообразно в том случае, когда именно квадратичные структурно-информационные изменения по своей величине явно более существенны для системы A , чем только прямо пропорциональные энергетические изменения. Ввиду того что всякая структурно-связанная форма энергии обладает вполне определенной

массой, можно по аналогии с дефектом массы $\Delta m = \frac{\Delta E}{C^2}$ (допустить

в пределе при $J_c = J_{\max}$ и «дефект действия» кванта энергии $\Delta W = \frac{\Delta E}{J_{\max}^2}$,

характеризуемый как изменение состояния системы на величину одного «кванта состояния», определяемого из выражения $J_{\max} = \sqrt{\Delta W \cdot \Delta E}$

уже размерностью $\left[\frac{\text{эрг} \cdot \text{сек}}{\text{бит}} \right]$. Дефект массы наблюдается явно только

с атомного уровня организации материи, а «дефект действия» кванта энергии, видимо, можно наблюдать явно только с макромолекулярного уровня, на котором живая система уже может использовать «квант состояния» и структурную информацию макромолекул ДНК как генетическую информацию или в форме других макромолекулярных преобразований. Прямая квадратичная зависимость информации

$J_c^2 = \frac{E \cdot T}{W_{(1\text{бит})}}$ и волнового числа $k^2 = \frac{E \cdot 2m}{h^2}$ от энергии E явно отобра-

жают функционально на квантовом уровне единство квантово-волнового и энерго-информационного дуализма, что проявляется и в самой аналогии между квантовыми процессами и процессами мышления [11] (стр. 205).

Единство квантово-волнового и энерго-информационного дуализма определяет также их физическая природа: частицы материи обладают способностью распространяться в пространстве, передавать другим системам энергию и информацию благодаря волновым свойствам, определяемым количественно их энергией. А при оптимальном расходе энергии количество последней определяет уже логарифмическая зависимость ее от количества передаваемой информации [12]. Принятую нами позицию энерго-информационного подхода следует расценивать как методологическую необходимость для последующих исследований в области молекулярной бионики. Подобная необходимость имела место и в прошлом в связи с развитием самой квантовой теории и квантовой биохимии [13], когда классическая механика уже не могла объяснить и моделировать сложные процес-



сы на микроуровне. С этой проблемой столкнулись и в области молекулярной биофизики, а также в тесно соприкасающейся с ней новой области науки — молекулярной бионике [14].

В связи с развитием молекулярной биофизики, молекулярной фотоники и оптоэлектроники открываются возможности и для физико-технического и физико-химического моделирования уже молекулярного уровня организации живой природы. При моделировании этого уровня уже не допустимо пренебрегать наравне с дуализмом квантово-волновым и дуализмом энерго-информационным, а также информационным принципом сохранения [15]. Практически уже важно отличать количественные пределы явных энергетических свойств от явно информационных свойств моделируемых систем, так же как пределы их корпускулярно-волновых свойств. Кроме того, и временные аспекты энерго-информационного дуализма могут определять интегрально самоорганизацию биологических систем и ритмы энерго-информационного потока, действующего на живые системы одновременно и как энергия, и как сигнал. Дуализм материи фактически уже был осознан в биологии как единство симметрии и структуры, а также как единство симметрии и функции [16]. Помимо этого, сами электроны рассматриваются в молекулярной биофизике уже и как носители параметров когерентности, т. е. информации, определяющей пространственно-временную структуру электронно-возбудимого состояния микросистемы [17].

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 10.5.1973)

ბიოფიზიკა

მ. ხვედელიძე

მოლეკულურ ბიონიკაში დუალიზმის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია ინფორმაციული პროცესების ფიზიკურ ასპექტში ქვანტურ დონეზე მოლეკულური ბიოფიზიკის, მოდელირების თეორიისა და მოლეკულური ბიოლოგიის პოზიციებიდან განხილვისას — ენერგიისა და ინფორმაციის მიმართ ქვანტური მექანიკის დუალიზმის ცნების გავრცელების მართებულება. შემოტანილია ახალი ცნება — ენერგიის ქვანტის „ქმედების დეფექტი“ მასის დეფექტის ანალოგიურად.

BIOPHYSICS

M. A. KHVEDELIDZE

ON DUALISM IN MOLECULAR BIONICS

Summary

The validity of the spread of the notion of the dualism of quantum mechanics in respect of energy and information is shown. Informational processes are considered in the physical aspect at the quantum level from the point of view of molecular biophysics, theory of modelling and bionics. The new notion of "action defect" of the energy quantum is introduced by analogy with mass defect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Берг, Б. В. Бирюков, И. В. Новик, Г. С. Спиркин. Вестник АН СССР, № 9, 1971, 45.
2. М. А. Хведелидзе. Материалы VI Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1972.
3. Р. Ландауэр. УФН, т. 106, вып. I, 1972, 125.
4. Х. Дельгадо. Мозг и сознание. М., 1971.
5. М. А. Хведелидзе, З. Д. Урушадзе. Сб.: «Теоретические вопросы бионики». Тбилиси, 1966.
6. М. А. Хведелидзе. Сб.: «Бионические принципы самоорганизации». Материалы III Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1967.
7. М. А. Хведелидзе, В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 3, 1967, 537.
8. Л. А. Николаев. ЖФХ, вып. 9, 1969, 1951.
9. Н. Марко. Physikalische und biologische Grenzen der Informationsübermittlung. Kybernetik, 1965, 2, 274.
10. V. Majernik. Some Information-Theoretical Considerations in Cosmology. In: Vth International Congress on Cybernetics. Namure, № 3, 1967.
11. Д. Бом. Квантовая теория. М., 1965.
12. П. В. Новицкий. Основы информационной теории измерительных устройств. Л., 1968.
13. Б. Пульман. Квантовая биохимия. М., 1965.
14. С. Я. Френкель. Сб.: «Методологические проблемы взаимосвязи и взаимодействия наук». М., 1970.
15. М. А. Хведелидзе. Материалы V Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1970.
16. D. E. Atkinson. A Dualism in Biology. Science, 1970, 168, № 3932, 723.
17. В. К. Быховский. Биофизика, XVIII, вып. I, 1973, 184.

Т. В. МИМИНОШВИЛИ, В. В. МЖАВАНАДЗЕ, А. Б. МЕСХИ

ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО ПРЕПАРАТА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЛИСТЬЕВ ЧЕРНИКИ КAVKAZСКОЙ НА РОСТ ТКАНЕЙ МОРКОВИ *DAUCUS CAROTA*

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 25.3.1973)

Листья черники кавказской издавна используются в качестве лекарственного средства. В частности, настой листьев применяется при диабете и почечнокаменных болезнях как вяжущее и противовоспалительное средство [1].

При исследовании биологического действия суммарного препарата фенольных соединений, выделенного из листьев черники кавказской *V. Arctostaphylos* L., установлено, что исследуемый препарат обладает определенным противовоспалительным и диуретическим эффектом. Показано также, что суммарный препарат фенольных соединений стимулирует процесс биосинтеза белка в животном организме [2].

Суммарный препарат фенольных соединений листьев черники кавказской представляет собой богатый источник оксикоричных кислот и флавонолов. Основным компонентом выделенного суммарного препарата являются хлорогеновая кислота и ее структурные изомеры (около 70%) [3].

Из литературных данных известно, что хлорогеновая кислота и другие фенольные соединения являются синергистами ИУК и в зависимости от концентрации могут ингибировать или стимулировать ростовые процессы [4—7].

Ввиду того что препарат фенольных соединений листьев черники содержит значительное количество оксикоричных кислот, мы задались целью изучить влияние выделенного комплекса фенольных соединений на рост растительной ткани.

Ткани моркови выращивались на среде Хелера при 26° по методике, описанной Р. Г. Бутенко [8]. В зависимости от количества добавляемого вещества (20—200 мг/л) каждый опыт был разделен на шесть вариантов (контроль, I — 20 мг/л, II — 50 мг/л, III — 75 мг/л, IV — 100 мг/л, V — 200 мг/л). В конце вегетации растительный материал взвешивался. Расчет роста велся по сырому весу. Результаты наших опытов выражены в процентном росте каллусов и представлены в виде графика.

Проведенные опыты показали, что испытуемый суммарный препарат во II, III и IV вариантах стимулирует рост тканей моркови на 40, 50 и 35% соответственно. В I варианте (20 мг/л) испытуемый препарат не проявляет заметного влияния на рост тканей, а в V варианте (150 мг/л) ростстимулирующее влияние его полностью снимается. В VI варианте (200 мг/л) влияние суммарного фенольного препарата проявляется в ингибировании роста этих тканей.

Рис. 1 иллюстрирует действие суммарного фенольного препарата, выделенного из листьев черники кавказской, на рост тканей моркови (в зависимости от концентрации суммарного препарата фенольных соединений).

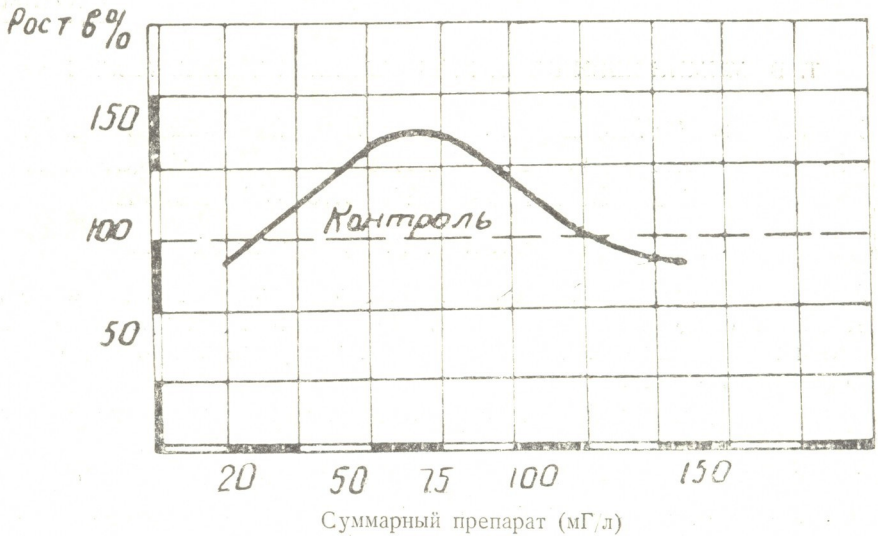


Рис. 1. Действие суммарного препарата фенольных соединений листьев черники кавказской на рост тканей моркови

Полученные результаты указывают на биологическую активность выделенного комплекса фенольных соединений, в частности на его влияние на ростовые процессы растительной ткани.

Широкий спектр биологического действия суммарного фенольного препарата листьев черники заслуживает более детального изучения.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт биохимии растений

(Поступило 20.4.1973)

ბიოქიმია

ბ. მიმინოშვილი, ვ. მჯავანაძე, ა. მესხი

კავკასიური მოცვის ფოთლებიდან გამოყოფილი ფენოლური ნაერთების ჯამური პრეპარატის გავლენა სტაფილოს *DAUCUS CAROTA* ქსოვილის ზრდაზე

რეზიუმე

შესწავლილია კავკასიური მოცვის *V. arctostaphylos* ფოთლებიდან გამოყოფილი ფენოლური ნაერთების ჯამური პრეპარატის გავლენა სტაფილოს *Daucus carota* იზოლირებული ქსოვილის ზრდაზე. დადგენილია, რომ ფენოლური ნაერთების ჯამური პრეპარატი 50—100 მგ/ლ ხელს უწყობს ქსოვილის ზრდას. 150 მგ/ლ ამ ნაერთის კონცენტრაციისას სტიმულაციის ეფექტი იხსნება. ხოლო 200 მგ/ლ კონცენტრაციით ფენოლების ჯამური პრეპარატი იწვევს სტაფილოს ქსოვილების ზრდის შეზღუდვას.

T. V. MIMINOSHVILI, V. V. MZHAVANADZE, A. B. MESKHI

THE EFFECT OF THE TOTAL PREPARATION OF PHENOLIC
COMPOUNDS OF BLUEBERRY LEAVES ON THE GROWTH
OF CARROT TISSUE, *DAUCUS CAROTA*

Summary

The total preparation of phenolic compounds extracted from blueberry *V. arctostaphylos* L. leaves in the concentration of 50-100 mg/l stimulated the growth of carrot tissue (*Daucus carota*). Under the influence of this preparation in the concentration of 150 mg/l the growth-stimulating effect decreases but 200 mg/l inhibits the tissue growth.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Г. Ковалева. Лечение растениями. М., 1971.
2. В. В. Мжаванадзе. Фенольные соединения черники кавказской *V. arctostaphylos* L. Тбилиси, 1973.
3. В. В. Мжаванадзе, И. Л. Таргамадзе, Л. И. Драник. Сообщения АН СССР, 63, 1, 1971.
4. J. P. Nitsch, M. C. Nitsch. Bull. Soc. bot. France, 108, 1961.
5. J. C. Vendrig, K. Buffel. Nature, 192, 1961.
6. K. V. Thimann, M. Tomaszewski, W. L. Porter. Nature, 193, 1961.
7. М. С. Бардинская. Физиология растений, 8, 4, 1961.
8. Р. Г. Бутенко. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М., 1964.



Г. П. ГЕЛБАХИАНИ, Н. В. ДОЛИДЗЕ, З. С. ЗЕДАНИЯ

БИЛИРУБИН И БИЛИРУБИНОВЫЕ ФРАКЦИИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЛОМЕРУЛОНЕФРИТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 10.4.1973)

Вопрос о гепаторенальном взаимоотношении у больных хроническим гломерулонефритом занимает определенное место в медицинской литературе. Литературные данные о желчеобразовании в печени у почечных больных малочисленны и касаются лишь отдельных случаев гепаторенального синдрома. По данным В. С. Шепунова [1], Н. И. Олимпиевой [2], А. А. Пырига [3], Ш. И. Ратнера, Р. И. Мороза, Р. А. Федотовой [4], у больных хроническим гломерулонефритом наблюдается нарушение пигментообразующей функции печени. М. Плауху, Р. Мюрнекс, Р. Думонт [5] изучили три случая желтухи с последующим развитием гепатонефрита.

Наши наблюдения проводились над 27 больными хроническим гломерулонефритом и 10 практически здоровыми лицами. Билирубин сыворотки крови определялся спектрофотометрическим методом Рихтериха с трис-буфером и методом С. Мейтеса и С. Годда с фосфатным буфером. Фактор для расчета полученных данных был высчитан набором билирубинового эталона фирмы «Хемапол». Билирубиновые фракции определялись по методу В. Эберлейна.

Исследование выделительной функции печени проводилось пробой, предложенной С. Кампеану и Л. Кампеану. Метод заключается во внутривенном введении никотиновой кислоты, обуславливающей закономерное повышение содержания билирубина в сыворотке крови. Можно предположить, что скорость возвращения билирубина к исходному уровню зависит от состояния экскреторной функции печени. В норме, после нагрузки никотиновой кислотой, повышение уровня билирубина не наблюдается, либо прирост не превышает верхней границы нормы. При поражениях печени повышение билирубина наблюдается и после третьего часа. Изучение скорости очищения крови от возросшего в ней содержания билирубина дает представление о пигментно-обменной и выделительной функциях печени.

У больных хроническим гломерулонефритом в стадии компенсации (первая группа), по нашим наблюдениям, общее количество билирубина находится в норме и равняется в среднем $2,81 \pm 0,82$ мг% (в норме 1,0—2,0 мг%). Содержание моноглобуриновой фракции билирубина повышается и равняется в среднем $0,91 \pm 0,31$ мг% (в норме 0,03—0,59 мг%). Количество диглобуриновой фракции билирубина значительно повышается и равняется в среднем $1,75 \pm 0,67$ мг% (в норме 0,1—0,41 мг%). Показатель свободного билирубина остается в пределах нормы и равняется в среднем $0,36 \pm 0,07$ мг% (в норме 0,13—0,72 мг%).

У больных хроническим гломерулонефритом с выраженной почечной недостаточностью (вторая группа) содержание общего количест-



31935300
303391000

ва билирубина незначительно повышено и равняется в среднем $3,31 \pm 0,41$ мг%. Количество моноглобуриновой фракции билирубина находится в норме и равняется в среднем $0,49 \pm 0,11$ мг%. Содержание диглобуриновой фракции билирубина резко повышается и равняется в среднем $2,42 \pm 0,43$ мг%. Содержание свободного билирубина не повышено и равняется в среднем $0,50 \pm 0,09$ мг%.

В отдельных тяжелых случаях хронического гломерулонефрита (во второй группе) мы наблюдали резкое повышение общего количества билирубина до $5,56$ мг%. В этих случаях содержание диглобуриновой фракции билирубина равнялось $5,08$ мг%. Свободная билирубиновая фракция не определялась, а количество моноглобуриновой фракции находилось в норме и равнялось $0,48$ мг%. У больных этой группы общее количество билирубина в сыворотке крови повышалось только за счет диглобуриновой фракции билирубина. Содержание моноглобуриновой фракции билирубина находилось в норме, а свободной билирубиновой фракции понижалось. Только в одном случае у больного гепаторенальным синдромом на фоне повышения общего количества билирубина повысилось и содержание свободной билирубиновой фракции; общее количество билирубина составляло $5,58$ мг%, содержание моноглобуриновой фракции — $0,01$ мг%, диглобуриновой фракции — $4,62$ мг% и свободной билирубиновой фракции — $0,95$ мг%.

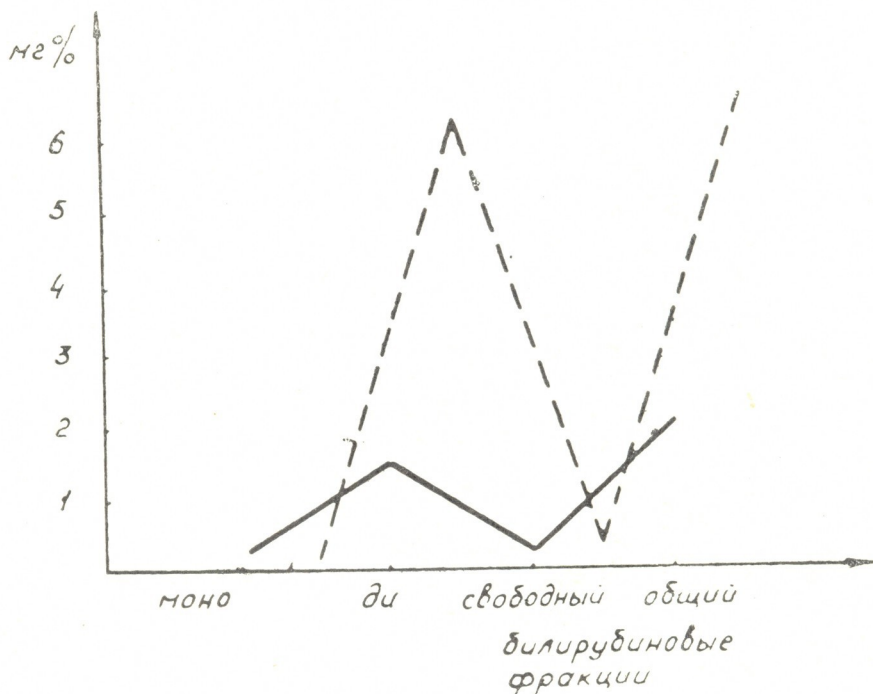


Рис. 1. Билирубиновые фракции больного хроническим нефритом: непрерывная линия—билирубиновые фракции до нагрузки никотиновой кислотой; прерывистая линия—по истечении 3 часов после нагрузки

Нагрузка никотиновой кислотой проводилась у больных первой группы, общее состояние которых давало возможность осуществления этих наблюдений. Как отмечалось выше, в этой группе больных общее количество билирубина и билирубиновых фракций находится в норме, за исключением диглобуриновой фракции билирубина. На рис. 1 дает-

ся характерная кривая для этой группы больных после нагрузки никотиновой кислотой. По истечении 3 часов общее количество билирубина остается высоким и равняется 6,80 мг%. Из билирубиновых фракций внимание привлекает диглюкуроновая фракция билирубина (6,32 мг%), за счет повышения которой и происходит увеличение общего количества билирубина в сыворотке крови.

У больных хроническим гломерулонефритом в стадии компенсации на фоне нормальных показателей общего количества билирубина повышается содержание диглюкуроновой фракции билирубина. Другие фракции билирубина у больных этой же группы находятся в норме. По истечении 3 часов после нагрузки никотиновой кислотой резко повышается общее количество билирубина в сыворотке крови за счет повышения количества диглюкуроновой фракции билирубина. Содержание моноглюкуроновой и свободной фракций билирубина особых изменений не претерпевает.

У больных хроническим гломерулонефритом с выраженной почечной недостаточностью показатель общего количества билирубина повышается незначительно. Количество диглюкуроновой фракции билирубина также повышено. В отдельных тяжелых случаях в этой же группе наблюдается резкое повышение общего количества билирубина в сыворотке крови. Повышение общего количества билирубина происходит только за счет повышения количества диглюкуроновой фракции. Содержание свободной фракции билирубина снижается.

Образование диглюкуроновой фракции билирубина происходит исключительно в печени. Повышение содержания диглюкуроновой фракции билирубина в сыворотке крови как в первой, так и во второй группах больных хроническим гломерулонефритом говорит о нарушении пигментно-обменной функции печени.

Тбилисский государственный медицинский институт

(Поступило 17.5.1973)

ბიოქიმია

ბ. გელბახიანი, ნ. დოლიძე, ზ. ჯედანია

ბილირუბინი და ბილირუბინის ფრაქციები ქრონიკული
 გლომერულონეფრიტით ავადმყოფებში

რეზიუმე

ბილირუბინი და ბილირუბინის ფრაქციები შესწავლილი იქნა ქრონიკული გლომერულონეფრიტით შეპყრობილ 27 პაციენტში და 10 პრაქტიკულად ჯანმრთელ პირში.

ქრონიკული გლომერულონეფრიტით ავადმყოფების სისხლის შრატში ხდებდა ბილირუბინის დიგლუკურონული ფრაქციის მომატება.

BIOCHEMISTRY

G. P. GELBAKHIANI, N. V. DOLIDZE, Z. S. ZEDANIA

BILIRUBIN AND BILIRUBIN FRACTIONS IN PATIENTS
 WITH CHRONIC GLOMERULONEPHRITIS

Summary

Bilirubin and bilirubin fractions have been studied in 27 patients with chronic glomerulonephritis and 10 practically healthy persons. The diglucuro-

ronic fraction of bilirubin increases in the blood serum of patients with chronic glomerulonephritis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Шепунов. Функциональное состояние печени при нефритах у детей. Автореферат, Харьков, 1965.
2. Н. И. Олимпиева. Функциональное состояние печени при нефротическом синдроме у детей. Автореферат, Донецк, 1965.
3. А. А. Пыриг. Врачебное дело, 7, 1969.
4. Ш. И. Ратнер, Р. И. Мороз, Р. А. Федотова. Клин. Мед., 43, 3, 1969.
5. M. Plauchy, R. Mornex, R. Dumont, Lion Medical, 15, 315, 1954.

Н. П. ГУМБАРИДЗЕ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛОВ АЙВЫ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 8.4.1973)

Исследование полифенольных соединений айвы и их превращений в процессе консервирования плодов имеет важное значение в повышении качества готовой продукции. Известно, что цвет, вкус и аромат продуктов растительного происхождения обусловлены ферментативным превращением полифенольных соединений [1].

Нами изучены изменения полифенольных соединений: хлорогеновой кислоты, катехинов, лейкоантоцианидинов и флавонолов при переработке плодов, а также влияние полифенолоксидазной системы айвы на их превращение.

Для анализа из Западной Грузии были взяты образцы айвы грушевидной в стадии технической зрелости. Содержание полифенольных соединений определялось в свежих плодах и в процессе их переработки.

Количество катехинов и лейкоантоцианидинов определялось спектрофотометрическим методом на СФ-4А [2], калибровочная кривая была построена на индивидуальных соединениях (+)-катехина ($\lambda = 500$ нм) и цианидина ($\lambda = 550$ нм). Количество флавонолов определялось калориметрическим методом на ФЭК-56, светофильтром № 3 и лампой СВД-120А [3], калибровочная кривая в этом случае была построена на гиперине. Количество хлорогеновой кислоты определялось на СФ-4А после ее хроматографического разделения на бумаге, пересчетный график был построен на хлорогеновой кислоте ($\lambda = 328$ нм).

Из плодов айвы были приготовлены компот и варенье обычными технологическими способами. Данные о содержании хлорогеновой кислоты, катехинов, лейкоантоцианидинов и флавонолов в свежих и в переработанных плодах представлены в таблице.

Как известно, первой ступенью в технологической переработке плодов является их очистка от кожицы и нарезание (плоды были нарезаны толщиной в 15 мм, и ломтики в течение 7 часов находились на воздухе).

Как видно из таблицы, в период очистки плодов от кожицы и их нарезания лейкоцианидины сильно окисляются (30%), а флавонолы превращаются в сравнительно меньшей степени (10%); по интенсивности окисления между ними находятся катехины и хлорогеновая кислота (16%).

В процессе бланширования горячей водой выявлены те же закономерности.

Во время приготовления компотов и в процессе стерилизации (при 100°C, давлении в 1 ат, в течение 20 мин) заметно снижается количество хлорогеновой кислоты (28,7%), катехинов (22,3%), лейкоантоцианидинов (23,6%) и флавонолов (17,7%).

Изменение полифенольных соединений при переработке плодов айвы

Вещества	Свежие плоды		Нарезанные плоды		После бланширования				Компот				Варенье				Сушеные плоды	
	мкг/г	%	мкг/г	%	в плодах, мкг/г	в горячей воде, мкг/г	сумма, мкг/г	% от исходного кол-ва вещества	в плодах, мкг/г	в сиропе, мкг/г	сумма, мкг/г	% от исходного кол-ва вещества	в плодах, мкг/г	в сиропе, мкг/г	сумма, мкг/г	% от исходного кол-ва вещества	мкг/г	%
Хлорогеновая кислота	190	100	160	84	110	30	140	87,5	60	40	100	71,3	50	40	90	64,2	100	52,6
Катехины	3000	100	2200	80	1500	200	1800	81,8	1100	300	1400	77,7	800	400	1200	54	1500	50
Лейкоантоцианидины	6600	"	4300	71	3000	400	3400	73,6	2100	500	2600	76,4	1400	600	2000	58,8	2610	40
Флавонолы	2200	"	2000	91	1500	200	1700	85,0	1000	400	1400	82,3	900	300	1200	70	1320	60

* Количества всех соединений рассчитаны на сухой вес.



В процессе приготовления варенья особенно сильно окисляются катехины и лейкоантоцианидины; почти половина катехинов подвергается превращению, количество же превращенных лейкоантоцианидинов достигает 41,2%, хлорогеновой кислоты — 35,8%, а флавонолов — 30%.

Во время сушки плодов (плоды нарезались толщиной в 5 мм, сушились при комнатной температуре в 22—25°C, достигая 20% влажности) снижается содержание лейкоантоцианидинов (60%), катехинов и хлорогеновой кислоты (50%). Уменьшение же количества флавонолов составляет приблизительно 40%.

В результате хроматографического анализа в компоте и варенье не удалось обнаружить катехины: (+)-катехин и (—)-эпикатехин; проявляется только полоса, которая с ванилином приобретает красную окраску. Что касается лейкоцианидинов, то, особенно в варенье, также имеем полосу, но на хроматограмме все же выступают пятна лейкоцианидина и лейкопеларгонидина. Пятна флавонолов — гиперина, изокверцитрина, кверцетина и неизвестного флавонола — сохраняют свое первоначальное расположение. Однако количество флавонолов существенно уменьшается.

Выявленные особенности окисления фенольных соединений в основном обуславливаются высокой температурой, действием окислительных ферментов и степенью аэрации.

В высушенных плодах были обнаружены все фенольные соединения, присущие свежим плодам, хотя и в этом случае в количественном отношении отмечаются существенные изменения.

Итак, в фенольном комплексе катехины целиком исчезают только во время приготовления компота и варенья. В остальных случаях, т. е. при нарезании, бланшировании и сушке плодов, качественный состав фенольных компонентов остается без изменения, снижается лишь абсолютное количество отдельных компонентов.

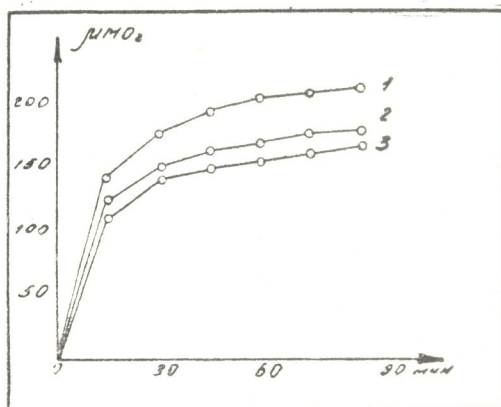


Рис. 1. Активность полифенолоксидазы айвы: 1—катехин, 2—хлорогеновая кислота, 3—суммарный препарат полифенольных соединений

В литературе неоднократно отмечалось, что образование окрашенных продуктов в готовой продукции связано с превращением хлорогеновой кислоты и катехинов [4, 5]. Известно, что система хлорогеновая кислота + полифенолоксидаза играет решающую роль в побурении яблока и груши, в потемнении картофеля и в изменении цвета других пищевых продуктов [6—8].

С целью исследования активности полифенолоксидазы плодов айвы нами был выделен ацетоновый препарат окислительных ферментов.



Активность полифенолоксидазы определялась монометрическим методом при $\text{pH} = 5,4$ и $t = 28^\circ\text{C}$.

Как видно из рис. 1, полифенолоксидаза айвы активно окисляет (+)-катехин, хлорогеновую кислоту и суммарный препарат полифенольных соединений айвы. Сравнивая кривые окисления (+)-катехина, хлорогеновой кислоты и суммарного препарата полифенольных соединений, можно заключить, что полифенолоксидаза айвы может активно участвовать в превращении всех фенольных соединений при переработке плодов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт биохимии растений

(Поступило 17.5.1973)

ბიოქიმია

ბ. გუმბარიძე

კომპოსის პოლიფენოლების გარდაქმნა ნაყოფების
 გადამუშავების პროცესში

რეზიუმე

შესწავლილია დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული მსხლისებრი კომპოსის პოლიფენოლური ნაერთების — ქლოროგენის მჟავას, კატექინების ლეიკოანთოციანიდინების და ფლავონოლების ცვალებადობა ნაყოფების გადამუშავების დროს (კომპოტი, მურაბა, ჩირი) და კომპოსის ოქსიდაზური სისტემის გავლენა მათ გარდაქმნაზე.

გამოკვლევებმა გეჩვენა, რომ კომპოსის ნაყოფის გადამუშავების დროს მასში არსებული პოლიფენოლები განიცდიან რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვალებადობას. პოლიფენოლოქსიდაზური კომპლექსი არსებით როლს უნდა ასრულებდეს კომპოსის ფენოლური ნაერთების გარდაქმნაში ნაყოფების გადამუშავების დროს.

BIOCHEMISTRY

N. P. GUMBARIDZE

TRANSFORMATION OF QUINCE POLYPHENOLS DURING
 FRUIT PROCESSING

Summary

Change of pear-shaped quince polyphenolic compounds: chlorogenic acids, catechins, leucoanthocyanidins and flavonols during fruit processing (compote, jam, dry fruit) have been studied. The effect of the quince polyphenol oxidase system on their transformation has also been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Соболева, М. А. Бокучава. Успехи биологической химии, 10, 1969, 120.
2. T. Swain, W. Hillis. J. Sci. Food Agric., 10, 1959, 63.
3. А. Р. Гусева и М. Н. Нестюк. Биохимия, 18, 4, 1953, 481.
4. E. Roberts. Chemistry and Industry, 41, 1957, 1355.
5. Glark Walter, J. C. Moyer. Food Technol., 9, 1955, 308.
6. R. E. Henze. Science, 123, 1956, 1174.
7. C. Weurman, T. Swain. Nature, 172, 1953, 678.
8. Л. В. Метлицкий, В. М. Цехомская. Биохимия плодов и овощей, 1964, 151.

ი. კოჩია

ფაბრიციუსის ჩანთის განვითარება

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 4.4.1973)

ძუძუმწოვრებისაგან განსხვავებით ფრინველებს გააჩნიათ ორი ლიმფოციტ-თელური ორგანო: თიმუსი და ფაბრიციუსის ჩანთა (bursa Fabricii), რომელიც კლოაკის დორსალურ კედელზე მდებარეობს. ამ ორგანოს შერეული ლიმფოციტთელური აგებულება აქვს. ზოგი ავტორი ფიქრობს, რომ ფაბრიციუსის ჩანთა უშუალოდ მონაწილეობს იმუნიტეტის პროცესში და აწარმოებს ანტისხეულების სინთეზს. ფაბრიციუსის ჩანთა განსაკუთრებით კარგად არის განვითარებული ემბრიონული პერიოდის ბოლოს და პოსტემბრიონული პერიოდის ადრეულ სტადიებზე. ზრდადასრულებულ ქათმებში, თიმუსის მსგავსად, ფაბრიციუსის ჩანთა განიცდის ინვოლუციას [1].

უკანასკნელი წლების განმავლობაში ინტენსიურად სწავლობენ ფაბრიციუსის ჩანთის ფუნქციებს. მიუხედავად ამისა, არაა ცნობილი ფაბრიციუსის ჩანთის ემბრიონული განვითარების სტადიები, მისი უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბება და ზოგი სხვა საკითხი.

ჩვენი მიზანი იყო შეგვესწავლა ქათმის ფაბრიციუსის ჩანთის ემბრიონული განვითარება. საკვლევ ობიექტად შერჩეული გვექონდა რუსული თეთრი ჯიშის ქათმის ემბრიონები ინკუბაციის მე-6 დღიდან. მასალა დამუშავებულია პისტოლოგიაში მიღებული წესისამებრ. 7 მკ სისქის ანათლები შეღებილია ჰაიდენჰაინის რკინის ჰემატოქსილინით.

გამოკვლევის შედეგად ასეთი სურათი მივიღეთ: ქათმის ფაბრიციუსის ჩანთის ჩამოყალიბება იწყება ემბრიონის განვითარების მე-7 დღიდან. ამ პერიოდისთვის ნაწლავის ეპითელიუმში ჯერ საბოლოოდ დიფერენცირებული ქსოვილი არაა. ნაწლავი მილისებურად შეკრულია და ამოფენილია ერთნაირი სისქის ემბრიონული ეპითელიუმით, რომელშიც ბირთვები 3—4 რიგადაა განლაგებული. ამ დროს მიტოზები მრავლად გვხვდება; ამასთან, როგორც წესი, მიტოზური ფიგურები განლაგებულია იმ რიგში, რომელიც მიქცეულია სანათურისკენ. გაყოფისათვის მომზადებული უჯრედები მრგვალებიან და ინაცვლებენ ეპითელიუმის თავისუფალი ზედაპირისკენ. ამ სტადიაში ბაზალური მემბრანა მკვეთრადაა გამოხატული. ამ პერიოდში ნაწლავის უჯრედული შედგენილობა ერთგვაროვანია, ჯერ კიდევ არაა გამოკვეთილი სხვადასხვა ფუნქციური უბნები. მომავალი ფაბრიციუსის ჩანთის მონაკვეთი ბევრად არ განსხვავდება ადწერილისაგან.

ინკუბაციის მე-8, მე-9 დღეს ნაწლავის ლორწოვანი გარსი იწყებს ნაკეცების წარმოქმნას. ამ პერიოდს ემთხვევა სტრუქტურული გარდაქმნები ემბრიონული ნაწლავის ეპითელიუმში. ეს გარდაქმნები იწყება იმით, რომ მრავალრიგოვანი ეპითელიუმში იწყებს გათხელებას და ბირთვები განლაგდებიან ერთ შრედ. ინკუბაციის მე-9 დღეს ნაწლავის ეპითელიუმში და ქვემდებარე მეზენქიმა უკვე რამდენიმე კარგად გამოხატულ ნაკეცს ქმნის, მთელი ეპითელიუმის ტიპურ ერთშირან ეპითელიუმად იქცევა და შედგება მაღალი პრიზმული უჯრედებისაგან. მე-14 დღისათვის ეპითელიუმის უჯრედები თითქმის კუბური



ფორმისაა. ამ დროისათვის ხდება ხაოს დიფერენცირება, რომლის ეპითელიუმში ჩართულია დიდი ფიალისებური ლორწოს უჯრედები. ხაოს ეპითელიუმში ტიპურ აგებულებას იძენს, რაც იმაში გამოიხატება, რომ აპიკალური ზოლის ქვემოთხელი ხათელი ზონა ჩანს, შემდეგ — ფართო, მუქად შეღებული ზონა, რომელიც ზოგი ავტორის ცნობით, შეესაბამება მიტოქონდრიების ზონას [2]. შემდეგ მოდის ბირთვის ზედა, ნათელი, შეუღებავი ზონა, რომელიც გოჯის აპარატს შეიცავს; მის ქვეშ მდებარეობს ბირთვი, ხოლო სულ ქვევით ისევ ნათელი, შეუღებავი უბანია. ასეთი აგებულება უკვე დამახასიათებელია დიფინიტური ხაოს ეპითელიუმისთვის.

ინკუბაციის მე-7 დღიდან ნაწლავი დორსალურ მხარეს კვირტისებურ გამონაზარდს იკეთებს, რომელიც თანდათან იზრდება. ამ დროისათვის მისი აგებულება ისეთივეა, როგორც ნაწლავის ეპითელიუმისა. მე-9 დღეს, როდესაც ნაწლავი ნაკეცების წარმოქმნას იწყებს, ასეთივე ნაკეცები იქმნება ფაბრიციუსის ჩანთაშიც. მთელი ორგანო ღრმად დანაკვეთულ გამონაზარდს წარმოადგენს; ამ ნაკვეთების გასწვრივ სხვადასხვა უბანში ხდება ლიმფოციტების გროვების წარმოქმნა. ეს განსაკუთრებით კარგად ჩანს განვითარების მე-11 დღიდან და შემდეგ.

ფოლიკულების წარმოქმნა იწყება განვითარების მე-11 დღიდან. ეს პერიოდი თანხვედრა ფაბრიციუსის ჩანთის ეპითელიუმის ე. წ. მოძრავი უჯრედების გაჩენას. ზემოთ აღნიშნეთ, რომ ნაკეცების წარმოშობას თან სდევს ნაწლავის ეპითელიური შრის გათხელება. ეს გამოწვეულია ნაწლავის ზრდით, რასაც მოსდევს ეპითელიუმის გაწევა. ფაბრიციუსის ჩანთაში კი ნაკეცების წარმოქმნა არაა დაკავშირებული ორგანოს სიგრძეში ზრდასთან, ამიტომ, როდესაც ეპითელიუმი იწელება, უჯრედების ნაწილი გამოდის ქსოვილოვანი კავშირებიდან. ასეთი თავისუფალი უჯრედები აღწერილი აქვს ბოშს [3]. მეტიც, ელექტრონული მიკროსკოპით კარგად გამოჩნდა ამ უჯრედების გასვლა ბაზალური მემბრანიდან მეზენქიმაში. ეს მეტად საყურადღებო ფაქტია.

ინკუბაციის მე-18, მე-19 დღეს ლიმფოციტების გროვები ფოლიკულებს წარმოქმნის, რომლებშიც უკვე შესაძლებელია ტვინოვანი და ქერქოვანი შრის გარკვევა. ამ დროისათვის მრავლად გვხვდება ლიმფოციტების მიტოზები; ფოლიკულებში აღინიშნება ისეთი უჯრედებიც, რომელთაც ექსცენტრულად მდებარე ბირთვი და ბაზოფილური ციტოპლაზმა აქვთ. მე-18 დღეს ასევე შეიმჩნევა ლიმფოციტების გამოსვლა ქსოვილებიდან.

ბოშის ცნობით [3] ტვინოვანი ნივთიერების ეპითელიური სინციტიუმი წააგავს ძუძუმწოვართა თიმუსის ჰასალის სხეულაკებს. ამგვარი სტრუქტურები ჩვენ არ შეგვხვედრია.

ინკუბაციის ბოლო დღეებში ფაბრიციუსის ჩანთა უკვე საბოლოოდ ჩამოყალიბებულია და ასეთივე აგებულებას ინარჩუნებს ინვოლუციამდე. წიწილის გამოჩეკვის შემდეგ ხდება მხოლოდ ამ ორგანოს ზრდა დიფერენცირების იმ ფონზე, რომელიც ზემოთ აღწერეთ. მოწიფულ ჩანთაში ფოლიკულების შიგნითა ანუ ტვინოვანი ზონა შედგება განსაკუთრებული უჯრედებისა და ლიმფოციტებისაგან. ქერქოვანი შრე იქმნება მეზენქიმური უჯრედებისაგან, რომლებიც ბადისებურ სტრუქტურას ქმნიან. აქ დიდი რაოდენობითაა ლიმფოციტები და არადიფერენცირებული ეპითელიური უჯრედები. თორუ [4] ფიქრობს, რომ ტვინოვანი შრის არადიფერენცირებული ეპითელიური უჯრედები შეიძლება გარდაიქმნენ როგორც ლიმფოციტური რივის უჯრედებად, ისე განსაკუთრებულ ეპითელიურ უჯრედებად. სამწუხაროდ, ავტორი არ აზუსტებს ამ უკანასკნელ ცნობას.

საერთოდ, საკითხი ფაბრიციუსის ჩანთის უჯრედოვანი შედგენილობის წარმოშობის შესახებ საბოლოოდ არაა გარკვეული. იმავე თორუს მონაცემებით ფაბრიციუსის ჩანთის ფოლიკულების ქერქოვანი და ტვინოვანი შრის ლიმფოციტები შეიძლება წარმოიშვნენ როგორც არადიფერენცირებული ეპითელიური, ისე არადიფერენცირებული მეზენქიმური უჯრედებისაგან. ბოშის აზრითაც ფაბრიციუსის ჩანთის უჯრედულ მასას ისეთივე რეზერვი აქვს, როგორსაც ასახელებს თორუ. ბოში აზუსტებს ამ ცნობებს და უმატებს, რომ ელექტრონული



მიკროსკოპის მონაცემებით ირკვევა ლიმფოციტების ერთი შრიდან მეორეში განაცვლების შესაძლებლობა. ტვინოვანი ნივთიერების მოსაზღვრე შრის ეპითელიური რეტიკულოციტები გარს ერტყმიან ლიმფოციტებს, რის საფუძველზე ავტორი ასკვნის, რომ ამ ორ უჯრედულ ფორმას შორის მეტად მჭიდრო კავშირია. აღსანიშნავია, რომ ემბრიონული განვითარების პერიოდში ფაბრიციუსის ჩანთაში მეტად მცირე რაოდენობით ვნახულობთ პლაზმური რიგის უჯრედებს. ამგვარად, ფაბრიციუსის ჩანთის ემბრიოგენეზი მჭიდროდაა დაკავშირებული ნაწლავის ემბრიონულ განვითარებასთან. ფაბრიციუსის ჩანთის სტრუქტურული განსხვავება ნაწლავისაგან ვლინდება მე-11 დღიდან, როდესაც ვხვდებით ლიმფოციტების პირველ გროვებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.4.1973)

ГИСТОЛОГИЯ

И. Р. КОРКИА

ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ФАБРИЦИЕВОЙ СУМКИ

Резюме

Изучены эмбрионы кур породы Русская белая начиная с 6 дня инкубации до вылупления. Исследования показали, что развитие фабрициевой сумки тесно связано с дифференциацией кишечника.

Фабрициева сумка начинает выпячиваться с дорзальной стороны кишечника на 7 день инкубации. На 9 день образуются складки кишечника, вследствие чего многорядный эмбриональный эпителий вытягивается в один ряд. Этому процессу соответствует образование складок внутри сумки. Лимфоциты впервые в фабрициевой сумке образуются на 11 день, фолликулы же начинают формироваться к 18 дню инкубации.

HISTOLOGY

I. R. KORKIA

EMBRYONIC DEVELOPMENT OF BURSA FABRICII

Summary

The embryonic development of bursa Fabricii is connected with the differentiation of intestine epithelium. Difference in the structure becomes manifest within 11 days of incubation, when lymphocytes in quantity are found in bursa Fabricii.

Within 18-19 days of incubation bursa Fabricii is already formed completely and retains its structure till involution.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Фриденштейн, И. Л. Чертков. Клеточные основы иммунитета. Л., 1969.
2. А. Г. Кнорре. Эмбриональный гистогенез. Л., 1971.
3. J. Bosch. Zool. Jahrb., Abt. 2, 85, № 3, 1968.
4. T. Aramaki. Keio J. Med., 17, № 3, 1968.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИЙ И ЦИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕДИФФЕРЕНЦИРОВКИ И ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ СУХОЖИЛЬНЫХ КЛЕТОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 20.4.1973)

Процессы дифференцировки и дедифференцировки клеток весьма сложны, и регулирующие их механизмы не полностью выяснены.

Проведенная нами работа посвящена изучению морфологического эквивалента дифференцировки и дедифференцировки сухожильных клеток в условиях тенопластики.

Ауто-, гомо-, гетеро- и аллопластика осуществлялась на ахилловых сухожилиях 60 кроликов. Животные забивались в различные сроки после операции — от 1 дня до 14 месяцев. Ахиллово сухожилие иссекалось целиком. Материал исследовался методами электронной микроскопии, люминесцентной цитохимии, цито- и гистохимии и иммуноморфологии (ФА). Эти методы подробно описаны в наших статьях, опубликованных в данном журнале за 1971—1972 гг.

Анализ собственных результатов показал, что через 24 часа после всех видов тенопластики на раневых поверхностях перерезанного сухожилия тенобласты погибают, переставая люминесцировать. В более отдаленных участках ультраструктура и цитохимическая организация дифференцированных тенобластов подвергаются сложной реорганизации в сторону понижения высоты их дифференцировки. Эндоплазматическая сеть упрощается. Возрастает число свободных рибосом, содержащих РНК, выявляемую красной люминесценцией цитоплазмы (++++) при флюорохромировании фуксином. Сильно увеличивается объем ядра, ядрышек и ядрышкосвязанного хроматина. Кариоплазма уплотнена и содержит гранулярный материал, богатый нуклеопротеидами. При реакции Фельгена мелкодисперсные зернышки ДНК выявляются малиновой окраской, что соответствует их ярко-зеленой люминесценции с желтоватым оттенком при флюорохромировании АО (+++++). Явное превалирование ядерной активности над цитоплазматической активностью в дедифференцированных тенобластах можно считать достоверным показателем их митотического состояния.

Через 3—5 дней после тенопластики молодые тенобласты вокруг трансплантата образуют регенерационную бластему и вступают в первую фазу дифференцировки. Ядро и ядрышки остаются увеличенными и активно синтезируют ДНК и РНК. Но теперь повышается и цитоплазматическая активность. Об этом свидетельствуют высокоорганизованная цитоплазма тенобластов и усиленная экранизация РНК, ДНК, гликогена, кислых и нейтральных мукополисахаридов при соответствующих цито- и люминесцентно-химических реакциях.

В срок 6—21 день тенобласты дифференцируются больше и переключаются на интенсивный биосинтез специфических белков, на что указывают высокая ядерно-цитоплазматическая активность и сильное

развитие белоксинтезирующего аппарата. Белковая субстанция и субфибриллы заполняют всю цитоплазму (рис. 1).

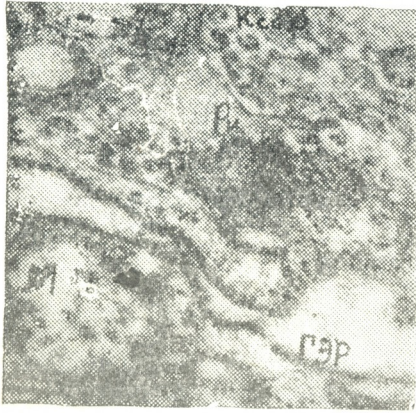


Рис. 1. Часть цитоплазмы дифференцированного коллагенсинтезирующего тенобласта 10-дневной регенерационной бластемы после гетеропластики: ГЭР—гранулярный эндоплазматический ретикулум; М—митохондрии; Ри—рибосомы; Ксбф—коллагеновые субфибриллы. Электронограмма (x 56 000)

В срок 2—3 месяца после замещения трансплантата новообразованными коллагеновыми волокнами синтетические процессы в тенобластах затихают. Устанавливается определенное равновесие в ядерно-цитоплазматических отношениях. Нагляднее всего изменения выражены в цитоплазме: уменьшается ее объем, упрощается и обедняется органеллами эндоплазматическая сеть. Очевидно, цитоплазматические превращения действуют и на ядерную активность. Ядра приобретают неправильные формы и извитые контуры, размеры их уменьшаются. Ядрышки разрушаются. В кариоплазме появляются просветленные участки (рис. 2). ДНК и РНК люминесцируют слабо (++) . Одним



Рис. 2. Теночит 3-месячного регенерата после гомопластики с дегенеративно-деструктивными явлениями. Электронограмма (x 56 000)

словом, тенобласты дифференцируются в теноциты. Последние затем стареют и гибнут, а на смену им приходят юные тенобласты.

Мы наблюдали несколько вариантов перестройки ультраструктуры и цитохимической организации зрелых сухожильных клеток:

1. Ядро овальной формы. Кариоплазма представлена разрыхленной мелкофибриллярной субстанцией. Цитоплазма уплотнена. Эндоплазматическая сеть высокодифференцирована, содержит мелкофибриллярный коллаген. Синтез ДНК, РНК, кМПС и нМПС уменьшается (++++). Резко падает количество гликогена (++) .

2. Ядро неправильной формы с мелкофибриллярным содержимым средней электронной плотности. Хроматин концентрируется по пери-



ферням ядра. Вся вакуолярная система цитоплазмы и органеллы переполнены белковой субстанцией. Вакуоли, сливаясь, образуют огромные цистерны, открывающиеся в межклеточное пространство, где и формируются коллагеновые фибриллы.

3. Ядро овальной или продолговатой формы. Ядрышки отсутствуют. Цитоплазма как бы сдавленная натиском параллельно идущих коллагеновых волокон, узким ободком окружают ядро. Матрикс цитоплазмы уплотнен. Единичные митохондрии небольшого размера, содержат субстанцию средней или высокой электронной плотности. Клеточная мембрана имеет разрывы.

4. Клеточная мембрана разрушена, и цитоплазматические органеллы, заполненные хлопьевидными белковыми массами и субфибриллами, выходят в межклеточное пространство. Последние некоторое время продолжают существовать между коллагеновыми волокнами, затем теряют мембраны и превращаются в коллагеновые фибриллы.

5. Цитоплазма высокой электронной плотности. Эндоплазматическая сеть разрушена. Большое количество цитолизом, цитолитических секвестров и остаточных телец свидетельствует об активации лизосомных ферментов в процессе рассасывания разрушенных цитоплазматических компонентов.

6. Ядро имеет палочковидную форму и неправильные контуры. Нуклеоплазма высокоосмиофильна, в ней много пустых просветленных участков. Количество ДНК и РНК незначительно (+ +). Цитоплазма отсутствует.

7. Ядро большого размера, неправильной формы, с зазубренными контурами. В кариоплазме много белых пятен. Местами имеются скопления гранулярно-фибрилярной субстанции. Резко выражена маргинация хроматина. Гранулы РНП через разрывы ядерной мембраны непосредственно попадают в межклеточное пространство, так как цитоплазма и клеточная мембрана уже не существуют. Количество ДНК и РНК незначительно (+ +).

Мы были свидетелями того, как все жизненные процессы — митозы, интенсивный синтез химических ингредиентов для построения специфических белков, биосинтез коллагена, фибриллогенез, созревание тенобластов, наконец их старение и гибель — происходили при сложных превращениях ядерных компонентов — носителей генетической информации. Однако несомненно и обратное влияние на геном цитоплазматических и межклеточных факторов. Доказательством этого можно считать изменения ядерной активности в зависимости от состояния цитоплазматических органелл, коллагеновых волокон и основного вещества. На ранних фазах регенерации, когда имеется большая потребность в специфических белках, ядерно-цитоплазматическая активность достигает максимальной выраженности. Но, после того как дефект заполняется определенным количеством коллагеновых волокон и основного вещества, она снижается и в конце концов по мере старения тенобластов затухает. Очевидно, межклеточные факторы информируют цитоплазму и через нее генетический аппарат клетки о том, что отпадает необходимость в интенсивном биосинтезе специфических белков. Действительно, как бы в ответ на этот сигнал происходит реорганизация ультраструктуры и цитохимической организации клетки. Причем в первую очередь разрушаются эндоплазматический ретикулум и органеллы цитоплазмы. Затем изменяются ядро и его компоненты.

Изучение ультраструктуры и цитохимической организации тенобластов регенерирующего сухожилия показало мультифункциональность органелл и выявило способность дифференцированных сухожиль-



ных клеток к дедифференцировке и митозу. Эти данные расширяют наши возможности в познании тонких механизмов репаративной регенерации сухожилий.

Институт ортопедии и травматологии
МЗ ГССР

(Поступило 26.4.1973)

მაკაპერიმენტული მორფოლოგია

მ. მშვიდობაძე

მეხის უჯრედების დედიფერენციაციის და დიფერენციაციის
ელექტრონული მიკროსკოპული და ციტოქიმიური ანალიზი

რეზიუმე

შესწავლილია მეხის უჯრედების ულტრასტრუქტურული და ციტოქიმიური ცვლილებები ტენობლასტიკის პირობებში.

გამოვლინებულია დიფერენცირებული ტენობლასტების დედიფერენციაციის და მიტოზის უნარი და ამრიგად, უკუგდებულია მეხის უჯრედების მიმართ არსებული კონცეფცია დიფერენციაციისა და პროლიფერაციის აბსოლუტური შეუთავსებლობის შესახებ. აღნიშნულია დიფერენციაციისა და დედიფერენციაციის პროცესში ციტოპლაზმური და უჯრედთაშორისო ფაქტორების გავლენა უჯრედის გენომზე, რაც რეგენერატის განვითარების ყოველ მოცემულ ეტაპზე ორგანიზმის საარსებო მოთხოვნებითაა განპირობებული. წამოყენებულია დებულება ტენობლასტების ციტოპლაზმური ორგანელების მულტიფუნქციონალობის შესახებ.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

ELECTRON MICROSCOPIC AND CYTOCHEMICAL ANALYSIS OF DEDIFFERENTIATION AND DIFFERENTIATION OF TENDINOUS CELLS

Summary

Ultrastructural and cytochemical alterations of tendinous cells have been studied under conditions of tenoplasty. The capacity of differentiated tenoblasts for dedifferentiation and mitosis has been revealed, there by rejecting the existing concept of the absolute incompatibility of differentiation and proliferation as applied to the tendinous tissue. The influence of cytoplasmic and intracellular factors on the cell genome during differentiation and dedifferentiation has been observed, being due to the essential needs of the organism at each given stage of the development of the regenerate. The thesis on the multifunctionality of the cytoplasmic organelles of tenoblasts is proposed.

Л. К. ГАБУНИЯ
 (академик АН ГССР)

О ПРИСУТСТВИИ ДИЯКОДЕКСИН (*DIACODEXINAE*) В ЭОЦЕНЕ АЗИИ

Среди древнейших парнопалых, объединяемых в семейство дихобунид (*Dichobunidae*), явно выделяется небольшая и пока еще недостаточно изученная группа диякодексин (*Diacodexinae*), которая может быть поставлена в основание всего отряда парнопалых. К этой группе дихобунид, известной до сих пор только из Северной Америки, относится описываемый здесь новый род и вид архаических млекопитающих, происходящий из нижнего или среднего эоцена Зайсанской котловины (Обайлинская свита).

Семейство *Dichobunidae* Turner, 1849

Подсемейство *Diacodexinae* Gazin, 1955

Род *Aksyiria* Gabunia, gen. nov.

Название рода от р. Аксыир.

Типовой вид. *Aksyiria oligostus* sp. nov. (рис. 1); нижний или средний эоцен, обайлинская свита, Зайсанская котловина.

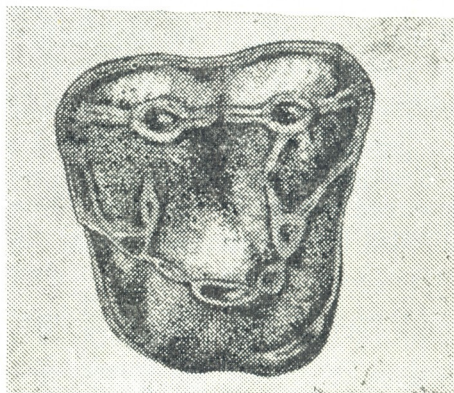


Рис. 1. *Aksyiria oligostus* Gabunia,
 gen. et sp. nov. M¹ или M² (x10)

Диагноз. Очень мелкий представитель диякодексин. Верхние моляры субтреугольной формы. Протокон буно-селенодонтного типа. Гипокон не развит. Имеется явственный псевдогипокон. Прото- и метаконюль хорошо развиты, несут ребра, соединяющие их с основными конусами и воротничком.



Сравнение. Общие черты строения верхнего моляра несколько сближают аксырию с таким архаическим представителем арктоционид (*Arctocyonidae*), как палеоценовый *Tricentes* [1], от которого ее явно отличают, однако, большая относительная величина и более близкое к протокону расположение промежуточных конусов, а также присутствие псевдогипокона и, возможно, более бунодонтный облик пара- и метакона.

Гораздо больше сходства у нее с вазачской (нижний эоцен Северной Америки) *Diacodexis* [2,3], с которой ее связывают как форма и расположение основных конусов верхних моляров, так и строение промежуточных конюлей и степень развития ребрышек, соединяющих между собой все эти бугорки. Близость аксырии к диакодексису настолько значительна, что не оставляет сомнения в принадлежности обоих этих родов к одной и той же группе древних парнопалых. Даже наличие псевдогипокона, характеризующее, по-видимому, животное из Зайсана, не может служить препятствием к его сближению с диакодексинами, так как у некоторых представителей *Diacodexis*, судя по изображению Синклера [4], можно различить на верхних молярах зачаточный псевдогипокон. Однако, несмотря на большое сходство с диакодексисом, аксырия заметно отличается от него не только присутствием отчетливо выраженного псевдогипокона, но и несколько большей шириной внутреннего отдела верхнего моляра, вызванной соответствующим утолщением задне-внутреннего воротничка, а также несколько меньшими размерами.

Безусловно явственнее различия аксырии с другими архаическими ди-хобунидами, по-видимому, не принадлежащими к подсемейству *Diacodexinae*, но приближающимися к нему по некоторым примитивным особенностям. Мы имеем в виду североамериканских *Wasatchia* и *Bunophorus* [3] и западноевропейского *Protodichobune* [5]. Действительно, вазачия резко отличается от аксырского животного развитием гипокона и более бунодонтным характером промежуточных конусов, а также отсутствием псевдогипокона. Сравнение с бунофорусом, к сожалению, невозможно из-за отсутствия его верхних моляров, но тесная близость этого рода к *Wasatchia* дает основание думать, что по особенностям верхнекоренных он мог отличаться от аксырии в той же мере, что и вазачия. Что же касается *Protodichobune*, то, если верно заключение Вире [6] о принадлежности к этому эоценовому роду верхних моляров *Dichobune nobilis* [6], он сильно отличается от аксырии присутствием явственного гипокона и зачаточного мезостилия, а также большей бунодонтностью прото- и метаконюля и некоторыми другими особенностями.

Видовой состав. Типовой вид.

Замечания. Открытие аксырии в нижнем или среднем эоцене Зайсанской впадины бесспорно свидетельствует о присутствии в Азии диакодексины, представляющих древнейшую из известных нам групп парнопалых. Эта находка, возможно, указывает на справедливость давно высказанного Штелином [6] предположения об азиатском происхождении парнопалых.

Aksyiria oligostus Gabunia, sp. nov.

Название вида от греческого ἀλιγός — один из немногих.



Г о л о т и п. Коллекция Института палеобиологии АН ГССР №z—25 (рис. 1), левый М¹ или М²; Зайсанская котловина, северный склон хребта Сайкан, правый берег р. Аксыр; нижний или средний эоцен, обайлинская свита.

О п и с а н и е. Очень мелкий вид, занимающий по этому признаку одно из крайних мест среди дихобунид. Верхние моляры не утратили еще свойственную наиболее архаическим, позднемезозойским и ранне-палеогеновым, млекопитающим треугольную форму коронки (рис. 1). Паракон и метакон отчетливо бунодонтны, несущие острые переднее и заднее ребра. Протокон, скорее, буно-селенодонтного типа. Сзади к нему примыкает слабо развитый псевдогипокон. Гипокон отсутствует (ему отвечает, по всей вероятности, некоторое утолщение задне-внутреннего воротничка). Вполне развиты протоконюль и метаконюль, заметно уступающие, однако, в высоте основным трем конусам. Задне-внутреннее ребрышко связывает протоконюль с гипоконем, а из двух наружных ребер переднее сливается с воротничком, тогда как заднее направлено к паракону, хотя и не достигает его вершинки. Слабо выраженное передне-внутреннее ребрышко протоконюля исчезает по мере приближения к воротничку. Метаконюль несет два ребрышка, переднее из которых связано с внутренним ребрышком метакона, а заднее сливается с задним воротничком. Воротничок окаймляет почти всю коронку зуба, прерываясь только на ее внутренней стороне, в области протокона. Центральная долинка зуба относительно узкая.

Р а з м е р ы. Длина коронки М¹ или М² 4,2 мм, ширина 4,4 мм, высота в области наружных конусов около 1,7 мм.

М а т е р и а л. Слабостертый М¹ или М² (голотип).

В заключение считаю своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность д-ру Д. Расселу (Парижский палеонтологический институт) за ценные указания, касающиеся зубной системы палеогеновых млекопитающих и, в частности, дихобуноидей.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 27.4.1973)

პალეობიოლოგია

ლ. ბაბუნია

აზიის ეოცენში დიკოდექსინების (*DIACODEXINAE*)
არსებობის შესახებ

რეზიუმე

ზაისანის ქვაბულის ობაილის წყებაში (აღრე ან შუა ეოცენი) დადგენილია დიკობუნიდების (*Dichobunidae*) დღემდე მხოლოდ ჩრდილოეთ ამერიკიდან ცნობილი ქვეოჯახის *Diacodexinae* ახალი გვარის და სახის — *Aksyiria oligostus Gabunia* — არსებობა. ეს აღმოჩენა მიუთითებს პალეოგენურ დროს აზიაში უძველესი წყვილჩლიქოსნების გავრცელებაზე.



L. K. GABUNIA

ON THE PRESENCE OF THE *DIACODEXINAE* IN THE
ECCENE OF ASIA

Summary

A fossil tooth (fig. 1) from the Obayla beds of Zaisan (Lower or Middle Eocene) is referred to a new genus and species of *Diacodexinae-Aksyiria oligostus* Gabunia, *gen. et sp. nov.* This is the first find of a representative of the *Diacodexynae* in Asia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. L. Gazin. Proc. U. S. Nat. Mus., 91, 3121, 1941.
2. E. Delson. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., v. 146, art. 4, 1971.
3. C. L. Gazin. Smithson. Misc. Coll., v. 128, n. 8, 1955.
4. W. L. Sinclair. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 33, 1914.
5. H. G. Stehlin. Mem. Soc. Paléont. Suisse, v. 33, 1906.
6. J. Viret. In "Traité de Paléontologie", t. VI, v. I, 1961.

ИСТОРИЯ ИСКУССТВА

М. Г. БОРОДА

К ВОПРОСУ О МЕТРОРИТМИЧЕСКИ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ
ЕДИНИЦЕ В МУЗЫКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Беридзе 11.4.1973)

Исследования структуры музыкальных текстов (синтаксической, статистической и т. п.) существенно затрудняются тем, что в распоряжении исследователя нет однозначно определенных элементарных музыкальных единиц крупнее интервала [1]. Существующие в теории музыки единицы — субмотив, мотив, фраза — определены весьма приблизительно [2—4] и, главное, трактуются в музыковедении неоднозначно⁽¹⁾. Последнее, по-видимому, исключает их формализацию. В такой ситуации возникает задача конструирования новых элементарных единиц, определенных строго и в то же время достаточно естественных. Задача эта, видимо, может иметь несколько равноправных решений в зависимости хотя бы от той цели, для которой строится данная единица.

В настоящей работе сделана попытка сконструировать пригодную для статистического исследования мелодии формальную определенную элементарную единицу исходя из закономерностей метrorитмической организации в музыке. Описана единица, названная формальным мотивом. (Сходство названий «формальный мотив» и «мотив» — не «намеки» на родственность этих понятий, формальный мотив и мотив — различные единицы). На основе данного определения предлагается алгоритм разбиения мелодии произвольного музыкального текста на формальные мотивы.

Назовем полным минимальным тактом последовательность двух (трех, если есть знак триоли) звуков одинаковой длительности, такую, что первый ее звук метрически сильнее второго, а для трех-дольных тактов — и третьего. Если длительность звука меньше или больше реального (проставленного в нотах) такта, то звуки легко сравнимы по метрической силе (более силен тот, который находится на относительно более сильной доле реального такта). Если же длительность звука равна реальному такту, то можно принять, что звуки группируются в минимальные такты по 2 (3, если есть знак триоли) просто слева направо. Если встречается мелодически нерасчленимая группировка из k равнодлительных звуков (k — простое число больше трех) и нет авторского членения, то она разбивается так: два звука $(k-3)/2$ раза, три звука. Например, в «мелодии»



полными минимальными тактами будут последовательности 1—2—3, 5—6, 10—11—12 звуков. Частичным двухдольным минимальным тактом назовем звук, который ни с предыдущим, ни с последующим звуком не дает полного минимального такта (вследствие

⁽¹⁾ Как известно, до сих пор спорным остается вопрос о том, «что такое мотив, где в том или ином конкретном случае его начало и где конец» [1].



невыполнения метроритмических условий, см. выше). Частичный трехдольный такт определяется аналогично. В приведенном выше примере частичные такты образуют 4, 7—8 и 9-й звуки. Полный либо частичный минимальный такт будем называть формальным тактом (Ф-тактом). Образование формальных тактов — следствие группировки звуков с одинаковыми длительностями (по метрической «тяжести»). Наряду с такой группировкой, в мелодии естественно возникает группировка звуков с разными длительностями (по ритмической «тяжести»). А именно, образуются последовательности звуков, в которых каждый звук, начиная со второго, длительнее предыдущего. Назовем такие последовательности возрастающими. Учитывая вышесказанное о Ф-тактах, легко видеть, что возрастающую последовательность образуют последний звук Ф-такта и большой по длительности звук следующего Ф-такта (в приведенном выше примере 7—8 и 9-й звуки). Теперь можно дать определение формального мотива:

Определение. Формальным мотивом (Ф-мотивом) называется отрезок мелодии в пределах:

- Ф-такта;
- либо возрастающей последовательности;
- либо Ф-такта, с последнего звука которого начинается возрастающая последовательность (от начала Ф-такта до конца возрастающей последовательности).

Таким образом, Ф-мотив — однозначно определенная единица и обладает цельностью (нерасчленимостью) и законченностью с метрической либо с ритмической стороны. Приведенное определение позволяет разбить мелодию любого музыкального текста (с тактовой системой) на Ф-мотивы. (При этом паузу можно трактовать либо как «вырожденный» звук, т. е. как бы звук, либо прибавлять ее длительность к длительности предшествующего звука; последнее, по-видимому, естественней ввиду явления звукового следа). Для этого можно было бы воспользоваться тем же способом, каким был сконструирован Ф-мотив

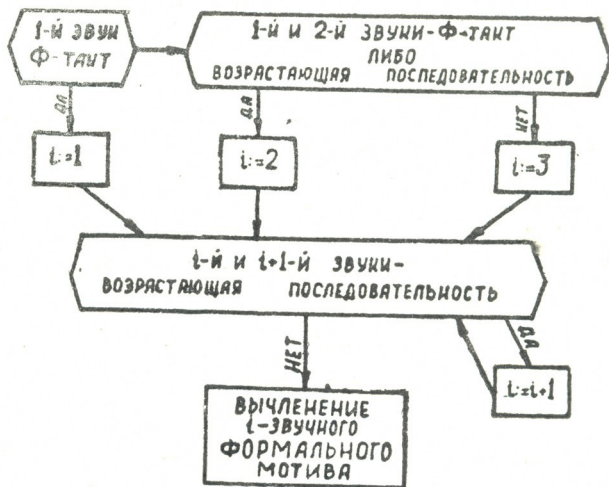


Рис. 1

(разбить мелодию на Ф-такты, затем выделить возрастающие последовательности и, наконец, образовать Ф-мотивы). Однако это, вообще говоря, очень громоздкий способ. Мы предлагаем алгоритм выделения Ф-мотива путем последовательного, звук за звуком, просмотра мелодии (для простоты дадим «общую» блок-схему — рис. 1).

Приведем теперь несколько сопоставлений Ф-мотивов с субмотивами и мотивами, как они вычлняются в музыкально-теоретических работах (рис. 2).

Как видно из примеров, Ф-мотив — довольно естественная элементарная единица и, в частном случае, может соответствовать мотиву либо субмотиву при их метроритмической нерасчлененности.



Рис. 2. а—Бетховен, соната для ф-но № 25, I часть; б—Паганини, каприс № 9; в—Метнер, соната ор. II № 2

Как сказано выше, нашей целью было сконструировать элементарную однозначно определенную единицу для задач статистического исследования мелодии. Однако нам кажется, что Ф-мотив имеет и определенный синтаксический смысл (хотя бы в силу исключительной важности метроритмической организации в музыке), т. е. может быть использован для анализа синтаксической структуры мелодии. Вообще же, выделение Ф-мотива (и подобных формально определенных элементарных единиц) позволит создать музыкальные «словари» и «частотные словари» (подобно созданным для языка) отдельных произведений, композиторов, наконец, стилей и, таким образом, даст новые возможности исследования музыки с применением как аппарата «традиционного» анализа форм, так и количественных методов.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 19.4.1973)

საქართველოს ისტორია

მ. ზორიძე

მუსიკაში მეტრორითმულად ელემენტარული ერთეულის
გაზაგის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომაში ნაცადია მელოდიის მეტრორითმულად ელემენტარული ერთეულის განსაზღვრა. მოცემული განსაზღვრების საფუძველზე ავტორი იძლევა ნებისმიერი მუსიკალური ტექსტის მელოდიის ელემენტარულ ნაწილებად დაყოფის ალგორითმს.

M. G. BORODA

ON THE CONCEPT OF THE ELEMENTARY METRORHYTHMIC
UNIT IN MUSIC

Summary

A concept of the elementary (in the metrorhythmic aspect) unit of the melody is formulated in the paper. On the basis of this determination an algorithm of dividing the melody of any arbitrary musical text into such elementary parts is proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Кац. О некоторых чертах строения вариационного цикла (Вопросы теории и эстетики музыки). Л., 1972.
2. Л. А. Мазель, В. А. Цуккерман. Анализ музыкальных произведений. М., 1967.
3. В. Вахромеев. Элементарная теория музыки. М., 1967.
4. И. В. Способин. Музыкальная форма. М., 1962.



УДК 781.5(09)

ხელოვნების ისტორია

ბ. ლომაძე

მუსიკალური ფორმის დამახასიათებელი ნიშნები ანდრია ბალანჩივაძის ინსტრუმენტულ შემოქმედებაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 15.5.1973)

გამოჩენილი ქართველი საბჭოთა კომპოზიტორის ა. ბალანჩივაძის ინსტრუმენტულ ნაწარმოებთა ანალიზი ცხადყოფს, რომ ქართულ ინსტრუმენტულ მუსიკაში შეიქმნა შინაარსის გამოხატვის ორიგინალური დრამატურგიული კონცეპციები და კომპოზიციური სტრუქტურის თავისებური ნიმუშებიც. ეს არის შედეგი ისტორიულად გამომუშავებულ ტიპურ ფორმათა შემოქმედებითი ათვისებისა. კომპოზიტორმა გაამდიდრა ეროვნული მუსიკალური კულტურა ახალი გამომსახველობითი ხერხებით საკუთარი შემოქმედებითი ხედვისა და გამომგონებლობის კონტექსტში, დრამატურგიული აზროვნების ინდივიდუალობამ განაპირობა ფორმის შინაარსის გაშლის პროცესის თავისებურება და ორიგინალური აღნაგობაც.

მუსიკალური ფორმის განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორია ვარიაციულობა, რომელიც განუყოფელი მხარეა ა. ბალანჩივაძის შემოქმედებითი მეთოდისა.

ვარიაციული ციკლი თავის მხრივ აღნაგობის მრავალფეროვნებით აღინიშნება.

ა) ამ მხრივ ფრიად მნიშვნელოვანი ნიმუშია I სიმფონიის მე-3 ნაწილი, რომლის დრამატურგიული განვითარების პროტოტიპი ძნელად თუ მოინახება მუსიკალურ ლიტერატურაში. ორიგინალურია სამნაწილიანი სტრუქტურის კიდურა ნაწილებში რთული სახის ორმაგი ვარიაციული განშტოებანი, სახელდობრ, შესავლის მქონე თემისა და მისი ვარიაციების მსვლელობის გარკვეულ ეტაპზე შესავალთა ერთიან სახედ გარდაქმნა. ეს უკანასკნელი კი ვარიაციული ციკლის მე-2 ხაზის შემქმნელია. შუა ნაწილის მე-2 თემის ციკლთან ერთად (მკაცრ სტილთან მიახლოებით) მთლიანობაში სამსახეობა წარმოიქმნება.

ბ) II სიმფონიის მე-2 ნაწილის შერეული სახის ერთთემიან ვარიაციულ ციკლში აღსანიშნავია ეპიზოდურ თემათა დრამატურგიული როლიც საერთო განვითარების ერთიან კალაპოტში.

გ) II სიმფონიის ფინალში, თითქმის ერთ სუნთქვაზე გატარებული ერთი თემის ვარიაციები (ასევე ხარისხობრივად შერეული) საყურადღებოა ფორმის უხვეულოდ მოკლე მასშტაბით. იგი ქართული სიმფონიური ციკლის დამოუკიდებელი ნაწილის მინიატურულობის იშვიათი ნიმუშია.

დ) II საფორტეპიანო კონცერტის 1 ნაწილში, თავის მხრივ სამნაწილიანობაში მოცემული ერთი თემის რთულსახოვანი ვარიაციები, ყოველი მონაკვეთების შესაბამისად აღინიშნება კონტრასტული ხასიათითა და შინაარსით. მთლიანობაში კი თხრობითი იერისა და გამჭოლი განვითარების შედეგად პოემურობის ნიშნებით ხასიათდება.

ე) III საფორტეპიანო კონცერტის შუა ნაწილში, ორიგინალური დრამატურგიული იმპროვიზირების შედეგია, ერთის მხრივ, განვითარებული შესავლის „დილოგის სცენა“ და, მეორეს მხრივ, ვარიაციული ციკლის „პეიზაჟური სამყარო“, რაც მთლიანობაში განვითარებული ერთნაწილიანობის წარმოქმნელია.

მრავალსახეობით აღინიშნება ვარიაციული განვითარების ტექნოლოგიური საშუალებებიც.

ა) კერძოდ, ვარირების თვალსაჩინო ნიმუშია I სიმფონიის ფინალი, სადაც ქორალური თემის მრავალბლანდიანი ინტენსიური განვითარებით დიამეტრალურად საპირისპირო შინაარსის ორი მონაკვეთი იქმნება. შესაბამისად კი ფორმის ორნაწილიანობაც.

ბ) II სიმფონიის 1 ნაწილის შუა მონაკვეთში მოცემულია ვარიაციულ-სითუტური განვითარების პრინციპები შინაარსობრივად დასრულებული მინიატურების სახით. მრავალეპიზოდურობის აღნიშნული მეთოდი საინტერესო დრამატურგიული სიახლეა ქართულ სიმფონიურ მუსიკაში.

გ) II სიმფონიის მე-3 ნაწილში ვარიაციული განვითარება გამოყენებულია თემათა სახეობრივი ჩამოყალიბებისა და განვითარების მიზნით.

დ) II საფორტეპიანო კონცერტის მე-3 ნაწილში წინა პლანზე წამოწეული ორი თემის ინტენსიური ვარირება სტრუქტურულად სონატურობის ელემენტების შემცველია.

ე) საფორტეპიანო „ბალადაში“ ვარიაციულობა უშუალოდ დაკავშირებულია მის პროგრამულ შინაარსთან და ექვემდებარება ხალხური სიმღერის სითუტურ განვითარებას მის თანმიმდევრობაში.

ვ) საფორტეპიანო „რაფსოდიაში“ თითოეული თემის ვარიაციული განვითარებით მიღწეულია სხვადასხვა ჟანრული საწყისის გადრმავევა.

დაბოლოს, ვარირების უმნიშვნელო სფერო აღინიშნება I სიმფონიისა და II საფორტეპიანო კონცერტის მე-2 ნაწილში, III საფორტეპიანო კონცერტის ფინალში და ა. შ.

ამრიგად, ვარირება არამარტო მუსიკალური გამოსახვის ხერხია, არამედ კომპოზიტორის შემოქმედებითი აზროვნების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფორმაც.

დრამატურგიული განვითარებისა და სტრუქტურული მრავალსახეობით აღინიშნება სონატური განვითარების პრინციპებიც.

ა) დიდმნიშვნელოვანია ამ მხრივ I სიმფონიის 1 ნაწილი. კომპოზიტორმა პირველმა შეიტანა ქართულ სიმფონიურ ციკლში საკმაოდ განვითარებული, რთული არქიტექტონიკითა და დრამატურგიული ხლარტებით მოცული სონატური ალეგრო. ფორმის აღნაგობის თავისებურება მდგომარეობს დამუშავებაში მთავარი თემის მთლიანი გატარება კულმინაციამდე. დამუშავებაშივე ახალი ლირიკული თემის წარმოქმნა, რაც ლოგიკურია, ერთის მხრივ, როგორც დინამიკური კონტრასტი და, მეორეს მხრივ, როგორც ფინალის საფუძველი. რეპრიზისა და კოდის განვითარება მთლიანად დამხმარე თემის გარშემო მიმდინარეობს. მნიშვნელოვანი დრამატურგიული როლი ენიჭება შესავალ თემზე პიგრაფსაც და მისგანვე წარმოქმნილ ლეიტმომტს, მთელი ფორმის, როგორც პროცესის მუდმივი თანამგზავრის სახით.

ბ) III საფორტეპიანო კონცერტის 1 ნაწილის სონატური ალეგროს დამუშავებაში დრამატურგიული თვალსაზრისით ორიგინალურია სოლო ფორტეპიანოს ორი მონაკვეთი: პირველი, როგორც კულმინაციის დინამიკური განმუხტვა და მეორე — კადენციური ნაწილი, რომელიც ტრადიციულად რეპრიზის ბოლოშია, ამჟერად კი მისი დამუშავების ბოლოში გადმონაცვლდება ლოგიკურია დრამატურგიულად, როგორც მომამზადებელი შუალედი რეპრიზში გადასასვლელად.

გ) II სიმფონიის მე-3 ნაწილი სონატური დრამატურგიის სპეციფიკურობით აღინიშნება. კონტრასტული ორი თემის ვარიაციული განვითარებით გამოხატულია ორი კონფლიქტური საწყისი, მათი ჩამოყალიბება და ბოლოს შეჯახებაც. უმაღლესი კულმინაცია მოცემულია არა დამუშავებაში, არამედ რეპრიზულ მონაკვეთში. მე-2 თემით დაწყებული დამუშავება, განვითარების ერთიანი აღმავლობით გრძელდება რეპრიზში, სადაც ტრაგიკული კვანძის შეკვრა ხდება. ასე რომ რეპრიზული ნაწილი „დამუშავებითი“ ნაგებობით ხასიათდება და „ექსპოზიციური“ თვისებები ნაკლებად გააჩნია. ექსპოზიციურ და დამუშავებით ნაგებობათა მსგავსი ურთიერთშედრწევა შეიძლება აიხსნას შინაარსის



პროგრამულობით, რასაც მოწმობს განვითარების გამჭოლი პრინციპი, სტრუქტურული ასიმეტრიულობა და მელოდიური განვითარების ღრმად თხრობითი ხასიათიც.

ამრიგად, სიმფონიის აღნიშნულ ნაწილში წინა პლანზე წამოწეულია პროგრამულობის მსგავსი დრამატურგიული განვითარება სონატურობის ჩარჩოში.

დ) II საფორტეპიანო კონცერტის მე-3 ნაწილში ორი თემის ვარიაციული განვითარება გარეგნულად არასრული სახის სონატური კონტურებით აღინიშნება.

განვითარების მრავალპლანიანობით აღინიშნება რთული სამნაწილიანობაც.

ა) ფორმის ორიგინალური სქემა-სტრუქტურის ნიმუშია II სიმფონიის 1 ნაწილი, სადაც სონატური ექსპოზიციისა და რეპრიზული მონაკვეთები განვითარებულია შუა ნაწილის ვარიაციულ-სიუიტურობაშია შეზავებული. ეს კი საინტერესო დრამატურგიული სიხალეა არამარტო ქართული, არამედ საბჭოთა სიმფონიური არქიტექტონიკის მხრივაც. შედეგად მიღებულია სინთეტიური სახის რთული სამნაწილიანობა.

ბ) ასევე საინტერესოა I სიმფონიის მე-2 ნაწილის მრავალთემიანი რთული სამნაწილიანი ფორმა, მთავარი თემის დომინირებითა და წამყვანი როლით დრამატურგიული განვითარების პროცესში.

გ) II საფორტეპიანო კონცერტის მე-2 ნაწილში მრავალთემიანი სამნაწილიანობა მოცემულია გამკვეთი განვითარების პრინციპზე, სადაც კულმინაციური შუა ნაწილი გამოკვეთილია ემოციურად და ფაქტურული დაპირისპირებით კიდურა ნაწილებისადმი.

დამახასიათებელია ერთგვარი მიდრეკილება ფორმის ორნაწილიანობისადმი სხვადასხვა მასშტაბურობითა და სტრუქტურული მრავალსახეობით. საინტერესოა ნიმუშია ამ მხრივ საფორტეპიანო „რაფსოდია“, განვითარებული სამშავი ორნაწილიანობით, III საფორტეპიანო კონცერტის ფინალი, სამთემიანი რონდოს თავისებური გაორმაგების საფუძველზე.

ფორმის სტრუქტურის დადგენაში ზოგჯერ გადაწყვეტი როლი ენიჭება დინამიკურ საწყისსაც. ამის თვალსაჩინო ნიმუშია I სიმფონიის ფინალი, სადაც ორნაწილიანობა ერთი ქორალური თემის ტრანსფორმირებით შექმნილი ორი კონტრასტული მუსიკალური სფეროთი გამოიკვეთება. ცეკვა „სამაიაში“ დინამიკური ორტალიანობა იქმნება, სადაც მეორე ტალღა შედარებით მძაფრი ემოციურობით გამოირჩევა.

ფორმის განვითარების პროცესში დამახასიათებელია ტალღისებური, გამჭოლი განვითარება. ეს კი ზოგჯერ სხვადასხვა მასშტაბის ერთნაწილიანობის საფუძველია.

თემატური განვითარების საერთო ტენდენცია გამოიხატება მულტიპლ განვითარებითა და გამოსახვის სხვადასხვა ფორმებით.

ა) ტონალურ განვითარებაში გამოყენებულია კილოთა კანონზომიერებანი.

ბ) პოლიფონიურობა თითქმის მთლიანად განვითარების ტექნოლოგიურ კონტექსტში განიხილება.

გ) ჰარმონიულობა სინთეტიური (ეროვნულისა და კლასიკურის შეზავებით) და პოლიტონალური — კულმინაციათა მომამზადებელ სტადიებში.

ანდრია ბალანჩივაძის ინსტრუმენტული შემოქმედების განხილული ნიმუშები დამაჯერებლად მეტყველებენ დრამატურგიული განვითარების სხვადასხვა სახეობათა ფართო გამოყენებაზე, მხატვრულ სახეთა ურთიერთდამოკიდებულობაზე, კონფლიქტის ლოგიკურ გადაწყვეტაზე, ფორმის სიმდიდრეზე და ყველა ამ ნიშნების საკუთარ პრიზმაში გარდასახვაზე, ეროვნულ საწყისში სინთეზირებითა და წინა პლანზე წამოწევით.

თბილისის სახელმწიფო კონსერვატორია

(შემოვიდა 24.5. 1973)



Г. И. ЛОМАДЗЕ

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ МУЗЫКАЛЬНОЙ ФОРМЫ В
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ТВОРЧЕСТВЕ АНДРЕЯ
БАЛАНЧИВАДЗЕ

Резюме

Основываясь на инструментальных произведениях выдающегося грузинского композитора А. М. Баланчивадзе, автор освещает вопросы музыкальной выразительности и методов драматургического развития, обуславливающих со своей стороны особенности музыкальной формы.

HISTORY OF ART

G. I. LOMADZE

CHARACTERISTICS OF FORM IN ANDRIA BALANCHIVADZE'S
INSTRUMENTAL MUSIC

Summary

Proceeding from the instrumental pieces written by the eminent Georgian composer A. M. Balanchivadze, the author elucidates problems of musical expressiveness and methods of dramaturgic development which give rise to the peculiarities of musical form in the composer's works.



ბ. ბაშულია

„გრიგოლის ცხოვრების“ მთავართა სიის წყარო და
მისი პოლიტიკური ტენდენცია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 27.6.1972)

„გრიგოლის ცხოვრების“ თანახმად, როდესაც გრიგოლ განმანათლებელმა სომეხთა მეფე თრდატი (298—330) ქრისტეს სარწმუნოებაზე მოაქცია, თრდატთან გამოცხადდნენ ლაზთა, იბერთა, ალბანელთა მეფენი და სომხეთის თექვსმეტი მთავარი, რომელთა შორის მეოთხე მთავრად ბაგრატიონთა სახლის შვილია დასახელებული. ბაგრატიონთა სახლს „დავალეზული ჰქონდა დაეცვა კავკასიის მთათა და ჭანთა მხარეები“. თრდატთან მისული მერვე მთავრად კი „გრიგოლის ცხოვრება“ გოგარენეს პიტიანს ასახელებს ([1], გვ. 72—73, 227—228, [2], გვ. 70—71, [3], გვ. 115).

შეუძლებელია, რომ მოტანილი ცნობები სინქრონულ ისტორიულ ვითარებას ასახავდნენ, რადგან ისინი წინააღმდეგობებს შეიცავენ. თუ ბაგრატიონთა სახლს IV საუკუნის 20-იან წლებში „დავალეზული ჰქონდა დაეცვა კავკასიის მთათა და ჭანთა მხარეები“, რა მიწა-წყლის მფლობელი იყვნენ იბერთა მეფე და გოგარენეს პიტიანსი? ბაგრატიონთა სახლისა და გოგარენეს პიტიანსის სახელოც ფუნქციონალურად ურთიერთს ემთხვევიან. როგორც ი. მარკვარტმა და აღდგინა, სომხეთის სამეფოზე დამოკიდებულ გოგარენეს პიტიანსის მოვალეობას კავკასიის მხრიდან სომხეთის დაცვა წარმოადგენდა [4], ხოლო ბაგრატიონთა სახლს რომ პიტიანსის სახელო ჰქონდა, ჯუანშერი მიუთითებს, რომელიც ბაგრატიონთა სახლის შვილებს პიტიანსებად ახსენებს ([5], გვ. 180—181).

„გრიგოლის ცხოვრების“ ცნობებს ეწინააღმდეგება მოგსეს ხორენაციც. მოგსეს ხორენაცი თრდატის თანამედროვე ქართლის პირველ ქრისტიან მეფეს მირიანს არა ქართლის მეფედ, არამედ გოგარენეს პიტიანსად ასახელებს ([6], გვ. 262). ამრიგად, თუ სომხურ საისტორიო ტრადიციას შევაჯამებთ, იქმნება შთაბეჭდილება, რომ თრდატის მეფობის ხანაში ქართლის სამეფოს ერთსაღიძვე ტერიტორიაზე სომხეთზე დამოკიდებული ორი საპიტიანსო ყოფილა (მოგსეს ხორენაციც გოგარენეს პიტიანსში მირიანი, რომელიც „გრიგოლის ცხოვრების“ იგივე იბერთა მეფეა და „გრიგოლის ცხოვრების“ გოგარენეს პიტიანსში — გ. მ.) და, არა მხოლოდ ორი, არამედ სამი საპიტიანსოც, რადგან ბაგრატიონთა სახლსაც „გრიგოლის ცხოვრება“ პიტიანსის ფუნქციით ახსენებს. ამიტომ არის, რომ სომხური საისტორიო ტრადიცია სომხეთის გაქრისტიანების ხანაში ქართლს სომხეთზე დამოკიდებულ ქვეყნებს მიათვლის.

სომხური საისტორიო ტრადიციის ამ ცნობებს უარყოფს ლეონტი მროველი. ლეონტის მიხედვით, მირიანი თრდატისგან დამოუკიდებელი ქართლის მეფეა და სომხეთ-ქართლის საზღვარიც მტკვარ-არაქსის წყალგამყოფ ქედზე გადიოდა ([7], გვ. 69—70), რაც ნიშნავს იმას, რომ თრდატის მეფობის ხანაში გოგარენეს საპიტიანსო არ არსებობდა. აღნიშნულ საკითხთა გადასაწყვეტად დასადგენია ის ისტორიული ვითარება, რომელიც „გრიგოლის ცხოვრების“ მოტანილ ცნობებში აისახა.

ლეონტი მროველის ცნობით, ქართლის მეფეს „ადერკის ესხნეს ორნი ძენი, რომელთა ერქუა სახელად ერთსა ბარტომ და მეორესა ქართამ. და ამათ განუყო ყოველი ქუეყანა თვისი: მისცა ქალაქი მცხეთა და ქუეყანა მტკუარსა 48. „მოამბე“, ტ. 71, № 3, 1973



შიდა ქართლი, მუხნარით კერძი ქალაქი და ყოველი ქართლი მტკუარსა ჩრდილოეთი, ჰერეთითგან ვიდრე თავადმდე ქართლისა და ეგრისისა — ესე ყოველი მისცა ბარტომს ძესა თვსსა, ხოლო არმაზით კერძი ქალაქი, მტკუარსა სამხრით ქართლი, ხუნანითგან ვიდრე თავადმდე მტკურისა და კლარჯეთი ყოველი მისცა ქართამს ძესა თვსსა. და მოკუდა ადერკი“ ([7] გვ. 43).

სომხური ანონიმური გეოგრაფიის მიხედვით, „დიდი სომხეთის“ საზღვრებში შემავალი გოგარენე ცხრა გავარისგან შედგებოდა: ძოროფორისგან (აღსტაფას ხეობა), კოლბაფორისგან (ინჯას ხეობა), წობაფორისგან (დებედაბანუმ ჩაის ხეობა), ტამირისგან, თრიალეთისგან, კანგარისგან, ზემო ჯავახეთისგან, არტაანისა და კლარჯეთისგან. იბერიის აღწერისას სომხური ანონიმური გეოგრაფია სომხეთის უკიდურეს ჩრდილოეთ საზღვრად მანგლისს ხევის (ალგეთის ხეობას), თბილისისა და ჰნარაკერტის სანახებს ასახელებს [8]. თუ შევჯამებთ „დიდი სომხეთის“ საზღვრებში მოქცეულ გოგარენეს საზღვრებს, შემდეგი სურათი წარმოგვიდგება. დასავლეთით გოგარენე კლარჯეთს მოიცავდა, შემდგომ საზღვარი ჩრდილოეთით თრიალეთის ქედს მიჰყვებოდა თბილისის სანახებამდე, აქედან იგი მტკვრის გაყოლებით სამხრეთით ჰნარაკერტის სანახებს აღწევდა. ჰნარაკერტის სანახებიდან მოყოლებული გოგარენეს აღმოსავლეთ საზღვარს ძოროფორი (აღსტაფას ხეობა) წარმოადგენდა, რომელიც მტკვარ-არაქსის წყალგამყოფ ქედამდე მიდიოდა და მტკვარ-არაქსის წყალგამყოფი ქედიც გოგარენეს სამხრეთი საზღვარი იყო.

სომხური ანონიმური გეოგრაფიის გოგარენეს საზღვრება ძვ. წ. დაახლ. 189—90-იან წლებში წარმოქმნილ [9] სამხრეთქართულ (არმაზელ „მეფეთა“ — გ. მ.) სამეფოს (II—I სს.) საზღვრებს ემთხვევა [10], რომლის საზღვრები, ლეონტის ცნობით, დასავლეთით კლარჯეთს, ჩრდილოეთით მტკვარს (ფაქტიურად თრიალეთის ქედს — გ. მ.), აღმოსავლეთით ხუნანს, ხოლო სამხრეთით კი მტკვარ-არაქსის წყალგამყოფ ქედს მოიცავდნენ.

სომხური ანონიმური გეოგრაფია VII საუკუნის ძეგლად ითვლება. ამისდა მიუხედავად, იგი არა ახ. წ. IV ს-ის 70-იან წლებში სომხეთზე დამოკიდებულ გოგარენეს საპიტიახშოს საზღვრებს შემოხაზავს, არამედ ძვ. წ. II—I საუკუნეთა გოგარენეს საპიტიახშოს საზღვრებს (ახ. წ. I—III საუკუნეებში გოგარენეს საპიტიახშო არ არსებობდა — გ. მ.), რადგან სომხეთის მეფის არმაჟ II (345—368) მეფობის ხანაში სომხეთის სამეფოზე დამოკიდებულ გოგარენეს საპიტიახშო არ მოიცავდა არც კოლბს (ინჯას ხეობა) და არც ძორს (აღსტაფას ხეობას) და მხოლოდ ქვემო ქართლის მიწა-წყლით იყო შემოფარგლული. მისი პიტიახშები ფეროზიანები იყვნენ [11].

„დიდი სომხეთის“ ამგვარი იდეალიზაცია დამახასიათებელია არა მხოლოდ სომხური ანონიმური გეოგრაფიისათვის, არამედ მოვსეს ხორენაცისთვის და გრიგოლ განმანათლებლის სომეხთა მოქცევის ციკლის წყაროებისათვის. მოვსეს ხორენაცის თვალსაზრისით, ქართლი სომხეთის ერთ-ერთ მხარეს წარმოადგენდა და, ამის გამოც, ქართლის მმართველს მოვსეს ხორენაცი ხან გოგარენეს ხან კი ქართლის პიტიახშს უწოდებს [12].

თრდატის (298—330) მეფობის ხანაში ტიგრან II (95—55) ხანის სომხეთ-ქართლის პოლიტიკური საზღვრის გადმოტანის შედეგად გაჩნდა „გრიგოლის ცხოვრების“ ცნობა, რომლის თანახმადაც თრდატის მეოთხე მთავარი — ბაგრატიონთა სახლის შვილი — ჭანეთიდან კავკასიის მთებამდე მდებარე მიწა-წყლის მცველი, ანუ პიტიახში იყო. ისტორიულად ეს ცნობა ტიგრან II (95—55) ხანის გოგარენეს საპიტიახშოს ვითარებას ასახავს, როდესაც აღნიშნული საპიტიახშო ჭოროხის ხეობიდან (კლარჯეთი) ჩრდილოეთით თრიალეთის გაყოლებით არმაზს აღწევდა, ანუ ჭანეთიდან კავკასიის მთებამდე იყო გადაჭიმული. გოგარენეს საპიტიახშოს ჩამოყალიბება ცენტრით არმაზში დაახლ. ძვ. წ. 189—90-იან წლებში ფარნავაზიანთა სეფესახლის უმცროსი სახლის შვილის — სუმბატ ბაგრატიონის ქართლზე ლაშქრობების შედეგია და არმაზში მსხდომი პიტიახ-



შეზღვევს ფარნავაზიანთა უმცროსი სახლის შვილები იყვნენ, რომელთაც ბაგრატიონთა სახლი ეკუთვნოდა ([5], გვ. 187, [9]). ამ ისტორიული მოვლენების გამოძახილია ყველა ის გადმოცემა ბაგრატიონთა სახლის შვილებს პიტიანობით რომ ასხენებენ. ტიგრან II ხანის სომხეთის ისტორიული ვითარების გადმოტანის შედეგად თრდატის ხანაში გაჩნდნენ აგრეთვე აგათანგელოსის ციკლის წყაროთა ის ცნობები, რომელნიც თრდატის მთავართა შორის გოგარენს პიტიანუს ასახელებენ.

ამრიგად, ლეონტი მროველისა და სომხური საისტორიო ტრადიციის ცნობების შეპირისპირების შედეგად ვაირკვა, რომ ლეონტი მროველის ცნობების სანდონი არიან. თრდატის (298—330) მეფობის ხანაში ქართლის სამეფო სომხეთზე არ იყო დამოკიდებული და სომხეთ-ქართლის საზღვარიც მტკვარ-არაქსის წყალგამყოფ ქედზე გადიოდა, რაც გოგარენს მიწა-წყალს ქართლის სამეფოს საზღვრებში გულისხმობდა. ეს დასტურდება აგათანგელოსის ციკლის ერთ-ერთი წყაროს მიხედვითაც, რომელიც თრდატის გაქრისტიანების ხანაში კავკასიას რომაელთა გავლენის სფეროში ასახელებს [13] და რაც 298 წლის ნისიბინის ზავის შედეგად წარმოქმნილ პოლიტიკურ ვითარებას პასუხობს.

„დიდი სომხეთის“ იდეალიზაცია მონოფიზიტური სომხეთის კონკრეტული პოლიტიკური მიზნებით იყო ნაკარნახევი. VI საუკ. დასაწყისში სომხეთმა, ალბანეთმა და ქართლმა მონოფიზიტობა მიიღეს, რაც პირველ ყოვლისა სომხეთისათვის იყო ხელსაყრელი. სომხური ეკლესია ქართულ და ალბანურ ეკლესიებზე თავისი გავლენის გავრცელებისათვის იბრძოდა. ასეთ ვითარებაში სომეხთა მონოფიზიტურმა წრეებმა სომხეთის, ქართლისა და ალბანეთის ეკლესიების ერთიანობას „ისტორიული საფუძველი“ გამოუჩინეს [14]. რადგან სომხეთის მონოფიზიტური წრეების იდეალს „დიდი სომხეთი“ წარმოადგენდა, ტიგრან II (95—55) ხანის სომხეთის ისტორიული ვითარების გადმოტანით თრდატის (298—330) მეფობის ხანაში სომეხთა განმანათლებელი გრიგოლი ქართლისა და ალბანეთის „განმანათლებელიც“ გახდა.

სომეხთა მოქცევის ციკლის წყაროები რელიეფურად წარმოსახავენ გრიგოლის კულტის „გადამუშავებას“ დროთა ვითარებაში. თუ მოვსეს ხორენაცის ხელთ ჰქონდა აგათანგელოსის ისეთი რედაქცია, სადაც წმინდა ნინო იბერიის გამაქრისტიანებელი იყო და აღნიშნული რედაქციის ტენდენციურობა მხოლოდ იმაში გამოსჭვივის, რომ ქართლის ეკლესიის ორგანიზაციულ მოწყობასთან დაკავშირებით წმ. ნინო არა ბიზანტიას, არამედ გრიგოლს მიმართავს ([6], გვ. 231—234), აგათანგელოსის ჩვენამდე მოღწეულ სომხურ ვერსიას უკვე ის ცნობა დაედო საფუძვლად, სადაც წმ. ნინოს ხსენება არ იყო და ზოგადად მიუთითებს, რომ გრიგოლის ქადაგება ალანთა კარებს და მასქუთამდე აღწევდა [15].

„გრიგოლის ცხოვრების“ ბერძნული ვერსიის ცნობები უფრო კონკრეტული ხდება. თრდატის „ვასალთა“ შორის „გრიგოლის ცხოვრება“ ლაზთა, იბერთა და ალბანელთა მეფეებს ასახელებს და ლაზთა, იბერიელთა და ალბანთა ქვეყნების საეკლესიო ორგანიზაციას გრაგოლი ახდენს. სომხურ-ქართულ და სომხურ-ალბანურ ეკლესიათა ურთიერთობის გამწვავებისა და „დიდი სომხეთის“ იდეალიზაციის გაძლიერების შედეგად აღნიშნული ცნობები შემდგომ გადამუშავებას განიცდიან. „გრიგოლის ცხოვრების“ არაბული ვერსიის თანახმად, ქართველ, აფხაზთა და ალანთა მეფეებს თვით გრიგოლი მიაღებინებს ნათლობას ეფრატში და მთელი კავკასიის საეკლესიო ორგანიზაციაც გრიგოლ განმანათლებელს მიეწერება ([1], გვ. 72, 97—99, 101—102, [2] გვ. 70—73, [3] გვ. 115, 133, 135, 137).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიის
და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

G. S. MAMULIA

ИСТОЧНИК КНЯЖЕСКОГО СПИСКА «ЖИТИЯ ГРИГОРИЯ» И ЕГО ПОЛИТИЧЕСКАЯ ТЕНДЕНЦИЯ

Резюме

Княжеский список «Жития Григория» отображает не эпоху Трдата (298—330), а эпоху Тиграна II (95—55), что вызвано стремлением обосновать идею об обращении Грузии и Албании Григорием Просветителем.

HISTORY

G. S. MAMULIA

THE SOURCE OF THE PRINCELY LIST OF "THE LIFE OF GREGORY" AND ITS POLITICAL TREND

Summary

The Princely List of the "Life of Gregory" is ascribable not to the reign of Trdat (298—330) but rather to that of Tigranes II (95—55). This is due to the endeavour on the part of the Armenian monophysites to substantiate the idea of the conversion of Georgia and Albania by Gregory the Illuminator.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Garitte. Documents pour l'étude du livre d'Agathange, 1946.
2. ალ. გამყრელიძე, ს. ყაუხჩიშვილი. გეოგრაფია, ტ. I, 1961.
3. Н. Марр. Крещение армян, грузин, абхазов и аланов святым Григорием (арабская версия). ЗВОРАО, т. XVI, 1905.
4. J. Marquart. Eranšahr nach der Geographie des Ps. Moses Xorenac'i, 1901, 116, 165—169.
5. გ. მამულია. „მნათობი“, № 2, 1971.
6. Մովսիս Խորենացւոյ Պատմութիւն Հայոց. თბილისი, 1913.
7. ქართლის ცხოვრება. ს. ყაუხჩიშვილის რედ., ტ. I, 1955.
8. A. Soukry. Géographie de Moïse de Corène, 1881, 28, 34.
9. გ. მამულია. ძველი ისტორიის საკითხები (კავკასიურ-აღმოსავლური კრებული, III), 1970, გვ. 154—163.
10. დ. აბაშიძე. ორმეფობის ზოგიერთი საკითხისათვის ძველ ქართლში. ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერ მუშაკთა სამეცნიერო კონფერენციის მოკლე შინაარსები, 1973, 15—16.
11. Փառասոսի Բիւզանդացւոյ Պատմութիւն Հայոց. თბილისი, 1913, 242.
12. ლ. ჯანაშია. ლაზარ ფარპეტის ცნობები საქართველოს შესახებ, 1962, 185.
13. M. van Esbroeck. REAr., t. VIII, 1971, 72—73.
14. ს. ჯანაშია. შრომები, ტ. I, 1949, 108—116.
15. Ագարադեֆոյ Պատմութիւն Հայոց. თბილისი, 1914, 425.

71-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბაშიძე გ. 600
 აბღუშელიშვილი გ. 572
 ადამია რ. 676
 ავალიშვილი ვ. 400
 აკოპიანი გ. 420
 ამბოჯაძე თ. 367
 ამირანაშვილი ა. 351
 ახალაია მ. 579
 ახალაძე ი. 639

 ბააჩოვი ნ. 335
 ბალავაძე ბ. 600
 ბანცუური რ. 536
 ბანძელაძე ბ. 667
 ბარაში ი. 335
 ბარდაჩიძე ზ. 636
 ბასილაია დ. 636
 ბაქრაძე ნ. 8
 ბახტაძე ჯ. 395
 ბეზიაშვილი შ. 84
 ბენაშვილი მ. 354
 ბენიაშვილი ჯ. 489
 ბერიკელაშვილი გ. 288
 ბერიშვილი ზ. 684
 ბერიშვილი ტ. 441
 ბერიძე პ. 639
 ბეჭაური ნ. 371
 ბლუმბერგი ე. 376
 ბონდარევა ი. 404
 ბოროდა მ. 747
 ბოსტოლანაშვილი ვ. 643
 ბოსტოლანაშვილი ჯ. 643
 ბოყოჩაძე ნ. 711
 ბოჭორიშვილი შ. 376
 ბურაკაძე ნ. 703
 ბურკოვი ვ. 572
 ბუჩუკური ი. 636

 ბაბუნია ლ. 743
 გასკაროვი დ. 84
 გაფრინდაშვილი ვ. 380, 628
 გაჩეჩილაძე ლ. 497
 გელბახიანი გ. 727
 გენძეხაძე თ. 168
 გვანცელაძე თ. 159
 გვერდწითელი ი. 364
 გოგებაშვილი ნ. 191
 გოვიბერიძე ა. 501

 გოგსაძე ლ. 483
 გოგუაძე დ. 275
 გოდერძიშვილი ქ. 612
 გოლუბოვი ბ. 31
 გორგიშელი ა. 222
 გორგიძე ი. 572
 გორდაძე ე. 35
 გუგუშვილი გ. 468
 გუგუშვილი ჯ. 84
 გულუა მ. 135
 გუმბარიძე ნ. 21
 გუციელაშვილი რ. 43

 დედიალური ტ. 435
 დანელია გ. 395
 დანელია დ. 395
 დგებუაძე მ. 124
 დევიძე ც. 497
 დემურია ე. 708
 დობორჯინიძე ლ. 320
 დოლიძე ნ. 727
 დროგოვოზი ა. 676
 დუდაური თ. 148
 დუდუჩავა რ. 555
 დუდუჩავა რ. 380
 დურმიშიძე ს. 211

 მდიბერიძე დ. 364
 ელბაქიძე ნ. 544
 ელგენდი მ. 304, 548
 ელიზბარაშვილი ე. 99
 ერისთავი ვ. 106
 ესიაშვილი ზ. 583

 მასერმანი ე. 135
 ვაშაკიძე ა. 671
 ვერონი ა. 300
 ვერულაშვილი რ. 135
 ვინოგრადოვა ს. 119, 619
 ვიტინგი ი. 332

 ზაალიშვილი მ. 711
 ზამბახიძე დ. 404
 ზაქარაია კ. 579
 ზედანია ზ. 727
 ზუბაჩოვი ს. 420
 ზურაბიშვილი ლ. 416

 მადღუაძე თ. 532
 თავაძე ფ. 168, 411
 თავხელიძე დ. 416
 თავხელიძე თ. 227
 თოფურია შ. 172
 თუშუტაშვილი რ. 624

 იავეიზი პ. 639
 იამანიძე თ. 664
 ილურიძე კ. 172

 ძაკაბაძე მ. 315
 კაკიაშვილი მ. 579
 კაკუშაძე ა. 395
 კალანდარიშვილი ნ. 63
 კაპანაძე ი. 188
 კარახანოვი ლ. 404
 კახიანი ზ. 501
 კეკელია ბ. 231
 კერესელიძე ზ. 591
 კეცხოველი დ. 148
 კვარაცხელია რ. 128
 კობალაძე ს. 199
 კოზლოვა ნ. 708
 კოკოჩაშვილი ვ. 376
 კოკოჩაშვილი თ. 327
 კოლესნიკოვა ლ. 335
 კოლესნიკოვი ი. 79
 კორნეევა ა. 579
 კოროშინაძე ლ. 101
 კორუკი ვ. 119, 619
 კორჩეტკოვი მ. 68, 324
 კრასნოშაპკა ა. 676

 ლაბახუა თ. 451
 ლაზარევი ლ. 583
 ლაზარიშვილი ვ. 497
 ლანდია მ. 360
 ლანჩავა მ. 168
 ლეკიშვილი მ. 51
 ლობჯანიძე ქ. 380
 ლოვეციკი ს. 572
 ლომაძე გ. 749
 ლოსაბერიძე ან. 159
 ლუბიანიცკი ი. 371

 მათიაშვილი ა. 427
 მაისურაძე ნ. 332

- მამულია გ. 753
 მარი გ. 312, 559
 მარტყოფლიშვილი გ. 332
 მარუაშვილი ლ. 139
 მაჩალაძე თ. 112
 მაჭავარიანი შ. 497
 მდინარაძე ჯ. 95
 მეზალიშვილი ნ. 604
 მეღვედიძე ს. 459
 მელამედი ი. 296
 მელიქაძე ლ. 612
 მელნიკი ვ. 411
 მემიაძე ვ. 429
 მესტირიშვილი ა. 583
 მესხი ა. 722
 მიმიროშვილი ტ. 722
 მიჭუტაძე დ. 347
 მიქაძე თ. 411
 მიქელაძე ე. 173
 მიჟვანაძე ა. 215
 მიჟვანაძე ვ. 722
 მსხილაძე გ. 156
 მუსტაფა ფ. 308, 552
 მშვიდლობაძე მ. 496, 740
 მჭედლიშვილი მ. 636
- ნადარაია ე. 59
 ნადარეიშვილი კ. 196, 448
 ნადარეიშვილი ჯ. 652
 ნამიჩეიშვილი თ. 84
 ნანობაშვილი ე. 624
 ნანობაშვილი ნ. 72
 ნასყიდაშვილი ი. 332
 ნასყიდაშვილი პ. 181
 ნგუენ ზუი ტიენი 24
 ნონიკაშვილი მ. 615
 ნორიკოვი ი. 376
- ოდიშვილი ა. 684
 ონიანი შ. 615
 ოქიტაშვილი ე. 497
 ოქროაშვილი გ. 351
- პაპავა გ. 119, 367, 619
 პიოტროვსკაია ნ. 579
 პოგრებნიაკი ვ. 411
- რამიშვილი გ. 344
 რიზაევი ნ. 639
 რობიტაშვილი გ. 95
 როგავა ს. 688
 რუღოი ა. 411
- საბაშვილი შ. 92
- სამსონია ც. 464
 სამყურაშვილი ჯ. 168
 სარაბუნოვიჩი ა. 639
 სარალიძე ა. 151
 სარუხანიშვილი ა. 132, 631
 სეფიაშვილი ა. 664
 სვანიშვილი რ. 203
 სიგუა ვ. 688
 სიმონიძე მ. 711
 სობოცკო ი. 395
 სტირო ბ. 351
 სულაქველიძე გ. 95, 347
 სულიკაშვილი რ. 564
 სუქნიძე ც. 695
 სხირტლაძე რ. 63
- ტანანაევი ი. 360
 ტარასოვი ვ. 191
 ტარყაშვილი ც. 716
 ტერ-მკრტიჩიანი მ. 95
 ტოგონიძე ვ. 148
 ტურაბელიძე დ. 643
 ტურაშვილი დ. 384
 ტყეზუჩავა გ. 55
 ტყემალაძე შ. 475
 ტყემელაშვილი დ. 384
- ფილდერი ხ. 384
 ფირცხალავა ნ. 607
 ფირცხალავა რ. 112
- ძარჩხაძე რ. 456
 ჯორქია ი. 733
 ჭოჩლაძე ზ. 566
 ჭუთათელაძე კ. 135
- ღამბაშიძე ნ. 132
 ღვალაძე გ. 487
- ძიფშიძე კ. 416
 ყულოშვილი ს. 144
 ყუფარაძე მ. 652
- შათირიშვილი ა. 439
 შალაშვილი ა. 211
 შამყულაშვილი გ. 456
 შაპირო მ. 39
 შარაშენიძე ნ. 196, 448
 შატახიანი პ. 420
 შელეგია შ. 233
 შენგელია დ. 148
 შველაშვილი ა. 607
 შილო ს. 335
- შონია გ. 199
- ჩაგანავა დ. 497
 ჩან ხან მაი 75, 339
 ჩაჩანაშვილი ა. 655
 ჩაჩანიძე გ. 112
 ჩერნიშოვი ე. 364
 ჩეჩელაშვილი ი. 387
 ჩიკვაძე ვ. 206
 ჩიტაშვილი რ. 679
 ჩიქოვანი რ. 423
 ჩიხლაძე ნ. 684
 ჩიჯავაძე შ. 237
- ტერცვაძე ა. 588
 ცირლილაძე მ. 119
 ცისკარიშვილი პ. 115, 367
 ცისკარიშვილი რ. 119, 619
 ცხადაძე მ. 479
 ცხელიშვილი მ. 392
 ცხვირაშვილი დ. 684
- ძოწენიძე ნ. 144
- წერეთელი ზ. 679
 წერეთელი ი. 507
 წვენიაშვილი ვ. 628
 წიწუაშვილი ე. 233
 წყალობაძე ლ. 628
- შავჭანიძე ვ. 68, 324, 566, 579
- კანტურია ლ. 607
 კეიშვილი თ. 631
 კელიძე გ. 647
 კელიძე ვლ. 48
 კელიძე მ. 279
 კელიძე ტ. 583
- ხარაზიშვილი ა. 26, 290
 ხარაძე გ. 79
 ხატიაშვილი ნ. 423
 ხაშბა გ. 284
 ხაჩიძე მ. 689
 ხაჯიხანოვი უ. 540
 ხელაშვილი ა. 87
 ხეჩინაშვილი ე. 684
 ხეჩუმაშვილი მ. 639
 ხვედელიძე ბ. 35
 ხვედელიძე ზ. 101
 ხვედელიძე მ. 719
 ხოსამურიძე ე. 624
 ხოჭოლავა გ. 604
 ხუნჯუა თ. 351

ჯაველიძე მ. 217
 ჯაველიძე ნ. 20
 ჯალიაშვილი თ. 206
 ჯამბაზიშვილი ი. 459
 ჯანდიერი მ. 588
 ჯანჭღაბა ი. 162

ჯანჭღაბა მ. 196, 448, 700
 ჯაოშვილი თ. 380
 ჯაფარიძე ა. 371
 ჯაფარიძე თ. 179
 ჯაფარიძე კ. 115
 ჯაფარიძე ლ. 660

ჯაფარიძე ნ. 471
 ჯიბლაძე მ. 583
 ჯულელი ი. 456
 ჰამლი მ. 596
 ჰეგელე ვ. 124

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 71-го ТОМА

Абашидзе В. Г. 597
 Абдушелишвили Г. З. 569
 Авалишвили В. И. 397
 Адамия Р. Ш. 673
 Акопян Г. К. 417
 Амбокадзе Т. М. 365
 Амиранашвили А. Г. 349
 Ахаладзе И. П. 637
 Ахалая М. Г. 577

Баазов Н. Г. 333
 Бакрадзе Н. Г. 713
 Балавадзе Б. К. 597
 Бандзеладзе Б. Р. 665
 Банцури Р. Д. 533
 Бараш Я. М. 333
 Бардачидзе З. С. 633
 Басилая Д. А. 633
 Бахтадзе Д. А. 393
 Бебиашвили Ш. Л. 81
 Бекаури Н. Г. 368
 Бенашвили М. Г. 353
 Бениашвили Д. С. 491
 Беридзе П. З. 637
 Берикелашвили Г. К. 285
 Беришвили З. Д. 681
 Беришвили Т. Т. 443
 Бичиашвили Ю. Ш. 165
 Блюмберг Э. А. 373
 Бокочадзе Н. Н. 709
 Бондарева И. Д. 401
 Борода М. Г. 745
 Бостоганашвили В. С. 641
 Бостоганашвили Дж. В. 641
 Бочоришвили Ш. К. 373
 Буркадзе Н. Н. 701
 Бурков В. Н. 569
 Бучукури Я. Г. 633

Вассерман Э. М. 133
 Вашакидзе А. С. 669
 Верон А. 297
 Верулашвили Р. Д. 133

Виноградова С. В. 117, 617
 Витинг И. 329
 Габуния Л. К. 741
 Гамбашидзе Н. Н. 129
 Гаприндашвили В. Н. 377, 625
 Гаскаров Д. В. 81
 Гачечиладзе Л. Ф. 500
 Гваладзе Г. Е. 485
 Гванцеладзе Т. Л. 157
 Гвердцители И. М. 361
 Гегеле В. Г. 121
 Гелбахиანი Г. П. 725
 Гендзехадзе Т. Л. 165
 Гогобашвили Н. К. 189
 Гогибერიძე А. Я. 502
 Гогсадзе Л. А. 481
 Гогоუაძე დ. ფ. 273
 Годердзишвили К. Г. 609
 Голубов Б. И. 29
 Горгидзе И. А. 569
 Горгишели А. В. 221
 Гордадзе Э. Г. 33
 Гугушвили Г. К. 465
 Гугушвили Дж. Ф. 81
 Гулуа М. О. 133
 Гумбаридзе Н. П. 729
 Гурнелашвили Р. И. 41

Дадалаური Т. Г. 433
 Дanelia Г. З. 393
 Дanelia Д. К. 393
 Дгебуაძე მ. კ. 121
 Девидзе Ц. А. 500
 Демурია Е. Л. 705
 Джавелидзе М. Г. 219
 Джавелидзе Н. Ш. 17
 Джалиашвили Т. А. 205
 Джамбазишвили Я. С. 457
 Джанджгава И. Д. 161
 Джанджгава М. М. 193, 445, 697

Джандиერი М. Ш. 585
 Джаошвили О. А. 377
 Джапаридзе А. В. 369
 Джапаридзе К. К. 113
 Джапаридзе Л. А. 657
 Джапаридзе Н. И. 469
 Джапаридзе Т. М. 177
 Джибладзе М. И. 581
 Джугели И. С. 453
 Дзоченидзе Н. М. 141
 Дობორджგინიძე ლ. გ. 317
 Долидзе Н. В. 725
 Дроговоз А. М. 673
 Дудаური О. З. 145
 Дудучава Р. В. 553
 Дудучава Р. М. 377
 Дурмишидзе С. В. 209
 Заалишвили М. М. 709
 Закарая К. А. 577
 Замбахидзе Д. В. 401
 Зедания З. С. 725
 Зубачев С. Г. 417
 Зурабишвили Л. А. 413
 Илуридзе К. Г. 169
 Какабадзе М. А. 313
 Какиашвили М. С. 577
 Какушадзе А. М. 393
 Каландаришвили Н. Г. 61
 Капанадзе И. С. 185
 Караханов Л. М. 401
 Карчхадзе Р. Г. 453
 Кахиანი З. Н. 502
 Кварацхелия Р. К. 125
 Кекелия Б. И. 229
 Кереселидзе З. А. 589
 Кецохвели Д. Н. 145
 Кипшидзе К. С. 413
 Кобаладзе С. Г. 197
 Козлова Н. В. 705
 Кокочашвили В. И. 373



- Кокочашвили Т. М. 325
 Колесников Ю. М. 77
 Колесникова Л. М. 333
 Коркиа И. Р. 735
 Корнеева А. В. 577
 Корошинадзе Л. Ф. 103
 Коршак В. В. 117, 617
 Кочетков М. Н. 65, 321
 Кочладзе З. Ю. 565
 Красношапка В. А. 673
 Кулошвили С. И. 141
 Купарадзе М. Д. 649
 Кутателадзе К. С. 133
- Лабахуа Т. Ш. 449
 Лазарев Л. Э. 581
 Лазаришвили И. Л. 500
 Ландиа М. В. 357
 Ланчава М. Д. 165
 Лекишвили М. М. 49
 Лобжанидзе К. Ф. 377
 Ловецкий С. Е. 569
 Ломадзе Г. И. 752
 Лосаберидзе Ан. А. 157
 Лубяницкий И. Я. 369
- Майсурадзе Н. А. 329
 Мамулия Г. С. 756
 Марр Г. И. 309, 557
 Марткоплишвили Г. С. 329
- Маруашвили Л. И. 137
 Матиашвили А. Д. 425
 Мачавариани Ш. С. 500
 Мачаладзе Т. Е. 109
 Мдинарадзе Д. А. 93
 Мебагишвили Н. Н. 601
 Медведев С. И. 457
 Меламед И. А. 293
 Меликадзе Л. Д. 609
 Мельник В. Х. 409
 Мемиадзе В. М. 431
 Мествиришвили А. Н. 581
- Месхи А. Б. 721
 Мжаванадзе А. В. 213
 Мжаванадзе В. В. 721
 Микадзе О. И. 409
 Микаутадзе Д. К. 345
 Микеладзе Э. Г. 175
 Мимиошвили Т. В. 721
 Мсхиладзе Г. Г. 153
 Мустафа Ф. Э. 305, 549
 Мчедлишвили М. И. 633
- Мшвидобадзе М. В. 493, 737
- Надарая Э. А. 57
 Надарейшвили Дж. Г. 649
- Надарейшвили К. Ш. 193, 445
- Намичейшвили О. М. 81
 Нанобашвили Е. М. 621
 Нанобашвили Н. Д. 69
 Наскидашвили И. А. 329
 Наскидашвили П. П. 183
 Нгуен Зуй Тиен 21
 Нересеян А. А. 77
 Ноникашвили М. В. 613
 Нориков Ю. Д. 373
- Одишвили А. Г. 681
 Окиташвили Е. Г. 500
 Окроашвили Г. Г. 349
 Ониани Ш. И. 613
- Папава Г. Ш. 117, 365, 617
- Пиотровская Н. В. 577
 Пирцхалава Н. И. 605
 Пирцхалава Р. Н. 109
 Погребняк В. И. 409
 Пуларияни Ю. И. 377
- Рамишвили Г. Я. 341
 Ризаев Н. У. 637
 Робиташвили Г. А. 93
 Рogaва С. Е. 685
 Рудой А. П. 409
- Сабашвили Ш. А. 89
 Самкурашвили Д. В. 165
 Самсония Ц. И. 461
 Сарабунович А. Г. 637
 Саралидзе А. Э. 149
 Саруханишвили А. В. 129, 629
- Сванишвили Р. А. 201
 Сепиашвили А. Д. 661
 Сигуа В. Ф. 685
 Симонидзе М. Ш. 709
 Сопоцько Ю. Л. 393
 Стыро Б. И. 349
 Сукнидзе Ц. Г. 693
 Сулаквелидзе Г. К. 93, 345
- Суликашвили Р. С. 561
 Схиртладзе Р. Л. 61
- Тавадзе Ф. Н. 165, 409
 Тавхелидзе Д. С. 413
 Тавхелидзе Т. Д. 225
 Тадумадзе Т. А. 529
 Тананаев И. В. 357
 Тарасов В. И. 189
 Таркашвили Ц. Т. 713
 Тер-Мкртчян М. Г. 93
 Ткебучава Г. Е. 53
 Ткемаладзе Ш. Г. 437
 Ткешелашвили Д. И. 381
 Тогонидзе М. Г. 145
 Топурия Ш. Д. 169
 Турабелидзе Д. Г. 641
 Турашвили Г. М. 405
 Тушурашвили Р. Г. 621
- Фидлер Х. Н. 381
- Хаджиханов У. 537
 Хамди М. А. 593
 Харадзе Г. А. 77
 Харазिशвили А. Б. 25, 289
- Хатиашвили Н. Г. 421
 Хачидзе М. Н. 691
 Хашба Г. Н. 281
 Хведелидзе Б. В. 33
 Хведелидзе З. В. 103
 Хведелидзе М. А. 717
 Хелашвили А. А. 85
 Хечинашвили Е. П. 681
 Хечумашвили М. А. 637
 Хомасуридзе Ж. Ф. 621
 Хочолава Г. М. 601
 Хунджуа Т. Г. 349
- Цвениашвили В. Ш. 625
 Церетели З. И. 677
 Церетели И. Д. 505
 Церцвадзе А. А. 585
 Циргиладзе М. В. 117
 Цискаришвили П. Д. 113, 365
- Цискаришвили Р. П. 117, 617
- Цицуашвили Э. М. 236
 Цкалобадзе Л. А. 625
 Цхаладзе М. Ш. 477
 Цхвирашвили Д. Г. 681
 Цхелишвили М. С. 389
- Чавчанидзе В. В. 65, 321, 365, 573
 Чаганова Д. Т. 500

- Чантурия Л. М. 605
Чан Хань Май 73, 337
Чачанашвили А. И. 653
Чачанидзе Г. Д. 109
Чеишвили Т. Ш. 629
Челидзе В. Г. 45
Челидзе Г. Ф. 645
Челидзе М. В. 277
Челидзе Т. Я. 581
Чернышев Е. А. 361
Чечелашвили И. Д. 385
Чиджавадзе Ш. Я. 239
Чикваидзе В. Н. 205
Чиковани Р. А. 421
Читашвили Р. Я. 677
Чихладзе Н. М. 681
Шалашвили А. Г. 209
Шамкулашвили Г. Г. 453
Шапиро М. В. 37
Шарашенидзе Н. Б. 193.
445
Шатахян П. М. 417
Шатиришвили А. Ф. 437
Швелашвили А. Е. 605
Шелегия Ш. Я. 236
Шенгелия Д. М. 145
Шило С. И. 333
Шония Г. С. 197
Эдиберидзе Д. А. 361
Элбакидзе Н. В. 542
Элизбарашвили Э. Ш. 97
Эльгенди М. А. 301, 545
Эристави В. Д. 105
Эсиашвили З. Г. 581
Явич П. А. 637
Яманидзе Т. Ш. 661

AUTHOR INDEX TO VOLUME 71

- Abashidze V. G. 600
Abdushelishvili G. Z. 572
Adamia R. Sh. 676
Akhaldze I. P. 639
Akhalya M. G. 579
Akopyan G. K. 420
Ambokadze T. M. 367
Amiranashvili A. G. 351
Avalishvili V. I. 400
Baazov N. G. 335
Bakhtadze J. A. 395
Bakradze N. G. 716
Balavadze B. K. 600
Bandzeladze B. R. 668
Bantsuri R. D. 535
Barash Ya. M. 335
Bardachidze Z. S. 636
Basilaia D. A. 636
Bebiashvili Sh. L. 84
Bekauri N. G. 372
Benashvili M. G. 355
Beniashvili J. S. 492
Beridze P. Z. 639
Berikelashvili G. K. 288
Berishvili T. T. 444
Berishvili Z. D. 684
Bichashvili Yu. Sh. 168
Blyumberg E. A. 375
Bochorishvili Sh. K. 376
Bokochadze N. N. 711
Bondareva I. D. 404
Boroda M. G. 748
Bostoganashvili J. V. 643
Bostoganashvili V. S. 643
Buchukuri Ya. G. 636
Burkadze N. N. 703
Burkov V. N. 572
Chachanashvili A. I. 656
Chachanidze G. D. 112
Chaganava D. T. 500
Chan Khanh Mai 76, 340
Chanturia L. M. 608
Chavchanidze V. V. 68,
324, 567, 576
Chechelashvili I. D. 388
Cheishvili T. Sh. 631
Chelidze M. V. 280
Chelidze T. Ya. 584
Chelidze V. G. 48
Chernyshev E. A. 364
Chijavadze Sh. Ya. 240
Chikhladze N. M. 684
Chikovani R. A. 424
Chikvaide V. N. 207
Chitashvili R. Ya. 680
Dadalauri T. G. 435
Danelia D. K. 395
Danelia G. Z. 395
Demuria E. L. 708
Devдзе Ts. A. 500
Dgebuadze M. K. 124
Doborjginidze L. G. 320
Dolidze N. V. 727
Drogovoz A. M. 676
Dudauri O. Z. 148
Duduchava R. M. 380
Duduchava R. V. 555
Durmishidze S. V. 211
Dzotsenidze N. M. 144
Ediberidze D. A. 364
Elbakidze N. V. 544
Elgendi M. A. 304, 548
Elizbarashvili E. Sh. 99
Eristavi V. D. 107
Esiashvili Z. G. 584
Fidler Kh. N. 384
Gabunia L. K. 744
Gachechiladze L. F. 500
Gambashidze N. N. 132
Gaprindashvili V. N. 380,
628
Gaskarov D. V. 84
Gelbakhiani G. P. 727
Gendzekhadze T. L. 168
Goderdzishvili K. G. 612
Gogebashvili N. K. 192
Gogiberidze A. S. 503
Gogsadze L. A. 484
Gogvadze D. F. 276
Golubov B. I. 31
Gordadze E. G. 36
Gorgidze I. A. 572
Gorgisheli A. V. 222
Gugushvili G. K. 468
Gugushvili J. F. 84
Gulua M. O. 135
Gumbaridze N. P. 732
Gur.elashvili R. I. 43
Gvaladze G. E. 487
Gvantseladze T. L. 160
Gverdtseteli I. M. 364
Hajikhanov U. 540
Hamdy M. A. 596
Hegele V. G. 124



- Iamanidze T. Sh. 664
 Iluridze K. G. 172
- Jaliashvili T. A. 207
 Jambazishvili Ya. S. 459
 Jandieri M. Sh. 588
 Janjgava I. D. 163
 Janjgava M. M. 196, 448, 700
- Jaoshvili O. A. 380
 Japaridze A. V. 372
 Japaridze K. K. 115
 Japaridze L. A. 660
 Japaridze N. I. 472
 Japaridze T. M. 179
 Javelidze M. G. 220
 Javelidze N. Sh. 20
 Jibladze M. M. 584
 Jugeli I. S. 456
- Kakabadze M. A. 316
 Kakhiani Z. N. 503
 Kakiashvili M. S. 579
 Kakushadze A. M. 395
 Kalandarishvili N. G. 63
 Kapanadze I. S. 188
 Karakhanov L. M. 404
 Karchkhadze R. G. 456
 Kekelia B. I. 231
 Kereselidze Z. A. 592
 Ketskhoveli D. N. 148
 Khachidze M. N. 692
 Kharadze G. A. 80
 Kharazishvili A. B. 27, 291
- Khashba G. N. 284
 Khatiashvili N. G. 424
 Khechinashvili E. P. 684
 Khechumashvili M. A. 639
 Khelashvili A. A. 87
 Khocholava G. M. 604
 Khomasuridze Zh. F. 624
 Khunjua T. G. 351
 Khvedelidze B. V. 36
 Khvedelidze M. A. 719
 Khvedelidze Z. V. 103
 Kipshidze K. S. 416
 Kobaladze S. G. 200
 Kochetkov M. N. 68, 324
 Kochladze Z. Yu. 567
 Kokochashvili T. M. 327
 Kokochashvili V. I. 376
 Kolesnikov Yu. M. 80
 Kolesnikova L. M. 335
 Korkia I. R. 735
- Korneeva A. V. 579
 Koroshinadze L. F. 103
 Korshak V. V. 119, 619
 Kozlova N. V. 708
 Krasnoshapka V. A. 676
 Kuloshvili S. I. 144
 Kuparadze M. D. 652
 Kutateladze K. S. 135
 Kvaratskhelia R. A. 128
- Labakhua T. Sh. 452
 Lanchava M. D. 168
 Landia M. V. 360
 Lazarev L. E. 584
 Lazarishvili I. L. 500
 Lekishvili M. M. 52
 Lobzhanidze K. F. 380
 Lomadze G. I. 752
 Losaberidze An. A. 160
 Lovetsky S. E. 572
 Lubyanski I. Ya. 372
- Machaladze T. E. 112
 Machavariani Sh. S. 500
 Maisuradze N. A. 332
 Mamulia G. S. 756
 Marr G. I. 312, 560
 Martkoplshvili G. S. 332
 Maruashvili L. I. 139
 Matiasvili A. D. 428
 Medlshvili M. I. 636
 Mainaradze D. A. 95
 Mebagshvili N. N. 604
 Medvedev S. I. 459
 Melamed I. A. 296
 Melikadze L. D. 612
 Melnik V. Kh. 411
 Memiadze V. M. 431
 Meskhi A. B. 723
 Mestvirishvili A. N. 584
 Mikadze O. I. 411
 Mikautadze D. K. 347
 Mikeladze E. G. 175
 Miminoshvili T. V. 723
 Mshvidobadze M. V. 496, 740
- Mskhiladze G. G. 156
 Mustafa F. E. 308, 552
 Mzhavanadze A. V. 215
 Mzhavanadze V. V. 723
- Nadaraya E. A. 60
 Nadareishvili K. Sh. 196, 448
 Nadareishvili J. G. 652
- Namicheishvili O. M. 84
 Nanobashvili E. M. 624
 Nanobashvili N. D. 72
 Naskidashvili I. A. 332
 Naskidashvili P. P. 183
 Nersesyan A. A. 80
 Nguen Zuy Tien 24
 Nonikashvili M. V. 616
 Norikov Yu. D. 376
- Odishvili A. G. 684
 Okitashvili E. G. 500
 Okroashvili G. G. 351
 Oniani Sh. I. 616
- Papava G. Sh. 119, 367, 619
 Piotrovskaya N. V. 579
 Pirtskhalava N. I. 608
 Pirtskhalava R. N. 112
 Pogrebnyak V. I. 411
 Pulariani Yu. I. 380
- Ramishvili G. Ya. 344
 Rizaev N. U. 639
 Robitashvili G. A. 95
 Rogava S. E. 688
 Rudoy A. P. 411
- Sabashvili Sh. A. 92
 Samkurashvili D. V. 168
 Samsonia Ts. I. 464
 Sarabunovich A. G. 639
 Saralidze A. E. 151
 Sarukhanishvili A. V. 132, 631
- Sepiashvili A. D. 664
 Shalashvili A. G. 211
 Shamkulashvili G. G. 456
 Shapiro M. V. 40
 Sharashenidze N. B. 196, 448
- Shatakhyan P. M. 420
 Shatirishvili A. F. 439
 Shelegia Sh. Ya. 236
 Shengelia D. M. 148
 Shilo S. I. 335
 Shonia G. S. 200
 Shvelashvili A. E. 608
 Sigua V. F. 688
 Simonidze M. Sh. 711
 Skhirtladze R. L. 63
 Sopotsko Yu. L. 395
 Styro B. I. 351
 Suknidze Ts. G. 695

- Sulakvelidze G. K. 95,
 347
 Sulikashvili R. S. 564
 Svanishvili R. A. 203

 Tadumadze T. A. 532
 Tananaev I. V. 360
 Tarasov V. A. 192
 Tarkashvili Ts. T. 716
 Tavadze F. N. 168, 411
 Tavkhelidze D. S. 416
 Tavkhelidze T. D. 227
 Tchelidze G. F. 648
 Ter-Mkrtchyan M. G. 95
 Tkebuchava G. E. 55
 Tkemaladze Sh. G. 475
 Tkeshelashvili D. I. 384
 Togonidze M. G. 148

 Topuria Sh. D. 172
 Tsereteli Z. I. 680
 Tsertsvadze A. A. 588
 Tskalobadze L. A. 628
 Tskhadadze M. Sh. 480
 Tskhelishvili M. S. 392
 Tskhviraashvili D. G. 684
 Tsirgiladze M. V. 119
 Tsiskarishvili P. D. 115,
 367
 Tsiskarishvili R. P. 119,
 619
 Tsitsuashvili E. M. 236
 Tsveniashvili V. Sh. 628
 Turabelidze D. G. 643
 Turashvili G. M. 408
 Tushurashvili R. G. 624
 Tzerethely I. D. 507

 Vashakidze A. S. 672
 Vasserman E. M. 135
 Verulashvili R. D. 135
 Vinogradova S. V. 119,
 619

 Weating I. 332
 Weron A. 300

 Yavich P. A. 639

 Zaalishvili M. M. 711
 Zakharyana K. A. 579
 Zambakhidze D. V. 404
 Zedania Z. S. 727
 Zubachev S. G. 420
 Zurabishvili L. A. 416

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 печативиде, 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. Подрисуночные, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე გ ო ლ

1. უზრუნველ სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა 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 მეცნიერებისთვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.
3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს 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 აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარუშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).
4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად საცხებიტ მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალიტ გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.
5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.
6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლიტ, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი 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 გაუთეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად



იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ნაწილში წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაჯგუფება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც უპრინალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეცვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაგებობები (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ვუჩვენეთ უპრინალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ უპრინალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუხოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ნ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

ფასი 1 რუბ.
ЦЕНА 1 РУБ.

69/180

ИНДЕКС 76181
საქართველოს
საბჭოთავო ენციკლოპედია