

524
1977/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 88 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1977 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

შედეგები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

23552

ტომი 88 ტომ

№ 2

ნომბერი 1977 НОЯБРЬ

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.12.1977; შუკე. № 3935; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 09596; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 23.12.1977; зак. № 3935; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 09596; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

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

* * *

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

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

*ნ. ვეკუა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). ანალიზურ ფუნქციათა სისტემისათვის რიჟან—ჰილბერტის ერთი ამოცანის შესახებ	276
*თ. ბეიტრიშვილი. მასის სიმეტრიული ნამრავლის შესახებ	280
*ზ. ვახანიანი. ნ. ვინერისა და დ. ორნსტეინის ერგოდიული თეორემების შესახებ	283
*თ. ლაცაბიძე. ჰოლომორფულ ფუნქციათა $R_p(a)$ კლასი და ექსტრემალური საკითხები ამ კლასის ფუნქციებისათვის	287
*ა. თავაძე. პერიოდული პრინციპალური წყვილი	291
*ლ. ქვიციანიძე (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ფურიეს მარტივი და ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების შესახებ	295
*გ. ლათაძე. ერთი კომპაქტური მატარებელიანი ფუნქციური ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ	299

მექანიკა

*ბ. ჩიკვაშვილი, ი. მუხაშვილი, მ. კონდიტინი. ფსევდული ნატანგადამგდები გალერეის შესასვლელი ხერხის უბანზე ნაწილაკების მოძრაობის ტრაექტორიის თეორიულად განსაზღვრის საკითხისათვის	304
--	-----

ღრეპაღოზის თეორია

*რ. კახანაძე. დრეკაღოზის თეორიის სასაზღვრო ამოცანების შესახებ ანიზოტროპიული ერთგვაროვანი გარემოსათვის	308
---	-----

კიბარნეტიკა

*ზ. მუნჯიშვილი, მ. კალაშვილი. სისტემური ანალიზი წარმოების მართვაში	311
*ლ. აზარიანი. ფიქსირებული დანამატებით სატრანსპორტო ამოცანის ამოხსნის ერთი მიდგომის შესახებ	316
*ე. კორელაძე. ობიექტთა პრიორიტეტის შეფასების ორდონიანი იერარქიული პროცედურა ეფექტურობის მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით	319
*ვ. ტარანი, დ. კაკაბაძე. შემთხვევითი ძიების ალგორითმის ერთი მოდიფიკაციის შესახებ	323

ფიზიკა

*ა. შურღაია. ძლიერი ბმის მეთოდი ყალიბურ თეორიაში	328
*მ. ელიაშვილი. დირაკის ფრჩხილების ზოგიერთი იტერაციული თვისების შესახებ	331
*ვ. მულაძე, ა. მიქაბერიძე, ნ. ცოცხალიშვილი, ზ. ვარდოსანიძე, ე. ტეკაევი. პოლოგრაფიული ჩაწერა ჰიდროსოდალიტის შეფერილ მონოკრისტალებში	336
*ვ. ჯაყელი, ზ. ქაჩიანი. მინარეების იონებზე გაბნევის თეორიის შესახებ	340

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ასტრონომია

- *ც. რაღოსლავევა. ნორმალური და პეკულარული ვარსკვლავების მცირედისპერსიან სპექტრებში წყალბადის ხაზების განსხვავების შესახებ 343

გეოფიზიკა

- *რ. ინჯგია. ექსპერიმენტული მონაცემებით ინტენსივობის ჰემსპირიტი ველის მიახლოებითი განსაზღვრის მდგრადი მეთოდის შესახებ 348
- *ო. ლომაია, ჯ. ცინცაძე, გ. ფოცხვერაშვილი. ატმოსფეროს გაქუჭყიანების რაოდენობრივი დამოკიდებულება მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე 325
- *ნ. ვარძელაშვილი. ურანის რიგის რადიოაქტიური ელემენტები ლოქის მისივის მიწისქვეშა წყლებში (მცირე კავკასიონი) 356

ფიზიკური ქიმია

- *თ. ანდრონიკაშვილი, ლ. ლაფერაშვილი, გ. მაისურაძე. კალიუმ-შემცველი X ტიპის ცეოლითების თვისებების კვლევა აირადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით 359

ქიმიური ტექნოლოგია

- *კ. ქუთათელაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. გვაზავა. მაღალი ალუმინის და რკინის უანგის შემცველი მინების სინთეზისა და კრისტალიზაციის პროცესის გამოკვლევა 363
- *კ. ჯაფარიძე, პ. ცისკარიშვილი, ზ. კვინიხიძე. კეროგენ-70-ის თერმოპლასტიფიკაციის ტემპერატურის გავლენა მისი თერმოპლასტიკატების ბენზოლური ექსტრაქტების გამოსავალსა და თვისებებზე 367

ბიოლოგია

- *ა. გავაშვილი, გ. ზლოკაზოვა. ბიტაგის წყება და მანგანუმის პრობლემა 371

სამშენებლო მექანიკა

- *მ. დორეული. შეკრულ ოვალურ ცილინდრულ გარსთა გაანგარიშება მასალის ანიზოტროპიისა და მყიდვ-პლასტიკური თვისებების გათვალისწინებით 376
- *ლ. კაკუშაძე. ანიზოტროპიული წრიული ცილინდრული გარსების (მილების) გაანგარიშების საკითხისათვის შეუურსული ფაქტორების მოქმედებისას 380
- *ნ. ბულია. მცირე ზომის ხერვტით შესუსტებული ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის შესახებ 384
- *მ. მიქელაძე. ანაკრები ცილინდრული დამრეცი გარსების დრეკადი წონასწორობის განტოლებანი 388

მეტალურგია

- *გ. კლდიაშვილი, რ. მუსერიძე, ვ. კოტრიკაძე. სამფაზა ღუმელის ელექტრული ველი ელექტროდების განლაგების ზონაში 391

მანქანათმშენებლობა

- *ლ. ნარიშანიშვილი. დართვის ნახევარპროდუქტის თანაბრობის ცვლელბადობის კანონზომიერების კვლევა სტატისტიკური მეთოდით 396
- *მ. ქელიძე, მ. ხვიციანი. ტორსიონული დრეკადელემენტებიანი ვიბრაციული მანქანის სიხისტის კვლევა 400

ჰიდროტექნიკა

*ზ. ასკურავეა. ფილტრაციის სივრცული ძრაობის გათვალისწინება ერთგვაროვანი მიწის კაშხლების ანგარიშის დროს 403

ენერგეტიკა

*ნ. პულუზაშვილი. ერთგვაროვან და სუსტ არაერთგვაროვან ველებში ელევანთი იზოლიაციის ელექტრული სიმტკიცის გამოკვლევა სამრეწველო სიხშირის ძაბვის ხანგრძლივი ზემოქმედების დროს 408

ელექტროტექნიკა

*გ. პეტრიაშვილი. ორთოგონალური მაგნიტურად მართვადი რეაქტორის მუშაობის სტაციონარული პროცესის გამოკვლევა 412

ავტომატური მართვა და ბაზოთვლითი ტექნიკა

*გ. მუსხელიშვილი, ნ. პოლიევკტოვი-ნიკოლაძე, გ. ჩერკესოვი. მატერიალური ნაკადის ბალანსის მარეგულირებელ კონტურში რეაქციის ზონის მდგომარეობის გამოზომის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებისათვის 416

*ი. მიქაძე, რ. კაკუბავეა. მზმ-ის წარმადობა მისი კონტროლის აპარატურის იმედიანობის და სარწმუნოდ მუშაობის გათვალისწინებით 420

*ვ. მძინარიშვილი. არაწრფივი სტოქასტიკური სისტემების პირობითი ალბათობის შეფასება ფილტრის სინთეზის საშუალებით 424

მასალათა ტექნოლოგია

*გ. დალაქიშვილი, შ. ყაყიჩაშვილი, ზ. წილოსანი. ბეტონის შეკვლების დეფორმაციის შესწავლა ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის მეთოდით 427

*დ. გედევანიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. სანადირაძე. ელექტრული გალიზიანების სიხშირის პროგნოზირების შესაძლებლობის შესახებ, რომელიც უზრუნველყოფს მზმ-ს რეგულარული რიტმის წარმოშობას 432

ბიომედიცინა

*ვ. ულარჯიშვილი, რ. მინდაძე, ა. სეიდერი, ე. დათუხაშვილი. ვაშლების ო-დიფენოლოქსიდაზას თვისებების გამოკვლევა 435

*ნ. სკობელევა, ი. ეგოროვი, ტ. პეტროვა, მ. ბოკუჩავეა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ჩაის არომატიზაცია ხარისხისა და ბიოლოგიური ღირსების გაუმჯობესების მიზნით 440

*დ. უგრეხელიძე, დ. ჭრიკიშვილი, თ. მითაიშვილი. ბენზოლის ჰიდროქსილირება მცენარეებში 444

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

*მ. ჩადუნელი, დ. მენაბდე. ვაშლის ლატენტური ვირუსების შესწავლისათვის საქართველოში 446

ფიტოპათოლოგია

*ო. წიქარიძე, გ. წერეთელი, თ. გოგავეა. ხორბლის ჯიშთა იმუნოლოგიური შეფასება ღეროს და მურა ქანგას მიმართ გამძლეობაზე 451

ენტიმოლოგია

- *თ. ლობჯანიძე. ზოგიერთი ინსექტიციდის გავლენა ვაშლის ფოთლებში ნახშირწყლებისა და აზოტოვან ნივთიერებათა ცვლაზე და მათი შესაძლო მნიშვნელობა ტეტრანიქსიბერი ტიპების გამრავლების ინტენსივობისათვის 455
- გ. აღექსიძე, მ. კაკულია. რაფის ყვავილქამიას მიმართ თანამედროვე პესტიციდების შედარებითი ტოქსიკურობის შესწავლისათვის 457

ჰისტოლოგია

- *ნ. თოთიბაძე, რ. კანდელაკი. კატის ოთხგორაკის წინა ბორცვების პირდაპირი კავშირების შესახებ კონტრალატერალურ პემისფეროს ქერქთან 463

ექსპერიმენტული მედიცინა

- *ე. შტენგოლდი, გ. იტიკინი, ე. შირკოვეცი, რ. მაღალაშვილი, რ. სტეპანიშვილი, ო. ბერდიშვილი. ანაერობული ენერგეტიკული ცვლის მათემატიკური მოდელი უანგბადის ვალის წარმოქმნის მექანიზმების შესაფასებლად 468
- *ქ. კორმილიცინი. საკვერცხეების ფუნქცია სისხლდენით გართულებული ფიბროზიზმიან ავადმყოფებში 471
- თ. ჩხაიძე. მორფოლოგიური ცვლილებების დინამიკა ექსპერიმენტული მწვავე ქოლესტიტის დროს 473

პალეოზოოლოგია

- *ა. სულაძე. ქ. ევატორიის მიდამოების ქვედალიოცენურ ნალექებში ორგანული ნივთიერების არარსებობის შესახებ 479

ფსიქოლოგია

- *მ. კაკიაშვილი. ქართული ფონემების სიმბოლურ მნიშვნელობათა შესახებ 484

ეკონომიკა

- *ტ. ალიევი. საქართველოს სსრ კვების მრეწველობის ეკონომეტრიკული მოდელის სტრუქტურა 488

ენათმეცნიერება

- ა. ასრათოვი. ნიმუშები სინგილოს ტოპონიმიკიდან 489
- გ. გოგოლაშვილი. ვინის საკითხისათვის -ვე სუფიქსიან ზმნათა ფორმებში 493

ფილოლოგია

- *შ. გაბესკირია. იუნუს ემრეს ლექსიკის სტატისტიკური დახასიათებისათვის 499

არქეოლოგია

- *გ. გამყრელიძე. ძველი კოლხური თავდაცვითი ნაგებობების შესწავლისათვის 503

ეთნოგრაფია

- *ნ. ბრეგაძე. ხალხური ზოტექნიკის ისტორიიდან 507

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Н. П. Векуа (академик АН Грузинской ССР). Об одной граничной задаче Римана-Гильберта для систем аналитических функций	273
Т. В. Беитришвили. О симметрическом произведении Масси	277
З. Н. Вахания. К эргодическим теоремам Н. Винера и Д. Орнштейна	281
Т. И. Лацабидзе. Класс голоморфных функций $R_D(\mathbf{a})$ и экстремальные вопросы для этого класса функций	285
А. Д. Тавадзе. Периодические про-nilпотентные группы	289
Л. В. Жижиашвили. О простых и кратных тригонометрических рядах Фурье	293
Г. Л. Лаитадзе. Об одной функциональной теории гомологии с компактными носителями	297

МЕХАНИКА

Б. М. Чиквашвили, И. Д. Музаев, М. А. Кондюрин. К вопросу теоретического определения траектории движения частиц влекаемых наносов на участке подхода потока к щелевому отверстию донной отводящей галереи	301
---	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Р. В. Капанадзе. О краевых задачах теории упругости для анизотропных однородных сред	305
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

З. И. Мунджишвили, М. А. Калоев. Системный анализ в управлении производством	309
Л. Л. Азарян. Об одном подходе к решению транспортной задачи с фиксированными доплатами	313
Э. С. Корелов. Двухуровневая иерархическая процедура оценки важности объектов по многим критериям эффективности	317
В. А. Таран, Д. П. Какабадзе. Об одной модификации алгоритма случайного поиска	321

ФИЗИКА

А. В. Шургая. Метод сильной связи в калибровочной теории	325
М. А. Элиашвили. О некоторых итерационных свойствах скобок Дирака	329
В. В. Мумладзе, А. А. Микаберидзе, Н. В. Цоцхалишвили, З. В. Вардосанидзе, Э. Б. Текаев. Голографическая запись в окрашенных монокристаллах гидросодалита	333

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- В. Г. Джакели, З. С. Качлишвили. К теории рассеяния на ионах при-
 mesi 337

АСТРОНОМИЯ

- Ц. С. Радославова. О различиях водородных линий в низкодисперсных
 спектрах нормальных и пекулярных звезд 341

ГЕОФИЗИКА

- Р. Г. Инджга. Об устойчивом методе приближенного определения истинной
 яркости по экспериментальным данным 345
- О. В. Ломая, Д. Г. Цинцадзе, Г. Н. Поцхверашвили. Количествен-
 ная зависимость загрязнения атмосферы от метеорологических факторов 349
- Н. С. Вардзелашвили. Радиоактивные элементы уранового ряда в под-
 земных водах Локского массива (Малый Кавказ) 353

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Г. Андроникашвили, Л. Я. Лаперашвили, Г. В. Майсурадзе.
 Исследование свойств кальцийсодержащих цеолитов типа X методом га-
 зовой хроматографии 357

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН ГССР), Г. Г. Гвазава. Син-
 тез и исследование процессов кристаллизации стекол с высоким содержа-
 нием окислов алюминия и железа 361
- К. К. Джапаридзе, П. Д. Цискаришвили, З. Б. Квинихидзе.
 Влияние температуры термопластификации керогена-70 на выход и свой-
 ства бензольных экстрактов его термопластификатов 365

ГЕОЛОГИЯ

- А. М. Гавашели, Г. А. Злоказова. Битагская свита и проблема мар-
 ганца 369

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- В. В. Дореули. Расчет замкнутых овальных цилиндрических оболочек с уче-
 том анизотропии и хрупко-пластических свойств материала 373
- Л. А. Какушадзе. К вопросу расчета анизотропных круговых цилиндриче-
 ских оболочек (труб) на действие сосредоточенных факторов 378
- Н. П. Булия. Об одной задаче изгиба пологих оболочек двойкой кривизны,
 ослабленных очень малым отверстием 381
- М. Ш. Микеладзе. Уравнения упругого равновесия сборных цилиндрических
 пологих оболочек 385

МЕТАЛЛУРГИЯ

- В. И. Клдиашвили, Р. Б. Мусеридзе, В. Г. Котрикадзе. Электри-
 ческое поле зоны распада электродов трехфазной печи 389

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Л. А. Нариманишвили. Исследование закономерности поведения ровноты полупродуктов прядения статистическим методом 393
- М. А. Челидзе, М. В. Хвингия. Исследование жесткости торсионных упругих элементов вибрационной машины 397

ГИДРОТЕХНИКА

- З. И. Аскурава. Об учете пространственности фильтрации при расчетах однородных земляных плотин 401

ЭНЕРГЕТИКА

- Н. И. Пулузашвили. Исследование электрической прочности элегазовой изоляции в однородных и слабееднородных полях при длительном воздействии напряжения промышленной частоты 405

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Г. Г. Петриашвили. Исследование стационарного процесса работы реактора с ортогональным магнитным управлением 409

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Г. Н. Мухелишвили, Н. М. Полиевктов-Николадзе, Г. Н. Черкесов. К учету динамических характеристик измерителя положения зоны реакции контура регулирования баланса материальных потоков 413
- И. С. Микадзе, Р. В. Какубава. Производительность ЭВМ с учетом надежности и достоверности аппаратуры контроля 417
- В. В. Мдзинаришвили. Оценка апостериорной плотности нелинейных стохастических систем путем синтеза фильтра 421

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Г. Л. Далакишвили, Ш. Д. Какичашвили, З. Н. Цилосани. Исследование деформации усадки бетона методом голографической интерферометрии 425

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Д. М. Гедеванишвили (член-корреспондент АН ГССР), Г. С. Санадирадзе. О возможности прогнозирования частоты электрического раздражения, обуславливающей возникновение регулярного ритма ППД 429

БИОХИМИЯ

- В. П. Уларджишвили, Р. К. Мидадзе, А. И. Сейдер, Е. Н. Датунашвили. Исследование свойств о-дифенолоксидазы яблок 433
- Н. И. Скобелева, И. А. Егоров, Т. А. Петрова, М. А. Бокучава (член-корреспондент АН ГССР). Ароматизация чая с целью улучшения качества и его биологической ценности 437
- Д. Ш. Угрехелидзе, Д. И. Чрикишвили, Т. И. Митаишвили. Гидроксирование бензола в растениях 441

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- М. Д. Чадунели, Д. А. Менабде. К изучению латентных вирусов яблони в Грузии 445

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- О. Н. Цикаридзе, Г. Л. Церетели, Т. И. Гогава. Иммунологическая оценка сортов пшеницы на устойчивость к стеблевой и бурой ржавчине 449

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Т. Д. Лобжанидзе. Влияние некоторых инсектицидов на углеводный и азотный обмен в листьях яблони и его возможное значение для интенсивности размножения тетраниховых клещей 453

- * Г. Н. Алексидзе, М. Д. Какулия. К изучению сравнительной токсичности современных пестицидов в отношении рапсового цветоеда 460

ГИСТОЛОГИЯ

- Н. К. Тотиадзе, Р. А. Канделаки. О прямых связях передних бугров четверохолмия кошки с корой контралатерального полушария 461

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Е. Ш. Штенгольд, Г. П. Иткин, Е. А. Ширковец, Р. Д. Магалашвили, Р. А. Степанищева, О. П. Бердышева. Математическая модель анаэробного энергетического обмена для оценки механизмов образования кислородного долга 465

- К. А. Кормилицын. Функция яичников у больных фибромной матки, осложненной кровотечением 469

- * О. В. Чхаидзе. Динамика морфологических изменений при экспериментальном остром холецистите 476

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- А. И. Суладзе. Об отсутствии органического вещества в нижнеплиоценовых отложениях окрестностей г. Евпатория 477

ПСИХОЛОГИЯ

- М. Г. Какиашвили. О символическом значении грузинских фонем 481

ЭКОНОМИКА

- Т. М. Алиев. Структура экономической модели пищевой промышленности Грузинской ССР 485

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * А. Р. Асратов. Образцы ингилойской топонимики 491

- * Г. Б. Гоголашвили. К вопросу о звуке з (v) в глагольных формах с суффиксом —ვз (—ev) 495

ФИЛОЛОГИЯ

- Ш. В. Габескирия. К статистической характеристике лексики Юнуса Эмре 497

АРХЕОЛОГИЯ

- Г. А. Гамкрелидзе. К изучению древнеколхидских оборонительных сооружений 501

ЭТНОГРАФИЯ

- Н. А. Брегадзе. Из истории народной зоотехнии 505

CONTENTS*

MATHEMATICS

N. P. Vekua. On a boundary value Riemann-Hilbert problem for sets of analytic functions	276
T. V. Beirishvili. On the symmetric Massey product	280
Z. N. Vakhania. On the ergodic theorems of N. Wiener and D. Ornstein	284
T. I. Latsabidze. Class of holomorphic functions $R_D(z)$ and some extremal questions of that class of functions	288
A. D. Tavadze. Periodic pronilpotent groups	291
L. V. Zhizhiashvili. On simple and multiple trigonometric series	295
G. L. Laitadze. On the functional homology theory with compact supports	299

MECHANICS

B. M. Chikvashvili, I. D. Muzaev, M. A. Kondyurin. Towards theoretical determination of the movement trajectory of bed load particles at the section of the approach of the stream to the slit aperture of the bed deflecting gallery	304
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

R. V. Kapanadze. On the boundary problems of the theory of elasticity for anisotropic homogeneous mediums	308
---	-----

CYBERNETICS

Z. I. Munjishvili, M. A. Kaloev. Systems analysis in production control	312
L. L. Azarian. On an approach to the solution of a transport problem with fixed additional charges	316
E. S. Korelov. A two-level hierarchical procedure of estimating the significance of objects according to many criteria of efficiency	319
V. A. Taran, D. P. Kakabadze. On one modification of a random search algorithm	324

PHYSICS

A. V. Shurgaia. A strong coupling method in gauge theory	328
M. A. Eliashvili. On some iterative properties of Dirac brackets	332
V. V. Mumladze, A. A. Mikaberidze, N. V. Tsotskhalishvili, Z. V. Vardosanidze, E. B. Tekaev. Holographic recording in coloured crystals of hydrosodalite	336
V. G. Jakeli, Z. S. Kachlishvili. On the theory of scattering by impurity ions	340

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

ASTRONOMY

- Ts. S. Radoslavova. Concerning the differences between the hydrogen lines in the low-dispersion spectra of normal and peculiar stars 343

GEOPHYSICS

- R. G. Injgia. On the stable method of approximate determination of intrinsic brightness by experimental data 348
- O. V. Lomaia, D. G. Tsintsadze, G. N. Potskhverashvili. Quantitative dependence of atmosphere pollution on meteorological factors 352
- N. S. Vardzelashvili. The radioactive elements of the uranium series in the underground waters of the Lok massif (Lesser Caucasus) 356

PHYSICAL CHEMISTRY

- T. G. Andronikashvili, L. Ya. Laperashvili, G. V. Maisuradze. Gas-chromatographic study of the properties of type-X zeolites containing calcium cations 359

CHEMICAL TECHNOLOGY

- K. S. Kutateladze, G. G. Gvazava. Synthesis and study of the crystallization processes of glasses with high content of Al and Fe oxides 364
- K. K. Japaridze, P. D. Tsiskarishvili, Z. B. Kvinikhidze. The effect of the temperature of thermoplasticization of kerogen-70 on the yield and properties of benzene extracts of its plasticizers 368

GEOLOGY

- A. M. Gavasheli, G. A. Zlokazova. The Bitag suite and the problem of manganese 371

STRUCTURAL MECHANICS

- V. V. Doreuli. On the analysis of closed oval cylindrical shells with account of the anisotropy and brittle-plastic properties of the material 376
- L. A. Kakushadze. Concerning the calculation of anisotropic circular cylindrical shells (tubes) under the action of concentrated factors 380
- N. P. Bulia. On one problem of bending of double curve sloping shell weakened by a very small orifice 384
- M. Sh. Mikeladze. Equations of the elastic equilibrium of pre-fabricated shallow cylindrical shells 388

METALLURGY

- V. I. Kldiashvili, R. B. Museridze, V. G. Kotrikadze. Electrical field of three-phase furnace in the zone of decomposition of electrodes 391

MACHINE BUILDING SCIENCE

- L. A. Narimanashvili. Study of the regularities of the error behaviour of the semiproduct of spinning by the statistical method 396
- M. A. Chelidze, M. V. Khvingia. Investigation of the rigidity of torsional elastic members of a vibration machine 400

HYDRAULIC ENGINEERING

- Z. I. Askurava. Account of the three-dimensionality of filtration in the design of homogeneous earth dams 403

POWER ENGINEERING

- N. I. Puluzashvili. Investigation of the electrical strength of SF₆ insulation in homogeneous and weakly inhomogeneous fields under prolonged exposure to industrial voltage 408

ELECTROTECHNICS

- G. G. Petriashvili. Study of steady operation process of a reactor with orthogonal magnetic control 412

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- G. N. Muskhelishvili, N. M. Polievktov-Nikoladze, G. N. Cherkesov. On the consideration of the dynamic characteristics of the gauge of the state of reaction zone of the circuit regulation of the balance of material flows 416
- I. S. Mikadze, R. V. Kakubava. Productivity of a computer with account of its reliability and authenticity of control equipment 420
- V. V. Mdzinarishvili. Estimation of the a posteriori density of nonlinear stochastic systems under filter synthesis 424

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- G. L. Dalakishvili, Sh. D. Kakichashvili, Z. N. Tsilosani. Investigation of concrete shrinkage deformation by holographic interferometry 428

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- D. M. Gedevanishvili, G. S. Sanadiradze. On the possibility of predicting the stimulation frequency causing the appearance of the EAP regular rhythm 432

BIOCHEMISTRY

- V. P. Ularjishvili, R. K. Mindadze, A. I. Seider, E. N. Datunashvili. Investigation of apple o-diphenoloxidase properties 436
- N. I. Skobeleva, I. A. Egorov, T. A. Petrova, M. A. Bokuchava. Aromatization of tea with a view to improving its quality and biological value 440
- D. Sh. Ugrekhelidze, C. I. Chrikishvili, T. I. Mitaishvili. Benzene hydroxylation in plants 444

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- M. D. Chaduneli, D. A. Menabde. Towards the study of latent viruses of apple in Georgia 447

PHYTOPATHOLOGY

- O. N. Tsikaridze, G. L. Tsereteli, T. I. Gogava. Immunological assessment of wheat varieties for resistance to black stem rust and brown rust 452

ENTOMOLOGY

- T. D. Lobzhanidze. The effect of some pesticides on carbohydrate and nitrogen metabolism in apple tree leaves and its possible significance in the intensive reproduction of *Tetranychus* mites 456
- G. N. Aleksidze, M. D. Kakulia. On the study of the comparative toxicity of modern pesticides in relation to *Meligethes aeneus* F. 460

HISTOLOGY

- N. K. Totibadze, R. A. Kandelaki. Direct projection of the anterior colliculus on the contralateral hemisphere of the cortex in cats 464

EXPERIMENTAL MEDICINE

- E. Sh. Shtengold, G. P. Itkin, E. A. Shirkovets, R. D. Magalashvili, R. A. Stepanisheva, O. P. Berdysheva. A mathematical model of anaerobic energy metabolism for studying the mechanisms of the occurrence of oxygen deficiency 468
- K. A. Kormilitsyn. The function of the ovaries in patients with uterine fibroma complicated by bleeding 472
- O. V. Chkhaidze. Dynamics of morphological changes in experimental acute cholecystitis 476

PALAEOBIOLOGY

- A. I. Suladze. On the absence of organic matter in the Early Pliocene deposits in the vicinity of Eupatoria 479

PSYCHOLOGY

- M. G. Kakiashvili. Concerning the symbolic value of Georgian phonemes 484

ECONOMICS

- T. M. Aliev. Econometric model structure of the food industry of the Georgian SSR 488

LINGUISTICS

- A. R. Asratov. Patterns of toponyms from the Ingilo dialect of the Georgian language 492.
G. B. Gogolashvili. On the problem of ჳ (v) in verbs with the suffix -ევ (-ev) 496.

PHILOLOGY

- Sh. V. Gabeskiria. On the statistical characteristics of Yunus Emre's vocabulary 499.

ARCHAEOLOGY

- G. A. Gamkrelidze. Toward the study of ancient Colchian wooden defensive structures 503.

ETHNOGRAPHY

- N. A. Bregadze. From the history of popular zootechny 508.

Н. П. ВЕКУА
 (Академик АН Грузинской ССР)*

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

§ 1. Пусть L —совокупность простых замкнутых непересекающихся плоских контуров типа Ляпунова, ограничивающих некоторую конечную связную область D^+ . Область, дополняющую $D^+ + L$ до полной плоскости, обозначим через D^- , и будем считать, что начало координат находится в D^+ .

Рассмотрим граничную задачу Римана—Гильберта для систем аналитических функций.

Найти голоморфный в области D^+ вектор $\varphi(t)$

$$\varphi(z) = [\varphi_1(z), \varphi_2(z), \dots, \varphi_n(z)], \quad \varphi_k(z) = u_k + iv_k \quad (k = 1, 2, \dots, n),$$

непрерывно продолжимый всюду на L по граничному условию

$$a(t_0)u(t_0) - b(t_0)v(t_0) = c(t_0), \quad (1,1)$$

где $a = \|a_{\alpha k}\|$, $b = \|b_{\alpha k}\|$ ($\alpha, k = 1, 2, \dots, n$) — заданные матрицы, удовлетворяющие условию H (условию Гельдера); $c(t_0) = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ — заданный вектор, также удовлетворяющий условию H ; u и v — векторы

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_n), \quad v = (v_1, v_2, \dots, v_n).$$

При $c(t_0) = 0$ задачу (1,1) будем называть однородной задачей.

Граничная задача Римана—Гильберта в случае одной неизвестной функции была исследована многими учеными, перечисление которых далеко завело бы нас. Укажем только работы Н. И. Мусхелишвили [1], И. Н. Векуа [2, 3], гл. III; Д. А. Квеселава [4], Б. В. Боярского [5], Г. С. Литвинчука [6]. В этих работах можно найти также список соответствующей литературы.

Задача (1,1) в том частном случае, когда D^+ — круг единичного радиуса, изучена в нашей статье (7) (см. также (8), гл. III).

Граничные условия (1,7) можно записать так

$$\varphi^+(t_0) = G(t_0)\overline{\varphi^+(t_0)} + g(t_0), \quad (1,2)$$

где

$$G(t_0) = -(a + ib)^{-1}(a - ib), \quad (1,3)$$

$$g(t_0) = 2(a + ib)^{-1}c(t_0), \quad (1,4)$$

$\varphi^+(t_0)$ обозначает граничное значение вектора $\varphi(z)$ на L , черта над $\varphi^+(t)$ указывает на переход к комплексно-сопряженному значению. Будем предполагать, что $\det(a - ib) \neq 0$.



Очевидно, что задачи (1,1) и (1,2) эквивалентны в прямом смысле этого слова, т. е. любое решение задачи (1,1) дает решение задачи (1,2) и наоборот.

Из (1,3) непосредственно следует, что

$$G(t_0) \overline{G(t_0)} = \overline{G(t_0)} = G(t_0) = E, \quad (1,5)$$

где E — единичная матрица. Кроме того, из (1,3), (1,4) следует справедливость следующего соотношения:

$$g(t_0) + G(t_0) \overline{g(t_0)} = 0. \quad (1,6)$$

Если мы будем рассматривать задачу (1,2) независимо от задачи (1,1) то (1,5) является естественным условием для разрешимости этой задачи, а условие (1,6) — необходимым условием разрешимости (см. [8], §§ 67—71).

В настоящей статье мы будем рассматривать однородную задачу, соответствующую задаче (1,1):

$$a(t_0) u(t_0) - b(t_0) v(t_0) = 0, \quad (1,7)$$

т. е. задачу

$$\varphi^+(t_0) = G(t_0) \overline{\varphi^+(t_0)}. \quad (1,8)$$

§ 2. Будем искать решения задачи (1,7) в следующем виде:

$$\varphi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\sigma(t) dt}{t-z}, \quad (2,1)$$

где $\sigma(t)$ — искомый вектор, от которого будем требовать, чтобы он удовлетворял условию

$$\sigma(t) = G(t) \overline{\sigma(t)}. \quad (2,2)$$

Легко видеть, что любое решение задачи (1,7) представимо в виде (2,1), (2,2).

В силу (2,1), (2,2) и (1,5) граничное условие (1,7), (т. е. (1,8)), относительно $\sigma(t)$ дает следующее сингулярное интегральное уравнение нормального типа:

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\sigma(t) dt}{t-t_0} + \frac{G(t_0)}{2\pi i} \int_L \frac{\overline{G(t) \sigma(t) \overline{dt}}}{t-\overline{t_0}} = 0. \quad (2,3)$$

Можно показать, что если $\sigma(t)$ — решение уравнения (2,3), то вектор $G(t) \overline{\sigma(t)}$ также будет решением этого уравнения. Следовательно, сумма

$$\sigma^*(t) = \sigma(t) + G(t) \overline{\sigma(t)}$$

будет определенным решением того же уравнения.

Легко видеть, что $\sigma^*(t)$ будет таким решением уравнения (2,3), которое удовлетворяет условию (2,2). Следовательно,

$$\varphi^*(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\sigma^*(t) dt}{t-z}$$

дает решение задачи (1,7), притом, как легко усмотреть, таким путем можно построить все решения задачи (1,7).

Пусть $\sigma^1(t_0), \sigma^2(t_0), \dots, \sigma^l(t_0)$ — полная система линейно независимых решений уравнения (2,3), удовлетворяющих условию (2,2), причем линейная независимость понимается (как здесь, так и в дальнейшем) над полем вещественных чисел. Из этих решений обозначим через $\mu^1, \mu^2, \dots, \mu^m$ такие решения, для которых выполняется условие

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\mu^k(t) dt}{t-z} \neq 0 \quad (k=1, 2, \dots, m). \quad (z \in D^+)$$

Обозначим остальные решения через $\nu^1, \nu^2, \dots, \nu^{m^*}$ ($m + m^* = l$).

Будем иметь

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\nu^k(t) dt}{t-z} = 0 \quad (z \in D^+) \quad (k = 1, 2, \dots, m^*). \quad (2,4)$$

Из (2,4) получаем

$$\nu^k(t) = \Psi^-(t) \quad (k = 1, 2, \dots, m^*), \quad (2,5)$$

причем $\Psi^-(t)$ — граничное значение на L голоморфного в области D^- вектора, исчезающего на бесконечности.

Принимая во внимание, что $\nu^k(t)$ удовлетворяет условию (2,2), в силу (2,5) получаем

$$\Psi^-(t_0) = G(t_0) \overline{\Psi^-(t_0)}.$$

Следовательно, $\Psi^-(z)$ ($z \in D^-$) ($k = 1, 2, \dots, m^*$) будут решениями задачи

$$\Psi^-(t) = G(t) \overline{\Psi^-(t)}, \quad (2,6)$$

которая эквивалентна задаче Римана—Гильберта для области D^- .

$$a(t_0)u(t_0) - b(t_0)v(t_0) = 0. \quad (2,7)$$

Задача (2,6) называется задачей, сопутствующей задаче (1,8). Задачу (2,7) (поставленную для области D^-) называем задачей, сопутствующей задаче (1,7) (поставленной для области D^+).

Заметим, что граничные условия (1,7), (2,7) одинаковы, однако первая из них поставлена для области D^+ , а вторая — для D^- .

Можно показать, что имеет место следующая формула:

$$l = m + m^*,$$

где m — число линейно независимых решений задачи (1,7), а m^* — число линейно независимых решений, сопутствующей ей задачи (2,7), исчезающих на бесконечности.

Таким образом, решения уравнения (2,3), при помощи определенных интегральных представлений, дают как решения самой задачи (1,7), так и сопутствующей ей задачи (2,7).



На основе приведенных выше результатов доказывается следующая теорема.

Теорема. Если задача (2,7) (т. е. задача (2,6)), сопутствующая задаче (1,7), не имеет исчезающих на бесконечности решений, то любое нетривиальное решение уравнения (2,3) дает при помощи определенного интегрального представления, отличное от нуля, решение задачи (1,7).

Очевидно, что имеет место следующее предложение.

Если уравнение (2,3) не имеет отличных от нуля решений, то ни поставленная задача (1,7), ни сопутствующая ей задача (2,7) не имеют решений упомянутых выше классов.

Аналогично можно изучить и неоднородную задачу Римана—Гильберта (1,1).

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило 29.7.1977)

მათემატიკა

ბ. ვეკუა

(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ანალიზურ ფუნქციათა სისტემისათვის რიმან — ჰილბერტის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია რიმან—ჰილბერტის ერთგვაროვანი ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის მრავალბმული არის შემთხვევაში. შედგენილია გარკვეული აზრით ამოცანის ტოლფასი სინგულარული ინტეგრალური განტოლება. დამყარებულია კავშირი ხსენებული ინტეგრალური განტოლებისა და რიმან—ჰილბერტის ამოცანის ამოხსნებს შორის.

MATHEMATICS

N. P. VEKUA

ON A BOUNDARY VALUE RIEMANN-HILBERT PROBLEM FOR SETS OF ANALYTIC FUNCTIONS

Summary

A homogeneous Riemann-Hilbert problem with several unknown functions for a multiply connected domain is investigated. The singular integral equation, equivalent in a certain sense to the problem, is derived. The relation is established between the solutions of the mentioned integral equation and the solutions of the Riemann-Hilbert problem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. И. Н. Векуа. Труды Тбил. матем. ин-та, т. XI, 1942, 109—139.
3. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
4. Д. А. Квеселава. Сообщения АН ГССР, 6, № 8, 1945, 581—590.
5. Б. В. Боярский. Сб. «Исследования по современным проблемам теории функций комплексного переменного». М., 1961, 57—79.
6. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. М., 1977.
7. Н. П. Векуа. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 14, 1946, 1—15.
8. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.

Т. В. БЕИТРИШВИЛИ

О СИММЕТРИЧЕСКОМ ПРОИЗВЕДЕНИИ МАССИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.6.1977)

1. Пусть (A, d, J) — дифференциальная алгебра и $T(A)$ — алгебра, определенная в [1]. Пусть T_1 — подалгебра алгебры T , элементами которой являются матрицы с одинаковыми элементами на диагоналях (т. е. $(a_{it}) \in T_1$, если $a_{r,t} = a_{m,s}$ при $t-r = s-m$). Расширим очевидным образом эту алгебру до алгебры с единицей $\bigwedge \oplus T_1 = B_1(A, n)$ и рассмотрим множество $D(B_1(A, n))$ (определение D см. в [2]).

Имеем диаграмму

$$H(A) \xleftarrow{\Delta} D(B_1(A, n)) \xrightarrow{\varphi} H(A),$$

где Δ и φ определяются следующим образом: если $d \in D(B_1(A, n))$, $(a_{it}) \in d$, то $\Delta(d)$ является классом цикла a_{it} , а $\varphi(d)$ является классом цикла

$$\sum_{r=1}^{n-1} J a_{1,r} a_{r+1,n}.$$

Таким образом определено многозначное отображение

$$\mu = \varphi \Delta^{-1} : H(A) \rightarrow H(A).$$

Определение. Для элемента $u \in H(A)$ симметрическим произведением Масси $\langle u \rangle^n$ является множество $\mu(u)$.

Функция

$$\alpha_k : D(B_1(A, n)) \rightarrow D(B_1(A, nk)), \quad k=2, 3, \dots,$$

определяется следующим образом: матрица (a_{ij}) переходит в матрицу (b_{ij}) , в которой на ik -диагонали, $i=1, 2, \dots, n-1$, параллельной главной, т. е. первой диагонали, стоят элементы i -диагонали матрицы (a_{ij}) , а на остальных местах стоят нули.

Имеем коммутативную диаграмму

$$\begin{array}{ccccc} & & \Delta & & \varphi \\ H(A) & \xleftarrow{\Delta} & D(B_1(A, nk)) & \xrightarrow{\varphi} & H(A) \\ \uparrow \chi & & \uparrow \alpha_k & & \parallel \varphi \\ H(A) & \xleftarrow{\Delta} & D(B_1(A, n)) & \xrightarrow{\varphi} & H(A), \end{array}$$

где $\chi=0$. Отсюда следует

Предложение 1. Для $u \in H(A)$ имеем соотношение

$$\langle u \rangle^n \subset \langle 0 \rangle^{nk}, \quad k=2, 3, \dots$$



2. Пусть A — дифференциальная градуированная алгебра с дифференциалом степени $+1$. Для каждого натурального числа m матрицу $(a_{i,j}) \in T_1$ назовем матрицей типа (m) , если $\dim a_{i,j} = (j - i + 1)(m - 1) + 1$.

Через $D^m(B_1(A, n))$ обозначим подмножество множества $D(B_1(A, n))$, элементы которого содержат хотя бы одну матрицу типа (m) .

Имеем диаграмму

$$H^m(A) \xleftarrow{\Delta} D^m(B_1(A, n)) \xrightarrow{\varphi} H^{n(m-1)+2}(A).$$

Это определяет многозначное отображение

$$\mu: H^m(A) \longrightarrow H^{n(m-1)+2}(A)$$

и для каждого $u \in H^m(A)$, $\mu(u)$ совпадает с симметрическим произведением Масси $\langle u \rangle^n$ (определение см. в [3]).

Функции

$$\psi_n: D^m(B_1(A, n+1)) \rightarrow D^m(B_1(A, n))$$

и

$$i_m: H^{(n-1)(m-1)+1}(A) \rightarrow D^m(B_1(A, n))$$

определяются следующим образом: при отображении ψ_n матрица $(a_{i,j})$ переходит в матрицу $(a'_{i,j})$, где $(a'_{i,j})$ получается вычеркиванием первого столбца, первой строки и элемента $a_{2,n+1}$. Если $h \in H^{(n-1)(m-1)+1}(A)$ и $z \in h$, то отображение i_m коциклу z сопоставляет матрицу $(b_{i,j})$, где в матрице $(b_{i,j})$ на $(n-1)$ -й диагонали стоит коцикл z , а на остальных местах стоят нули.

Предложение 2. Последовательность

$$0 \rightarrow H^{n(m-1)+1}(A) \xrightarrow{i_{m+1}} D^n(B_1(A, n+1)) \xrightarrow{\psi_n} D^n(B_1(A, n)) \xrightarrow{\varphi_m} H^{n(m-1)+2}(A)$$

точна.

3. В этом пункте под алгеброй A будем понимать коцепную сингулярную алгебру $C^*(X, \mathbf{Z})$ топологического пространства X .

Лемма 1. Если $u \in H^{2m+1}(X, \mathbf{Z})$, то симметрическое произведение Масси $\langle (n-1)! u \rangle^n$ элемента $(n-1)! u$ является непустым множеством.

Каждый элемент алгебры $B_1(A, n)$ можно представить в виде $a = a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1}$, где $a_i \in B_1^i(A, n)$, $i = 1, 2, \dots, n-1$ (см. [1]).

Лемма 2. Если $u \in H^{2m+1}(X, \mathbf{Z})$, $d \in D^{2m+1}(B_1(A, n))$, $b \in d$ и $\Delta(d) = u$, то для каждого коцикла вида $n! x$, где $\dim x = 2ms + 1$, $1 \leq s \leq n$, существует такой элемент $d' \in D^{2m+1}(B_1(A, n))$ и такой представитель $a \in d'$, что $b_i = a_i$ при $i < s$, $a_s = b_s + n! x$ и $\varphi(d) = \varphi(d')$.

Для каждого элемента $h_s \in H^{2ms+1}(X, \mathbf{Z})$ определим отображение $F_{h_s}: D^{2m+1}(B_1(A, n)) \rightarrow D^{2m+1}(B_1(A, n))$ следующим образом: если $d \in D^{2m+1}(B_1(A, n))$, $a \in d$, $a = a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1}$, и коцикл $x \in h_s$, то $F_{h_s}(d)$ есть класс элемента $b = b_1 + b_2 + \dots + b_{n-1}$, где матрицы b_k , $k = 1, 2, \dots, n-1$, соответственно, определяются коцепями

$$\tilde{b}_k = \sum_{q=0}^{[k/s]} \frac{1}{q!} x_{(k-qs, q)}, \quad k = 1, 2, \dots, n-1;$$

при этом $x_{(l,0)} = \tilde{a}_{1,l}$, $l \geq 1$ ($\tilde{a}_{1,l}$ — $(1, l)$ -компонента матрицы a_1),
 $x_{(0,1)} = n! x$ и $x_{(l,q)} = x_{(l,q-1)} \cup n! x$.

Элементы d и d_* из $D^{2m+1}(B_1(A, n))$ назовем эквивалентными элементами, если существуют классы h_{s_1}, \dots, h_{s_r} , такие, что $d_* = F_{h_{s_r}} F_{h_{s_{r-1}}} \dots F_{h_{s_1}}(d)$.

Множество классов эквивалентных элементов множества $D^{2m+1}(B_1(A, n))$ обозначим через $\bar{D}^{2m+1}(B_1(A, n))$. Рассмотрим факторгруппу $\bar{H}^{2m+1}(X, Z) = H^{2m+1}(X, Z) / n! H^{2m+1}(X, Z)$.

Диаграмма

$$\begin{array}{ccccc} H^{2m+1}(X, Z) & \xleftarrow{\Delta} & D^{2m+1}(B_1(A, n)) & \xrightarrow{\varphi} & H^{2mn+2}(X, Z) \\ \downarrow \pi & & \downarrow \theta & & \parallel \\ \bar{H}^{2m+1}(X, Z) & \xleftarrow{\bar{\Delta}} & \bar{D}^{2m+1}(B_1(A, n)) & \xrightarrow{\bar{\varphi}} & H^{2mn+2}(X, Z) \end{array}$$

где отображения π и θ — естественные проекции, коммутативна. Отсюда следует, что $\langle u \rangle^n = \bar{\varphi} \bar{\Delta}^{-1} \pi(u)$.

Лемма 3. Если группы когомологии $H^{2ms+1}(X, Z)$, $s = 1, \dots, n-1$, являются группами конечного типа, то множество $\bar{D}^{2m+1}(B_1(A, n))$ является конечным.

Теорема 1. Если группы $H^{2ms+1}(X, Z)$, $s = 1, 2, \dots, n-1$, являются группами конечного типа, то для любого элемента $u \in H^{2m+1}(X, Z)$ симметрическое произведение Масси $\langle u \rangle^n$ является конечным множеством.

Теорема 2. Для любого элемента $u \in H^{2m+1}(X, Z)$ симметрическое произведение Масси $\langle u \rangle^n$ содержит только элементы конечного порядка. Следовательно, если группа $H^{2mn+2}(X, Z)$ является группой конечного типа, то множество $\langle u \rangle^n$ является конечным.

Если пространство X удовлетворяет условиям теоремы 1, то существует конечное подмножество $Q \subset H^{2m+1}(X, Z)$ со следующим свойством: для любого $u \in H^{2m+1}(X, Z)$, где $\langle u \rangle^n \neq \emptyset$, существует элемент $q \in Q$ такой, что $\mu(q) = \mu(u)$. Рассмотрим множество $M(X; 2m+1, n) = \bigcup_{q \in Q} \mu(q)$. Если

непрерывное отображение $f: X \rightarrow Y$ индуцирует изоморфизм групп когомологии, то оно индуцирует биективное отображение конечных множеств:

$$f_*: M(Y; 2m+1, n) \rightarrow M(X; 2m+1, n).$$

Из теоремы 2 вытекает

Следствие. Пусть X — топологическое пространство, группа когомологии $H^{2mn+2}(X, Z)$ которого без кручения. Тогда для любого элемента $u \in H^{2m+1}(X, Z)$, с условием $\langle u \rangle^n \neq \emptyset$, симметрическое произведение Масси $\langle u \rangle^n$ равно нулю.

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

თ. ბეიტრიშვილი

მასის სიმეტრიული ნამრავლის შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ X ტოპოლოგიური სივრცეა და u არის ნებისმიერი ელემენტი $H^{2m+1}(X, \mathbf{Z})$ ჯგუფისა. მაშინ: 1) თუ $H^{2ms+1}(X, \mathbf{Z})$, $s=1, 2, \dots, n-1$, ჯგუფები სასრულწარმომქმნელიანნი არიან, მასის სიმეტრიული ნამრავლი $\langle u \rangle^n$ იქნება სასრული ქვესიმრავლე $H^{2mn+2}(X, \mathbf{Z})$ ჯგუფისა; 2) $\langle u \rangle^n$ ქვესიმრავლე შეიცავს მხოლოდ სასრული რიგის ელემენტებს; ამიტომაც, თუ $H^{2mn+2}(X, \mathbf{Z})$ ჯგუფი სასრულწარმომქმნელიანია, $\langle u \rangle^n$ იქნება სასრული ქვესიმრავლე.

MATHEMATICS

T. V. BEITRISHVILI

ON THE SYMMETRIC MASSEY PRODUCT

Summary

Let X be a topological space and u an arbitrary element of the singular cohomology group $H^{2m+1}(X, \mathbf{Z})$. The following theorems are proved.

1) If the groups $H^{2ms+1}(X, \mathbf{Z})$ are finitely generated, $s=1, 2, \dots, n-1$, then the symmetric Massey product $\langle u \rangle^n$ is a finite subset of the group $H^{2mn+2}(X, \mathbf{Z})$. 2) The subset $\langle u \rangle^n$ consists only of the elements of finite order; hence, if $H^{2mn+2}(X, \mathbf{Z})$ is finitely generated, $\langle u \rangle^n$ is finite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. V. Беитришвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977.
3. D. Kraines. Trans. Amer. Math. Soc. 124, N 3, 1966.

З. Н. ВАХАНИЯ

К ЭРГОДИЧЕСКИМ ТЕОРЕМАМ Н. ВИНЕРА И Д. ОРНСТЕЙНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 22.6.1977)

Пусть задано сохраняющее меру преобразование T пространства с мерой (X, S, μ) . Определим максимальный эргодический оператор $E: L(X, \mu) \rightarrow L_0(X, \mu)^{(1)}$

$$E(f)(x) = \sup_{n \in N} \frac{1}{n} \left| \sum_{k=0}^{n-1} f \circ T^k(x) \right| \quad (1)$$

(см. [1], где рассматривается оператор $f \rightarrow E(|f|)$).

В [1] Н. Винер исследует ряд свойств оператора E ; в частности, с помощью максимальной эргодической теоремы — неравенства слабого типа 1—1 для оператора E — доказывается, что при $\mu(X) < \infty$ $f \in L_{1n^+} L = \Rightarrow E(f) \in L$ (эта теорема формулируется для обратимого T , но несущественная модификация доказательства позволяет отбросить это ограничение).

Д. Орнстейн [2] в определенном смысле обращает указанные теоремы Н. Винера. Следующие теоремы являются обобщениями теорем Д. Орнстейна.

Теорема 1. Пусть E — оператор Н. Винера, порожденный эргодическим преобразованием T пространства с конечной мерой (X, S, μ) , а

$f \in L(X, \mu)$. Тогда при $\alpha > M(f) = \frac{1}{\mu(X)} \int_X |f| d\mu$ имеем

$$\mu \left\{ E(\alpha f) \geq \frac{\alpha}{4} \right\} \geq \frac{1}{2\alpha} \left| \int_X \alpha f d\mu \right|, \quad (2)$$

где верхняя срезка αf от функции $f: X \rightarrow \mathbf{R}^1$ определяется так:

$$\alpha f(x) = \begin{cases} f(x), & \text{если } |f(x)| \geq \alpha \\ 0, & \text{если } |f(x)| < \alpha. \end{cases} \quad (3)$$

Определим класс Z , следуя [3]

$$Z(X, \mu) = \left\{ f \in L(X, \mu) \left| \int_1^\infty \frac{dt}{t} \left| \int_X t f d\mu \right| < \infty \right. \right\}. \quad (4)$$

⁽¹⁾ $L_0(X, \mu)$ — это класс измеримых функций на X .



Теорема 2 является следствием теоремы 1. Легко видеть, что в этих теоремах требование эргодичности существенно.

Теорема 2. В условиях теоремы 1 имеем

$E(f) \in L(X, \mu) \Rightarrow f \in Z(X, \mu)$; более того:

$$\int_{M(f)}^{\infty} \frac{dt}{t} \left| \int_X tf d\mu \right| \leq 2^9 \|E(f)\|_1. \quad (5)$$

В частности, если $f \geq 0$,

$$E(f) \in L \Rightarrow f \in L \ln^+ L. \quad (6)$$

Значит, по теореме Н. Винера при $f \geq 0$ $E(f) \in L \Leftrightarrow f \in L \ln^+ L$.

Д. Орнштейном было доказано неравенство (2) (с лучшими константами) и импликация (6) при дополнительных предположениях обратимости T и неотрицательности f .

Таким образом, выясняется, что естественное необходимое условие интегрируемости $E(f)$ — это $f \in Z$, определенное свойство симметрии положительной и отрицательной частей функции, которое, как легко видеть, в случае $f \geq 0$ вырождается в условие $f \in L \ln^+ L$, в ограничение на скорость роста функции. Как показано в [3, 4], сказанное в полной мере справедливо и для операторов Харди—Литлвуда сопряжения, более того, для этих операторов справедливы теоремы, аналогичные теоремам 1 и 2.

Метод доказательства теорем 1 и 2 отличен от метода доказательства Д. Орнштейна. Именно, используется идея Н. Винера насчет применения теорем для оператора Харди—Литлвуда с целью получения соответствующих результатов для максимальных эргодических операторов. Как и в [1], нам нужен и дискретный вариант оператора Харди—Литлвуда, в частности, применяется дискретный вариант одной теоремы О. Церетели [3], обратной соответствующей теореме Харди—Литлвуда [5]:

Пусть задано множество $N_N = \{0, 1, \dots, N\}$ со считающей мерой card . Для отображения $A: N_N \rightarrow \mathbb{R}^1$ определим новое отображение $D(A): N_N \rightarrow \mathbb{R}^1$ так:

$$D(A)_n = \sup_{0 < j < N-n} \frac{1}{j+1} \left| \sum_{k=n}^{n+j} A_k \right|.$$

Подобные дискретные преобразования конечных последовательностей изучались в [5]. В [1] используется то, что оператор D имеет слабый тип 1—1. Оказывается, что имеет место и обратное, в определенном смысле, утверждение.

Лемма. Если $\alpha > 2D(|A|)_0$, то

$$\text{card} \left\{ n \in N_N \mid D({}^\alpha A)_n > \frac{\alpha}{4} \right\} \geq \frac{1}{2\alpha} \left| \sum_{k=0}^N {}^\alpha A_k \right|.$$



Определим теперь максимальный эргодический оператор для случая непрерывного параметра $\mathcal{E}: L(X, \mu) \rightarrow L_0(X, \mu)$

$$\mathcal{E}(f)(x) = \sup_{a \in (0, \infty)} \frac{1}{a} \left| \int_0^a f \circ T_u(x) du \right|, \quad (7)$$

где $\Gamma = \{T_u\}_{u \in \mathbf{R}_+^1}$ — однопараметрическая полугруппа сохраняющих меру преобразований пространства с мерой (X, S, μ) .

Предполагается, как всегда, что отображение $(u, x) \rightarrow T_u(x)$ измеримо относительно σ -алгебр $\mathbf{B}_{\mathbf{R}_+^1} \otimes S$ и S .

Семейство Γ называется эргодическим, если (см. напр. [6])

$$((\forall T \in \Gamma) \mu(C \Delta T^{-1}(C)) = 0) \Rightarrow (\mu(C) = 0 \vee \mu(X \setminus C) = 0).$$

Следовательно, в теоремах 3 и 4 требование эргодичности ослабляется:

Теорема 3. Пусть Γ — эргодическая полугруппа, описанная выше. Тогда если $f \in L(X, \mu)$, при $\alpha > M(f)$ имеем

$$\mu(\mathcal{E}(f) \geq \alpha) \geq \frac{1}{\alpha} \left| \int_X \alpha f d\mu \right|. \quad (8)$$

Теорема 4. В условиях теоремы 3 имеем

$\mathcal{E}(f) \in L(X, \mu) \Rightarrow f \in Z(X, \mu)$; более того:

$$\int_{M(f)}^{\infty} \frac{dt}{t} \left| \int_X t f d\mu \right| \leq 2 \|E(f)\|_1. \quad (9)$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 1.7.1977)

მათემატიკა

ზ. ვახანი

ბ. ვინერისა და დ. ორნშტეინის ერგოდიული თეორემების შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია ო. წერეთლის ერთი თეორემის (იხ. [3]) დისკრეტული ვარიანტი (იხ. ლემა), რაზე დაყრდნობითაც ნ. ვინერის [1] იდეის მიხედვით (პარდი—ლითლვუდის ოპერატორების გამოყენების შესახებ) განზოგადებულია დ. ორნშტეინის [2] თეორემები. ახალი დამტკიცება, გარდა ამისა, იძლევა ყველა შედეგის უწყვეტ შემთხვევაში გადატანის შესაძლებლობას და ახალ უტოლობებს (5) და (9), სადაც E და \mathcal{E} არის შესაბამისად დისკრეტული და უწყვეტპარამეტრიანი მაქსიმალური ერგოდიული ოპერატორები, განსაზღვრუ-



ლი (1)-ით და (7)-ით. (X, S, μ) ზომიანი სივრცის გარდაქმნა T და ნახევარჯგუფი $\Gamma = \{T_u\}_{u \in \mathbb{R}_+^1}$ იგულისხმება ერგოდიულად.

სტატის ძირითადი შედეგებია: ყოველი $f \in L(X, \mu)$ -თვის

$$\alpha \geq \frac{1}{\mu(X)} \int_X |f| = \left(\mu \left\{ E(\alpha f) \geq \frac{\alpha}{4} \right\} \geq \frac{1}{2\alpha} \left| \int_X \alpha f \right|, \mu \{ \mathcal{E}(\alpha f) \geq \alpha \} \geq \frac{1}{\alpha} \left| \int_X \alpha f \right| \right),$$

$$(E(f) \in L(X, \mu) \vee \mathcal{E}(f) \in L(X, \mu)) \Rightarrow f \in Z(X, \mu),$$

სადაც ზედა წაკვეთა αf განსაზღვრულია (3)-ით, ხოლო კლასი Z —(4)-ით.

MATHEMATICS

Z. N. VAKHANIA

ON THE ERGODIC THEOREMS OF N. WIENER AND D. ORNSTEIN

Summary

The discrete variant (see Lemma) of O. Cereteli's theorem from [3] is obtained. Relying on this result, according to N. Wiener's [1] idea on the application of Hardy-Littlewood's operators, D. Ornstein's [2] theorems are generalized. Furthermore, the new proof permits to transfer all the results to the continuous case, resulting in the new inequalities (5) and (9), where E and \mathcal{E} are discrete and continuous-parameter maximal ergodic operators defined by (1) and (7). The transformation T and the semigroup $\Gamma = \{T_u\}_{u \in \mathbb{R}_+^1}$ on a measure space (X, S, μ) are supposed to be ergodic.

The main results of this paper are: for each $f \in L(X, \mu)$

$$\alpha \geq \frac{1}{\mu(X)} \int_X |f| = \left(\mu \left\{ E(\alpha f) \geq \frac{\alpha}{4} \right\} \geq \frac{1}{2\alpha} \left| \int_X \alpha f \right|, \mu \{ \mathcal{E}(\alpha f) \geq \alpha \} \geq \frac{1}{\alpha} \left| \int_X \alpha f \right| \right);$$

$$(E(f) \in L(X, \mu) \vee \mathcal{E}(f) \in L(X, \mu)) \Rightarrow f \in Z(X, \mu),$$

where an upper section αf is defined by (3) and class Z —by (4).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Wiener. Duke Math. J. 5, N1, 1939.
2. D. Ornstein. Ill. J. Math. 15, N1, 1971.
3. О. Д. Церетели. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе, т. XLII, Сборник работ по теории функций, 4, 1972.
4. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976.
5. G. Hardy, E. Littlewood. Acta Math. 54, 1930.
6. S. Sayer. Ann. Math. 84 (1), 1966.

Т. И. ЛАЦАБИДЗЕ

КЛАСС ГОЛОМОРФНЫХ ФУНКЦИИ $R_D(\alpha)$
 И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭТОГО КЛАССА
 ФУНКЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 4.7.1977)

Пусть D — ограниченная полная двоякокруговая область с центром в точке $(0, 0)$ в пространстве C^2 двух комплексных переменных z_1 и z_2 (определение этой области см., например, в [1]). И. И. Бавриным в [2] (см. также [3, 4]) введен класс R_D , являющийся обобщением на случай двух комплексных переменных известного класса однолистных в круге функций, близких к выпуклым. Им же был ранее введен подкласс класса R_D —класс N_D [5] (см. также [4, 6]), являющийся обобщением на случай двух комплексных переменных класса выпукло однолистных в круге функций, и класс Q_D [7] (см. также [4]), являющийся обобщением на указанный случай—однолистных в круге функций.

В настоящей заметке вводится новый класс $R_D(\alpha)$, $0 \leq \alpha < 1$ ⁽¹⁾, голоморфных функций двух комплексных переменных, который при $\alpha=0$ совпадает с классом R_D , и рассматриваются экстремальные вопросы в вводимом классе.

1. Определение. Функцию $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$, голоморфную в области D , называем функцией класса $R_D(\alpha)$, если существует функция $F(z_1, z_2) \in N_D$ такая, что в D

$$\operatorname{Re} \left[\begin{array}{l} L[f(z_1, z_2)] \\ L[F(z_1, z_2)] \end{array} \right] > \alpha,$$

где

$$L[f(z_1, z_2)] = f(z_1, z_2) + z_1 f'_{z_1}(z_1, z_2) + z_2 f'_{z_2}(z_1, z_2)$$
⁽²⁾.

Из определения классов R_D , $R_D(\alpha)$ и теорем 6 и 5 из [2] вытекают следующие предложения.

I. Всякая функция, принадлежащая классу $R_D(\alpha)$, есть функция из класса Q_D .

II. Если функция $f(z_1, z_2) \in R_D(\alpha)$, то в D $f(z_1, z_2) \neq 0$.

2. Перейдем к экстремальным вопросам в классе $R_D(\alpha)$. Пусть $\bar{D}_r = r\bar{D}$, где r —положительное число, меньшее единицы.

Используя теоремы 12.3 и 16.2 из [4] (см. также [9]), приходим к следующей теореме.

(1) Таким α остается всюду и в дальнейшем.

(2) Этот оператор значительно раньше использован А. А. Темляковым (см., напр., [8]) для получения интегральных представлений.



Теорема 1. Если функция $f \in R_D(\alpha)$, то в \bar{D}_r

$$\frac{1-r(1-2\alpha)}{(1+r)^3} \leq |L[f(z_1, z_2)]| \leq \frac{1+r(1-2\alpha)}{(1-r)^3}, \quad (1)$$

$$\frac{1+\alpha r}{(1+r)^2} \leq |f(z_1, z_2)| \leq \frac{1-\alpha r}{(1-r)^2}. \quad (2)$$

Укажем на некоторые следствия из этой теоремы.

Пусть $E = \{(z_1, z_2) : |z_1| < R_1, |z_2| < R_2\}$ — билиндр с центром в точке $(0,0)$, $A_\delta = \{(z_1, z_2) : (a|z_1|^{1/\delta} + (b|z_2|)^{1/\delta} < 1\}$ (a, b, δ — положительные числа, причем $\delta < 1$).

Следствие 1. Если функция $f \in R_{A_\delta}(\alpha)$, то в A_δ

$$\begin{aligned} \frac{1-\omega(|z_1|, |z_2|)(1-2\alpha)}{(1+\omega(|z_1|, |z_2|))^3} &\leq |L[f(z_1, z_2)]| \leq \\ &\leq \frac{1+\omega(|z_1|, |z_2|)(1-2\alpha)}{1-\omega(|z_1|, |z_2|)^3} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\frac{1+\alpha\omega(|z_1|, |z_2|)}{(1+\omega(|z_1|, |z_2|))^2} \leq |f(z_1, z_2)| \leq \frac{1-\alpha\omega(|z_1|, |z_2|)}{(1-\omega(|z_1|, |z_2|))^2}, \quad (4)$$

где

$$\omega(|z_1|, |z_2|) = [(a|z_1|)^{1/\delta} + (b|z_2|)^{1/\delta}]^\delta.$$

Отметим, что в случае области $A_1 = \{a|z_1| + b|z_2| < 1\}$ эти оценки точные, так как они достигаются функцией $f(z_1, z_2) = \frac{1-\alpha(a z_1 e^{-i\varphi_1} + b z_2 e^{-i\varphi_2})}{(1-a z_1 e^{-i\varphi_1} - b z_2 e^{-i\varphi_2})^2}$

где φ_1 и φ_2 — любые вещественные числа. В случае области A_δ , где $0 < \delta < 1$, оценки (3) и (4) также точные на множестве $\{a|z_1| = b|z_2|\} \cap A_\delta$, так как они реализуются функцией $f(z_1, z_2) = \frac{2^{1-\delta} - \alpha(a z_1 e^{-i\varphi_1} + b z_2 e^{-i\varphi_2})}{(2^{1-\delta} - a z_1 e^{-i\varphi_1} - b z_2 e^{-i\varphi_2})^2} \cdot 2^{1-\delta}$.

Следствие 2. Если функция $f \in R_E(\alpha)$, то в E имеют место оценки, имеющие вид оценок (3), (4), но с заменой в них $\omega(|z_1|, |z_2|)$ на $\gamma(|z_1|, |z_2|)$, где $\gamma(|z_1|, |z_2|) = \max_{\substack{(z_1, z_2) \in E \\ j=1,2}} \left(\frac{|z_j|}{R_j} \right)$.

В следствии 2 оценки точные на множестве $\left\{ \frac{|z_1|}{R_1} = \frac{|z_2|}{R_2} \right\} \cap E$, так как они достигаются функцией

$$f(z_1, z_2) = \frac{2R_1R_2 - \alpha(R_2 z_1 e^{-i\varphi_1} + R_1 z_2 e^{-i\varphi_2})}{(2R_1R_2 - R_2 z_1 e^{-i\varphi_1} - R_1 z_2 e^{-i\varphi_2})^2} \cdot 2R_1R_2.$$

Известно [1], что всякая функция $f(z_1, z_2)$, голоморфная в области D , представима в этой области абсолютно сходящимся рядом

$$f(z_1, z_2) = \sum_{m,n=0}^{\infty} a_{mn} z_1^m z_2^n$$

и, следовательно, может быть представлена в D диагональным рядом

$$f(z_1, z_2) = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\sum_{l=0}^k a_{k-l, l} z_1^{k-l} z_2^l \right).$$

В [2] введены следующие обозначения:

$$A_k(D) = \sup_{(z_1, z_2) \in D} \sum_{l=0}^k |a_{k-l,l}|^2 |z_1|^{2(k-l)} |z_2|^{2l},$$

$$B_k(D) = \sup_{(z_1, z_2) \in D} \left| \sum_{l=0}^k a_{k-l,l} z_1^{k-l} z_2^l \right|.$$

Теорема. Если функция

$$f(z_1, z_2) = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\sum_{l=0}^k a_{k-l,l} z_1^{k-l} z_2^l \right) \in R_D(\alpha)$$

то при $k > 0$

$$A_k(D) \leq [1 + (1 - \alpha)k]^2, \quad (5)$$

$$B_k(D) \leq 1 + (1 - \alpha)k. \quad (6)$$

В процессе доказательства используются теоремы 8.1 из [4] (см. также теор. 1 из [9]).

Из этой теоремы получаем

Следствие 3. Если функция $f(z_1, z_2) = \sum_{m,n=0}^{\infty} a_{mn} z_1^m z_2^n \in R_D^{(\alpha)}$,

то

$$|a_{mn}| \leq \frac{1 + (1 - \alpha)(m + n)}{d_{mn}(D)} m + n > 0, \quad (7)$$

где

$$d_{mn}(D) = \sup_{(z_1, z_2) \in D} (|z_1|^m \cdot |z_2|^n).$$

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

(Поступило 15.7.1977)

მათემატიკა

თ. ლაცაზიძე

კოლომორფულ ფუნქციების კლასი და ექსტრემალური
საკითხები ამ კლასის ფუნქციებისათვის

რეზიუმე

შემოტანილია შემოსაზღვრულ, სრულ, ორწრიულ არეზე $D \subset C^2$ განსაზღვრული ორი კომპლექსური ცვლადის კოლომორფულ ფუნქციათა ახალი კლასი $R_D(\alpha)$, $0 \leq \alpha < 1$ და განხილულია ექსტრემალური საკითხები ამ კლასისათვის.

T. I. LATSABIDZE

 CLASS OF HOLOMORPHIC FUNCTIONS $R_D(\alpha)$ AND SOME
 EXTREMAL QUESTIONS OF THAT CLASS OF FUNCTIONS

Summary

A new function class $R_D(\alpha)$ $0 \leq \alpha < 1$ of two complex variables, holomorphic in the bounded, complete, bicircular region $D \subset C^2$ is introduced and some extremal questions for that class of functions are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Владимиров. Методы теории функций многих комплексных переменных. М., 1964.
2. И. И. Баврин. ДАН СССР, 174, № 6, 1967, 1247—1250.
3. И. И. Баврин. Analysis Mathematica 2, 1976, 235—248.
4. И. И. Баврин. Классы голоморфных функций многих комплексных переменных и экстремальные вопросы для этих классов функций. М., 1976.
5. И. И. Баврин. ДАН СССР, 152, № 2, 1963, 255—258.
6. И. И. Баврин. ДАН СССР, 143, № 5, 1962, 1011—1014.
7. И. И. Баврин. ДАН СССР, 163, № 6, 1965, 1303—1306.
8. А. А. Темляков. Изв. АН СССР, сер. матем., 21, 1959, 89—92.
9. И. И. Баврин. ДАН СССР, 163, № 4, 1965, 791—794.

А. Д. ТАВАДЗЕ

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОНИЛЬПОТЕНТНЫЕ ГРУППЫ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.7.1977)

Определения и обозначения, связанные с пронильпотентными W -группами, см. в [1].

Отличный от 1 элемент x W -степенной группы G называется периодическим, если существует $\lambda \in W$, $\lambda \neq 0$ и $x^\lambda = 1$.

Множество всех периодических элементов является идеалом группы G .

G называется группой без кручения, если оно не содержит периодических элементов, отличных от 1. Фактор-группа группы G по периодической части является группой без кручения.

Рассмотрим теперь пронильпотентную W -группу G . Элемент g будем называть топологически периодическим, если образ g в каждой фактор-группе G/G_i^W является периодическим элементом этой W -степенной группы (см. [2]). В дальнейшем слово „топологически“ будем опускать.

Обозначим периодическую часть пронильпотентной W -группы G через $T(G)$.

Предложение 1. $T(G)$ является замкнутым идеалом группы G и фактор-группа $G/T(G)$ не имеет кручения.

Нашей основной целью является изучение периодической части группы G . Для этого вводим понятие силовских p -подгрупп группы G . Элемент a пронильпотентной W -группы G назовем p -элементом (p -простой элемент кольца W), если последовательность $\{a^{p^n}\}$, $n=1, 2, \dots$ сходится к единице.

Пронильпотентную W -группу назовем p -группой, если все ее элементы являются p -элементами. Подгруппа (не обязательно замкнутая) пронильпотентной W -группы будет называться p -подгруппой, если все ее элементы являются p -элементами (см. [3]).

Во всякой пронильпотентной W -группе G для любого простого p существует единственная максимальная p -подгруппа, которая будет называться силовской p -подгруппой группы W .

В последующих рассуждениях при употреблении термина «пронильпотентная W -группа» букву « W » будем опускать.

Предложение 2. Всякая силовская подгруппа пронильпотентной группы замкнута.

Используя каноническое разложение модуля кручения над кольцом главных идеалов, доказывается



Лемма 1. Всякая периодическая степенная группа над кольцом главных идеалов разлагается в прямое произведение своих силовских подгрупп.

Чтобы перейти к про-nilпотентным группам, нам понадобится еще следующая конструкция.

Пусть P_t , $t \in I$ — множество полных топологических мульти-операторных групп, каждая из которых обладает счетной полной системой окрестностей единицы, состоящей из идеалов. На декартовом произведении $СПР_t$ этих групп определим блочную топологию — это означает, что если в группе P_t имеем базу окрестностей единицы $\{P_{it}\}$, $i = 1, 2, 3, \dots$, ($P_{it} \supseteq P_{ij}$ при $i \leq j$), то на группе $G = СПР_t$ определяется топология с базой окрестностей единицы, состоящей из подгрупп $U_i = СПР_{U_i}$, $i = 1, 2, \dots$; в этой топологии $СПР_t$ будет полной группой.

Обозначим через P подгруппу декартова произведения $СПР_t$, состоящую из всех таких элементов, у которых при любом $n \geq 1$ лишь конечное число координат не лежит в n -ой окрестности единицы. Очевидно, у этих элементов лишь счетное количество координат отлично от 1 (хотя, вообще говоря, групп $P_t, t \in I$ может быть и несчетное количество).

Можно показать, что P является замкнутой подгруппой в декартовом произведении с блочной топологией и, поэтому, P — полная группа. Группу P назовем ограниченным декартовым произведением групп P_t . Очевидно, что конструкция не зависит от выбора убывающей счетной системы идеалов — окрестностей единицы, определяющей топологию.

Теорема 1. Ограниченное декартово произведение про-nilпотентных групп является про-nilпотентной группой.

Пусть теперь G — про-nilпотентная группа с периодической частью $T(G)$. С использованием леммы 1 доказывается

Теорема 2. Периодическая часть $T(G)$ про-nilпотентной группы G над кольцом главных идеалов разлагается в ограниченное декартово произведение силовских подгрупп группы G .

Если рассматривать периодическую про-nilпотентную группу, то справедлива следующая

Лемма 2. В периодической про-nilпотентной группе G силовские подгруппы являются про-nilпотентными группами.

Отсюда получается

Следствие. Периодическая про-nilпотентная группа над кольцом главных идеалов разлагается в ограниченное декартово произведение своих силовских подгрупп.

ა. თავაძე

პერიოდული პრონილპოტენტური ჯგუფები

რეზიუმე

პრონილპოტენტური W -ჯგუფებისათვის შემოტანილია პერიოდული ჯგუფის და სილოვის p -ქვეჯგუფის (p მარტივი ელემენტია W რგოლში) ცნებები, რომლებიც წარმოადგენენ შესაბამისი ცნებების ანალოგებს [2, 3]-დან. პირდაპირი ნამრავლის ანალოგს წარმოადგენს შემოსაზღვრული ნამრავლის ცნება. ძირითადი შედეგია: პერიოდული პრონილპოტენტური ჯგუფი, კოფიციენტებით მთავარ იდეალთა W რგოლიდან, იშლება სილოვის p -ქვეჯგუფთა შემოსაზღვრულ ნამრავლად.

MATHEMATICS

A. D. TAVADZE

PERIODIC PRONILPOTENT GROUPS

Summary

For pronilpotent W -groups the notions of periodic group and Sylow p -subgroups (p is a prime element of W), which are analogues of the corresponding notions from [2] and [3], are given. The notion of restricted product serves as an analogue for the direct product.

The main result is the following: a periodic pronilpotent W -group is a restricted product of its Sylow p -subgroups, when W is the principal ideal domain.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Тавадзе. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975, 301—304.
2. А. И. Мальцев. Матем. сб. 25, 1949, 347—366.
3. А. Г. Кураш. Изв. АН СССР, сер. матем., 9, 1945, 65—78.

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

О ПРОСТЫХ И КРАТНЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДАХ ФУРЬЕ

1. В [1] нами довольно подробно изучался вопрос о сходимости и суммируемости методом Чезаро простых и кратных тригонометрических рядов Фурье, когда исходная функция f удовлетворяет соответствующим односторонним условиям.

В настоящей статье приводятся результаты, относящиеся к этому же кругу вопросов. В частности, устанавливаются некоторые аппроксимативные свойства чезаровских средних тригонометрического ряда Фурье функции f , когда исходная функция f удовлетворяет односторонним условиям.

2. Введем некоторые обозначения, которыми мы будем пользоваться в дальнейшем (этими обозначениями мы пользовались и раньше, см., например, [1, 2]).

Через $E_n (n \geq 1)$ будем обозначать n -мерное евклидово пространство с обычными линейными операциями; точки пространства E_n будем обозначать в виде $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n), \dots$. Пусть $M = \{1, 2, \dots, n\}$ и $B = \{i_1, i_2, \dots, i_k\} (i_l \neq i_j, l \neq j)$ — произвольное подмножество из M . Будем рассматривать функции $f: R_n \rightarrow E_1$, периодические с периодом 2π относительно каждой (в многомерном случае) из переменных, где $R_n = [-\pi, \pi]^n$.

Пусть $\bar{h}_i = (0, 0, \dots, h_i, 0, \dots, 0)$, $h_i \in E_1, (i = \overline{1, n})$ и

$$\Delta_{h_i}(f, \bar{x}) = f(\bar{x} + \bar{h}_i) - f(\bar{x}).$$

Символом $\Delta_B(f, \bar{x})$ обозначаем выражение, которое получается последовательным применением операции Δ по тем переменным, индексы которых составляют множество B . Для $f \in L(R_n)$ через $\sigma_n[f] (n \geq 1)$ будем обозначать n -кратный (см., например, [2], стр. 75) тригонометрический ряд Фурье функции f ; символом $\sigma_{\bar{p}}^{\alpha}(\bar{x}, f)$ ($\bar{p} = (p_1, \dots, p_n), p_i = 0, 1, \dots, i = \overline{1, n}$)

обозначаем $(C, \bar{\alpha})$ ($\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n), \alpha_i > -1, i = \overline{1, n}$) средние ряда $\sigma_n[f]$. Если $f \in C(R_n)$, то $\omega_i(\delta_i, f)$ ($\delta_i > 0, i = \overline{1, n}$) обозначают частные модули непрерывности (см., например, [1], стр. 75) функции f . Если же $f \in L(R_n)$, то частные интегральные модули непрерывности функции f будем обозначать через $\omega_i(\delta_i, f)_L (i = \overline{1, n})$.

3. Теперь можно сформулировать основные результаты.



Теорема 1. Пусть функция $f \in C(R_n)$. Положим, что для любого множества $B \subseteq M$

$$\Delta_B(f, \bar{x}) > -K_B \prod_{i=1}^k h_{i_j}^{\alpha_{i_j}(B)}, \quad h_{i_j} \rightarrow +0, \quad (1)$$

равномерно относительно $\bar{x} \in R_n$, где K_B — положительные константы и $\alpha_{i_j} \in (0, 1)$ ($j = \overline{1, k}$). Если $\beta_{i_j} = \min_{B \subseteq M} \{\alpha_{i_j}(B)\}$, $\lambda_{i_j} \in [0, \beta_{i_j}]$, то

$$a) \quad \|\sigma_{\bar{\lambda}}^{-\bar{\lambda}}(\bar{x}, f) - \bar{f}(\bar{x})\|_C = O \left\{ \sum_{i=1}^n \left[p_i^{\lambda_i - \beta_i} + \omega_i^{1-\lambda_i} \left(\frac{1}{p_i}, f \right) \right] \right\} \quad (2)$$

при $\bar{\lambda} = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_i > 0$ ($i = \overline{1, n}$);

$$b) \quad \|\sigma_{\bar{\lambda}}^{-\bar{\lambda}}(\bar{x}, f) - f(\bar{x})\|_C = \\ = O \left\{ \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \left[p_i^{\lambda_i - \beta_i} + \omega_i^{1-\lambda_i} \left(\frac{1}{p_i}, f \right) \right] + \frac{\ln p_j}{p_j^{\beta_j}} + \omega_j \left(\frac{1}{p_j}, f \right) \ln \frac{1}{\omega_j \left(\frac{1}{p_j}, f \right)} \right\} \quad (3)$$

при $\bar{\lambda} = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_i > 0$ ($i = \overline{1, \dots, j-1, j+1, \dots, n}$), $\lambda_j = 0$, $1 \leq j \leq n$.

Заметим, что соотношения (2) и (3) окончательны в том смысле, что символ O нельзя заменить, вообще говоря, на o .

Замечание 1. Если $\bar{\lambda} = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_i > 0$ ($i = \overline{1, n}$), функция f удовлетворяет условиям теоремы 1 и β_{i_j} те же самые, как и в теореме 1, то

$$\|\sigma_{\bar{\lambda}}^{-\bar{\lambda}}(\bar{x}, f) - f(\bar{x})\|_C = O \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{p_i^{\beta_i}} + \frac{1}{p_i} \int_{\frac{\pi}{p_i}}^{\pi} \frac{\omega_i(s_i, f)}{s_i^2} ds_i \right] \right\}.$$

Замечание 2. Справедлива и теорема, аналогичная теореме 1 для пространства $L(R_n)$. Для этого следует в ее формулировку внести следующие изменения: надо требовать условия $f \in L(R_n)$ и выполнения соотношения (1) почти всюду на R_n , а в заключениях (2) и (3) норму надо брать в пространстве $L(R_n)$ и вместо модулей непрерывности $\omega_i \left(\frac{1}{p_i}, f \right)$ будут участвовать интегральные модули непрерывности $\omega_i \left(\frac{1}{p_i}, f \right)_L$ ($i = \overline{1, n}$).

Теорема 2. Пусть функция $f \in L(R_n)$, $\bar{h}_B = \sum_{j=1}^k \bar{h}_{i_j}$, $\varepsilon(\bar{h}_B) > 0$ и $\varepsilon(\bar{h}_B) \rightarrow +0$ при $h_{i_\mu} \rightarrow +0$ ($\mu = \overline{1, k}$). Если для любого множества $B \subseteq M$

$$\Delta_B(f, \bar{x}) > -\varepsilon(\bar{h}_B) \prod_{j=1}^k \left(\log \frac{1}{h_{i_j}} \right)^{-1}, \quad h_{i_\mu} \rightarrow +0, \quad (\mu = \overline{1, k})$$

почти всюду на R_n , то ряд $\sigma_n[f]$ сходится по Прингсхейму в смысле нормы пространства $L(R_n)$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.7.1977)

მათემატიკა

ლ. ჯიჯიაშვილი (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ფურიეს მარტივი და ჯგერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების
 შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები, რომლებიც ეხებიან ფურიეს მარტივი და ჯგერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების C და L სივრცეების ნორმით კრებადობისა და ჩეზარის მეთოდით შეჯამებადობის საკითხებს.

MATHEMATICS

L. V. ZHIZHIASHVILI

ON SIMPLE AND MULTIPLE TRIGONOMETRIC SERIES

Summary

The theorems are presented concerning the convergence and summability of C and L spaces of the simple and multiple Fourier series by the method of Cezaro.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили, Матем. сб., 100, № 4, 1976, 580—609.
2. Л. В. Жижиашвили. УМН, 28, 2, 1973, 65—119.

Г. Л. ЛАИТАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ГОМОЛОГИИ
 С КОМПАКТНЫМИ НОСИТЕЛЯМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.5.1977)

Подмножество A топологического пространства X называется ограниченным, если \bar{A} — компактно, и коограниченным, если $X \setminus A$ — ограничено. Стображение $f: X \rightarrow Y$ называется собственным, если оно непрерывно и для каждого ограниченного $B \subset Y$, $f^{-1}(B)$ ограничено в X .

Пусть (X, A) — некоторая пара топологических пространств. Обозначим через $C_c^q(X, A, \mathbf{Z})$ подгруппу группы $C^q(X, A, \mathbf{Z})$ целочисленных коцепей Александера — Колмогорова, образованную всеми функциями из $C^q(X, A, \mathbf{Z})$, локально-нулевыми на некотором коограниченном множестве X . Нетрудно видеть, что $C_0^*(X; \mathbf{Z}) \subset C^*(X, A; \mathbf{Z})$; положим

$$\bar{C}_c^*(X, A; \mathbf{Z}) = C_c^*(X, A; \mathbf{Z}) / C_0^*(X; \mathbf{Z}).$$

Следуя конструкции, приведенной в [1], рассмотрим проективную резольвенту \mathbf{P} комплекса $\bar{C}_c^*(X, A; \mathbf{Z})$ и обозначим через ${}_c\bar{H}_n(X, A; G)$ n -мерную группу гомологии комплекса $\text{Hom}(\mathbf{P}, G)$, где G — произвольная дискретная или компактная абелева группа.

Теорема 1. *Группы гомологии ${}_c\bar{H}_n(X, A; G)$ удовлетворяют всем аксиомам Эйленберга — Стиррода.*

* Пусть $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ — собственное отображение. Тогда f^* отображает модуль $C_c^*(Y, B; \mathbf{Z})$ в модуль $C_c^*(X, A; \mathbf{Z})$ и индуцирует гомоморфизм

$$\bar{f}^*: {}_c\bar{H}_*(X, A; G) \rightarrow {}_c\bar{H}_*(Y, B; G).$$

Пусть A — замкнутое подмножество X ; тогда вложения $i: A \subset X$ и $j: X \subset (X, A)$ являются собственными и имеет место короткая точная последовательность коцепных комплексов

$$0 \rightarrow \bar{C}_c^*(X, A; \mathbf{Z}) \xrightarrow{j^*} \bar{C}_c^*(X; \mathbf{Z}) \xrightarrow{i^*} \bar{C}_c^*(A; \mathbf{Z}) \rightarrow 0.$$

Рассмотрим ее проективную резольвенту

$$0 \rightarrow \mathbf{P}_1 \rightarrow \mathbf{P} \rightarrow \mathbf{P}_2 \rightarrow 0;$$

тогда последовательность комплексов

$$0 \rightarrow \text{Hom}(\mathbf{P}_2, G) \rightarrow \text{Hom}(\mathbf{P}, G) \rightarrow \text{Hom}(\mathbf{P}_1, G) \rightarrow 0$$

точна.



Отсюда следует выполнимость аксиомы точности для групп ${}_c\bar{H}_n(X, A; G)$.

Можно показать, следуя [2], что выполнимость аксиомы гомотопии, вырезания и размерности следует из точности короткой последовательности

$$0 \rightarrow \text{Ext}^1({}_c\bar{H}^{n+1}(X, A), G) \rightarrow {}_c\bar{H}_n(X, A; G) \rightarrow \text{Hom}({}_c\bar{H}^n(X, A), G) \rightarrow 0$$

и леммы о пяти гомоморфизмах.

Рассмотрим соотношение между теорией гомологий \bar{H}_* (см. [3]) и теорией гомологии с компактными носителями ${}_c\bar{H}_*$.

Лемма 1. Если A — коограниченное множество в X , то

$${}_c\bar{H}_*(X, A; G) \simeq \bar{H}_*(X, A; G).$$

Лемма 2. Пусть X — бикompакт, а A — замкнутое подмножество в X . Тогда для всех целых $q > 1$ и любой компактной группы G имеет место изоморфизм

$${}_c\bar{H}_q(X \setminus A; G) \simeq \bar{H}_q(X, A; G).$$

В силу леммы 1 достаточно доказать, что в случае, когда U пробегает окрестности множества A в X (всякая такая окрестность является коограниченной, если X бикompактно) имеет место изоморфизм

$$\varprojlim \{\bar{H}_q(X, U; G)\} \simeq \bar{H}_q(X, A; G).$$

Так как пространство X паракомпактно, то это следует из свойства жесткой вложенности для гомологии \bar{H}_q (см. [3]).

Следствие. Пусть X — локально компактное хаусдорфово пространство и \dot{X} — его одноточечная компактификация. Тогда имеет место изоморфизм

$${}_c\bar{H}_q(X; G) \simeq \bar{H}_q(\dot{X}; G).$$

Теорема 2. Пусть A — замкнутое подмножество локально компактного хаусдорфового пространства X . Тогда для всех целых чисел $q > 1$ и любой компактной группы G имеет место изоморфизм

$${}_c\bar{H}_*(X \setminus A; G) \simeq \bar{H}_*(X, A; G).$$

Если пространство X компактно, то теорема следует из лемм 1 и 2. Если X не компактно, то пусть \dot{X} — его одноточечная компактификация. Положим $\dot{x} = \dot{X} \setminus X$, $\dot{A} = A \cup \dot{x} \subset \dot{X}$; тогда \dot{A} замкнутое подмножество компактного пространства \dot{X} и в коммутативной диаграмме

$$\begin{array}{ccccc} \bar{C}_0^*(X \setminus A) & \rightarrow & \bar{C}_c^*(X) & \rightarrow & \bar{C}_c^*(A) \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0 \rightarrow \bar{C}^*(\dot{X}, \dot{A}) & \rightarrow & \bar{C}^*(\dot{X}, \dot{x}) & \rightarrow & \bar{C}^*(\dot{A}, \dot{x}) \rightarrow 0, \end{array}$$

согласно следствию и лемме 2, каждое вертикальное отображение индуцирует изоморфизм групп гомологий.

В силу того, что нижняя строчка точна и $\bar{C}_c^*(X \setminus A) \subset \bar{C}_c^*(X)$, отображение $\bar{C}_c^*(X) \setminus \bar{C}_c^*(X \setminus A) \rightarrow \bar{C}_c^*(A)$ индуцирует изоморфизм групп гомологий. Так как последовательность коцепных комплексов

$$0 \rightarrow \bar{C}_c^*(X, A) \setminus \bar{C}_c^*(X \setminus A) \rightarrow \bar{C}_c^*(X) \setminus \bar{C}_c^*(X \setminus A) \rightarrow \bar{C}_c^*(A) \rightarrow 0$$

точна, то гомологии комплекса $\bar{C}_c^*(X, A) \setminus \bar{C}_c^*(X \setminus A)$ тривиальны. Следовательно,

$${}_c\bar{H}_*(X \setminus A; G) \simeq {}_c\bar{H}_*(X, A; G).$$

Заметим, что эта теорема является одной из форм свойства жесткой вложенности для этой теории гомологии.

Пусть (A, B) замкнутая пара подмножеств пространства X , а $\{(U, V)\}$ — система всех открытых коограниченных окрестностей пары (A, B) в X . Тогда из теоремы 2 и леммы о пяти гомоморфизмах следует

Теорема 3. Пусть (A, B) — замкнутая пара подмножеств локально-компактного хаусдорфова пространства X . Тогда для всех целых q и любой компактной группы G имеет место изоморфизм

$$\lim \{ \bar{H}_q(U, V; G) \} \simeq {}_c\bar{H}_q(A, B; G).$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 29.7.1977)

მათემატიკა

ბ. ლაითაძე

ერთი კომპაქტური მატარებლიანი ფუნქციური ჰომოლოგიის
 თეორიის შესახებ

რეზიუმე

აგებულია კომპაქტური მატარებლიანი ფუნქციური ჰომოლოგიის ახალი ვარიანტი, რომელიც დაფუძნებულია ალექსანდერ-კოლმოგოროვის კოჯაქ-ვებზე. უნივერსალური კოეფიციენტების ფორმულის საშუალებით დადგენილია ჰომოტოპიის, ამოკვეთისა და სიხისტის თვისებები. ლოკალურად კომპაქტური სივრცის შემთხვევისთვის შესწავლილია კავშირები სხვა ჰომოლოგიის თეორიებთან.

MATHEMATICS

G. L. LAITADZE

ON THE FUNCTIONAL HOMOLOGY THEORY WITH COMPACT
 SUPPORTS

Summary

A new version of the homology theory with compact supports based on the Alexander-Kolmogoroff cochains is constructed.



With the help of a universal coefficient formula the homotopy, excision and tautness properties are established. For the case of locally compact spaces the relations with other homology theories are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. X. H. Инасаридзе. Труды Тбил. мат. ин-та, XLI, 1972.
2. J. Milnor. On the Steenrod Homology Theory (mimeographed), Princeton, 1960.
3. Г. Л. Лаитадзе. III Тираспольский симпозиум по общей топологии и ее приложениям. Кишинев, 1973.
4. Э. Спеньер. Алгебраическая топология. М., 1971.



Б. М. ЧИКВАШВИЛИ, И. Д. МУЗАЕВ, М. А. КОНДЮРИН

К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ НА УЧАСТКЕ ПОДХОДА ПОТОКА К ЩЕЛЕВОМУ ОТВЕРСТИЮ ДОННОЙ ОТВОДЯЩЕЙ ГАЛЕРЕИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелня 1.9.1977)

Поместим начало прямоугольной декартовой системы координат на дно канала (рис. 1). Пусть в части пространства $-\infty < x < +\infty$, $0 < y < H$ течет вязкая несжимаемая жидкость (H — глубина потока). На участке дна устроена отводящая галерея шириной L для отвода наносов, влекомых потоком. Обозначим среднюю скорость течения жидкости в области $x < 0$, $y > 0$ через u , а скорость спускающегося в галерею потока — через v . Будем считать, что течение жидкости стационарно и равномерно, т. е. $u = \text{const}$, $v = \text{const}$.

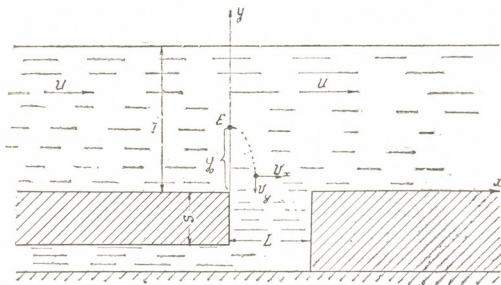


Рис. 1

Рассмотрим индивидуальную влекомую частицу с массой m . Обозначим скорость движения этой частицы в момент t через $\vec{v}(v_x, v_y)$.

Назовем часть пространства, ограниченную условиями $0 \leq x \leq L$, $0 \leq y \leq H$, областью A , а часть пространства, ограниченную условиями $0 \leq x \leq L$, $-S \leq y \leq 0$, областью B .

Дифференциальные уравнения движения данной частицы в области A имеют вид

$$m \frac{dv_x}{dt} = \lambda(u - v_x)^2, \quad (1)$$



$$m \frac{dv_y}{dt} = \lambda(v - v_y)^2 - F, \quad \lambda = \zeta \frac{\gamma_2}{2g}, \quad (2)$$

где ζ — коэффициент сопротивления движения частицы в жидкости, F — равнодействующая силы тяжести частицы в архимедовой выталкивающей силы.

$$F = Q(\gamma_1 - \gamma_2),$$

где Q — объем данной частицы, γ_1 — его удельный вес, γ_2 — удельный вес воды.

Поскольку часть жидкости уходит в галерею, то горизонтальная скорость u в общем не постоянна. Она зависит от горизонтальной координаты x . Однако, с приемлемой для практики точностью, считаем, что $u = \text{const}$.

Для решения уравнения (1) перепишем его следующим образом:

$$\frac{d(v_x - u)}{(v_x - u)^2} = \frac{\lambda}{m} dt.$$

Интегрируя последнее выражение, получаем

$$-\frac{1}{v_x - u} = \frac{\lambda}{m} t + c_1, \quad (3)$$

где c_1 — постоянная величина, определяемая из начального условия

$$v_x = v_x^0 \text{ при } t = 0. \quad (4)$$

Здесь v_x^0 — значение скорости v_x в точке E .

Подставим (4) в (3), получим

$$c_1 = -\frac{1}{-v_x^0 - u}.$$

Тогда выражение (3) перепишется в виде

$$v_x = u - \frac{m(v_x^0 - u)}{\lambda(v_x^0 - u)t - m}. \quad (5)$$

Учитывая, что

$$v_x = \frac{dx}{dt},$$

выражение (5) запишется в виде

$$\frac{dx}{dt} = u - \frac{m(v_x^0 - u)}{\lambda(v_x^0 - u)t - m}.$$

Разделяя переменные в последнем выражении и интегрируя, получаем

$$x = ut - \frac{m}{\lambda} \ln \left| \frac{\lambda}{m} (v_x^0 - u)t - 1 \right| + c_2. \quad (6)$$

Постоянную c_2 определим из начального условия

$$x = 0 \text{ при } t = 0. \quad (7)$$

Выражение (6) окончательно запишется в виде

$$x = ut - \frac{m}{\lambda} \ln \left| \frac{\lambda}{m} (v_x^0 - u)t - 1 \right|. \quad (8)$$

Перейдем теперь к решению дифференциального уравнения (2). Запишем его следующим образом:

$$\frac{d(v_y - v)}{(v_y - v)^2 - \frac{F}{\lambda}} = \frac{\lambda}{m} dt. \quad (9)$$

Интегрируя последнее выражение, получаем

$$v_y - v - \sqrt{\frac{F}{\lambda}} = c_1 e^{\alpha t} \left(v_y - v + \sqrt{\frac{F}{\lambda}} \right), \quad (10)$$

где

$$\alpha = \frac{2\lambda}{m} \sqrt{\frac{F}{\lambda}}. \quad (11)$$

Постоянная c_1 определяется из начального условия

$$v_y = 0 \text{ при } t = 0. \quad (12)$$

Учитывая, что

$$v_y = \frac{dy}{dt},$$

выражение (9) переписывается в виде

$$\frac{dy}{dt} = v - \sqrt{\frac{F}{\lambda}} + \frac{2 \sqrt{\frac{F}{\lambda}}}{1 + c_1 e^{\alpha t}}. \quad (13)$$

Интегрируя выражение (13), получаем

$$y = \left(v - \sqrt{\frac{F}{\lambda}} \right) t + 2 \sqrt{\frac{F}{\lambda}} \frac{1}{\alpha} \ln \left| \frac{c_1 e^{\alpha t}}{c_1 e^{\alpha t} - 1} \right| + c_2. \quad (14)$$

Постоянная c_2 определяется из начального условия

$$y = y_0 \text{ при } t = 0. \quad (15)$$

Поскольку в области B предполагается, что $u = 0$, $v = \text{const} \neq 0$, то в этой области дифференциальные уравнения движения частицы будут иметь следующий вид:

$$m \frac{dv_x}{dt} = -\lambda v_x^2, \quad m \frac{dv_y}{dt} = \lambda (v_y - v)^2 - F. \quad (16)$$

Последовательность решения этих дифференциальных уравнений аналогична (1)–(2), с той лишь разницей, что вместо принятых начальных условий соответственно будем иметь следующие начальные условия:

$$v_x = \bar{v}_x, \quad v_y = \bar{v}_y, \quad x = x_0, \quad y = 0 \text{ при } t = t_0, \quad (17)$$

где \bar{v}_x , \bar{v}_y , x_0 , t_0 определяются из выражений (8), (14).



В [1—3] приведена зависимость коэффициента ζ от числа Re в логарифмических координатах. В области $Re < 2$ имеет место ламинарное обтекание, которому соответствует значение $\zeta = \frac{24}{Re}$.

Для турбулентного течения в пределах $10^3 < Re < 2 \cdot 10^5$ коэффициент сопротивления остается почти постоянным и равным приблизительно 0,4.

Грузинский сельскохозяйственный институт

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

(Поступило 15.9.1977)

მეცნიერება

ბ. ჩიკვაშვილი, ი. მუზაევი, მ. კონდურიანი

ფსკერული ნატანგადამგდები ბალერეის უმსახვლოლი ხვრელის უბანზე ნაწილაკების მოძრაობის ტრაექტორიის თეორიულად განსაზღვრის საკითხისათვის

რ ე ბ ი მ ე

განხილულია ღია ნაკადებში ნატანი მასალის მოძრაობის ამოცანა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც წყალშიმღების ფსკერზე ეწყობა ნატანგადამგდები გალერეა. სითხეში ნატანი მასალის ნაწილაკის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების ინტეგრირების საფუძველზე მიღებულია მისი მოძრაობის ტრაექტორიის განტოლება.

MECHANICS

B. M. CHIKVASHVILI, I. D. MUZAEV, M. A. KONDYURIN

TOWARDS THEORETICAL DETERMINATION OF THE MOVEMENT TRAJECTORY OF BED LOAD PARTICLES AT THE SECTION OF THE APPROACH OF THE STREAM TO THE SLIT APERTURE OF THE BED DEFLECTING GALLERY

Summary

The problem of the movement of bed load in an open flow with the bed area having a deflecting gallery is considered. As a result of integration of the differential equations of the particle motion in the fluid its trajectory equation has been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Патрашев. Гидродинамика. М., 1953.
2. Л. И. Седов. Метод подобия и размерности в механике. М., 1967.
3. И. Л. Повх. Техническая гидромеханика. Л., 1976.

Р. В. КАПАНАДЗЕ

О КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ
 АНИЗОТРОПНЫХ ОДНОРОДНЫХ СРЕД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 21.7.1977)

1. Работа посвящается изучению краевых задач уравнений статики анизотропной однородной упругой среды методом потенциала и сингулярных интегральных уравнений. Получены теоремы существования решений первой и второй краевых задач.

Краевым задачам теории упругости для изотропных упругих сред посвящено много работ. Систематические исследования и подробную библиографию по этим вопросам можно найти в [1, 2].

В [3] методами функционального анализа исследованы краевые задачи теории упругости для анизотропных неоднородных сред, а [4] посвящена краевым задачам уравнений статики трансверсально-изотропной упругой среды.

Много работ посвящается исследованию плоских краевых задач для анизотропных упругих сред методом интегральных уравнений (см. [5, 7] и др.).

2. Постановка краевых задач. Пусть $E_m (m \geq 2)$ — m -мерное евклидово пространство. $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ — точки этого пространства; $|x| = \left(\sum_{k=1}^m x_k^2 \right)^{1/2}$; S — компактное многообразие в E_m класса $J_1(\alpha)$

($0 < \alpha \leq 1$), ограничивающее конечную область D^+ ; $D^- \equiv E_m / (D^+ \cup S)$. Если безразлично о какой области идет речь, то вместо D^+ и D^- будем употреблять символ D . Через $n(y) = (n_1(y), \dots, n_m(y))$ обозначим единичную нормаль многообразия S в точке y , внешнюю по отношению к области D .

Система уравнений статики анизотропной упругой среды в компонентах смещения имеет вид

$$A(\partial_x)u + F = 0,$$

где $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ — вектор смещения; $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$ — вектор объемной силы; $A(\partial_x)$ — матричный дифференциальный оператор

$$A(\partial_x) = \|A_{ij}(\partial_x)\|_{m \times m},$$

$$A_{ij}(\partial_x) = \sum_{k, r=1}^m a_{kr}^{ij} \frac{\partial^2}{\partial x_k \partial x_r};$$

a_{kr}^{ij} — упругие постоянные, удовлетворяющие условиям $a_{kr}^{ij} = a_{rk}^{ji} = a_{ir}^{kj}$.



Предполагается, что квадратичная форма

$$\sum_{i, j, k, r=1}^m a_{kr}^{ij} \eta_{ik} \eta_{jr} \quad \eta_{ik} = \eta_{ki}$$

относительно переменных η_{ik} положительно определена.

Оператор напряжения в случае анизотропной однородной упругой среды имеет вид

$$T(\partial_x, n(x)) = \|T_{ij}(\partial_x, n(x))\|_{m \times m},$$

где

$$T_{ij}(\partial_x, n(x)) = \sum_{k, r=1}^m a_{kr}^{ij} n_k(x) \frac{\partial}{\partial x_r}.$$

Определение. Вектор-функция u называется регулярной в области D , если $u \in C^1(\bar{D}) \cap C^2(D)$

$$|u(x)| \leq c(1 + |x|)^{2-m}, \quad |\partial_{x_k} u(x)| \leq c(1 + |x|)^{1-m} \quad \text{при } m > 2,$$

$$|u(x)| \leq c, \quad |\partial_{x_k} u(x)| \leq c(1 + |x|)^{-1-\varepsilon} \quad (\varepsilon < 0) \quad \text{при } m = 2, k = 1, 2, \dots, m,$$

$A(\partial_x)u$ интегрируема в D .

Первая краевая задача. Найти регулярный вектор u , удовлетворяющий системе уравнений $A(\partial_x)u = 0$ в D и граничному условию на S

$$\lim_{D \ni x \rightarrow y \in S} u(x) = f(y).$$

Вторая краевая задача. Найти регулярный вектор u , удовлетворяющий системе уравнений $A(\partial_x)u = 0$ в D и граничному условию на S

$$\lim_{D \ni x \rightarrow y \in S} T(\partial_x, n(y))u(x) = g(y).$$

Краевые задачи, поставленные для неоднородных уравнений $A(\partial_x)u + F = 0$, приводятся к соответствующим задачам для однородных уравнений $A(\partial_x)u = 0$ с помощью объемного потенциала.

Если $f = 0$ [$g = 0$], первая (вторая) краевая задача называется одно-двойной.

3. Теоремы существования решений первой и второй краевых задач.

Пусть $H(x)$ —матрица фундаментальных решений [8] для оператора $A(\partial_x)$. Будем искать решение первой краевой задачи в виде потенциала двойного слоя

$$u(x) = \int_S [T(\partial_y, n(y))H(y-x)]' \varphi(y) d_y S$$

и решение второй краевой задачи в виде потенциала простого слоя

$$u(x) = \int_S H(x-y)\psi(y) d_y S.$$

Учитывая граничные свойства потенциалов двойного и простого слоя и граничные условия первой и второй краевых задач, для определения неизвестных векторов φ и ψ получаем следующие интегральные уравнения:

$$\frac{1}{2} \varphi(z) + \int_S [T(\partial_\nu, n(y)) H(z-y)]' \varphi(y) d_y S = f(z), \quad (1)$$

$$-\frac{1}{2} \psi(z) + \int_S T(\partial_z, n(z)) H(z-y) \psi(y) d_y S = g(z). \quad (2)$$

(Символом $[B]'$ обозначена матрица, полученная транспонированием матрицы B .)

Рассмотрим полином комплексного переменного τ

$$\det \|A_{ij}(\nu(y) + \tau n(y))\|,$$

где $\nu(y)$ — единичный касательный вектор многообразия S в точке y . Пусть γ^+ — контур в верхней комплексной полуплоскости, охватывающий все нули этого полинома с положительными мнимыми частями и $A^{-1}(\nu(y) + \tau n(y))$ — матрица, обратная для $A(\nu(y) + \tau n(y))$.

Развивая методы теории сингулярных интегральных уравнений [2, 9, 10], можно доказать, что полученные интегральные уравнения (1) и (2) — сингулярные, символические детерминанты вычисляются формулами

$$\overline{\det \Phi(z, \nu(z))} = \det \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma^+} T(\nu(z) + \tau n(z), n(z)) A^{-1}(\nu(z) + \tau n(z)) d\tau$$

и

$$\det \Phi(z, \nu(z)) = \det -\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma^+} T(\nu(z) + \tau n(z), n(z)) A^{-1}(\nu(z) + \tau n(z)) d\tau$$

соответственно, они отличны от нуля и для интегральных уравнений справедливы теоремы Фредгольма.

Отсюда, так же как в [2], можно доказать справедливость следующей теоремы.

Теорема 2. Если $S \in \mathcal{L}_2(\alpha)$, первая краевая задача имеет единственное регулярное решение при произвольном $f \in C^{1,\beta}(S)$ ($0 < \beta \leq 1$). Если $D = D^+$, $S \in \mathcal{L}_1(\alpha)$ и $g \in C^{0,\beta}(S)$, то вторая краевая задача имеет регулярное решение тогда и только тогда, когда

$$\int_S g(y) u(y) d_y S = 0, \quad u_i(y) = a_i + \sum_{j=1}^m b_{ij} y_j,$$

где a_i, b_{ij} — произвольные постоянные, удовлетворяющие условиям $b_{ij} = -b_{ji}$.



Если же $D = D^-$, $S \in \mathcal{L}_1(\alpha)$ и $g \in C^{0,\beta}(S)$, то при $m > 2$ вторая краевая задача имеет регулярное решение при произвольном g , а при $m = 2$ вторая краевая задача имеет регулярное решение в том и только в том случае когда

$$\int_S g(y) d_y S = 0.$$

В заключение отметим, что методом потенциала и интегральных уравнений можно исследовать и другие краевые задачи теории упругости — для анизотропных однородных сред.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 22.7.1977)

დრეკადობის თეორია

რ. კაპანადე

დრეკადობის თეორიის სასაზღვრო ამოცანების შესახებ
ანიზოტროპული ერთგვაროვანი გარემოსათვის

რეზიუმე

პოტენციალისა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდით შესწავლილია პირველი და მეორე სასაზღვრო ამოცანა ანიზოტროპული ერთგვაროვანი დრეკადი გარემოს სტატიკის განტოლებებისათვის.

THEORY OF ELASTICITY

R. V. KAPANADZE

ON THE BOUNDARY PROBLEMS OF THE THEORY OF ELASTICITY FOR ANISOTROPIC HOMOGENEOUS MEDIUMS

Summary

The first and the second boundary problems of equations of statics of anisotropic homogeneous mediums are studied by the method of potential and singular integral equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа и др. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
3. Г. Фикера. Теорема существования в теории упругости. М., 1974.
4. М. О. Башелейшвили, Д. Г. Натрошвили. ДАН СССР, 231, № 1, 1976.
5. В. Д. Купрадзе. Методы потенциала в теории упругости. М., 1963.
6. Т. В. Бурчуладзе. Труды Тбил. матем. ин-та АН ГССР, 27, 1960.
7. М. О. Башелейшвили. Труды Вычис. центра АН ГССР, 3, 1963.
8. Ф. Ион. Плоские волны и сферические средние. М., 1958.
9. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1966.
10. С. Г. Михлин. Многомерные интегралы и интегральные уравнения. М., 1962.

З. И. МУНДЖИШВИЛИ, М. А. КАЛОЕВ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 15.5.1977)

Оптимизация управления большими производственными объектами с целью повышения эффективности их функционирования может быть достигнута различными путями и средствами, например повышением уровня механизации и автоматизации технологических процессов, совершенствованием системы стимулирования, автоматизацией информационных работ и т. д.

Определение оптимальной траектории достижения поставленной цели — повышения эффективности общественного производства — является важной, первостепенной задачей.

Для решения поставленной задачи необходимы прежде всего формирование множества подцелей A_i , ($i = \overline{1, n}$), выработка альтернативных траекторий достижения каждой подцели a_{ij} , ($j = \overline{1, m_i}$) и выбор оптимального варианта действий (под траекторией мы понимаем совокупность взаимосвязанных действий, делающих возможным достижение поставленной цели).

Решение поставленной задачи сводится к решению следующих двух подзадач: формирование подцелей и выработка альтернативных траекторий их достижения; упорядочение подцелей, необходимое для задания приоритета на уровне подцелей и оценки альтернативных траекторий достижения каждой подцели для выбора оптимальной.

Таким образом, мы имеем дело с типичной иерархической структурой целей типа «дерево».

При определении приоритета на уровне целей в качестве критерия выступает глобальная цель — повышение эффективности общественного производства, при оценке альтернативных траекторий критериями оптимальности являются минимизация временных, трудовых и материальных затрат.

Задача такого типа всегда возникает перед специалистами, осуществляющими совершенствование системы управления.

Рассматриваемая ниже методика решения такого типа задач разработана и применяется при создании АСУ ряда промышленных объектов республики. Методика опирается на системное использование методов психоэвристического программирования и многокритериального шкалирования.

Процесс выработки подцелей и путей их достижения является интеллектуальным процессом, опирающимся на психоэмоциональный эффект. В процессе решения проблемы требуются выявление неожиданных ассоциаций, выработка аналогов решения конкретных процедур с помощью эвристик, создание благоприятных условий выдвижения новых идей и т. д.



Методом, позволяющим учитывать перечисленные требования и успешно решать поставленную задачу формирования целей и выработки альтернативных траекторий их достижения, является метод ИПИД, разработанный акад. В. В. Чавчанидзе [1]. Метод охватывает все средства и приемы известных в настоящее время методов управления интеллектуальной деятельностью (метод «мозговой атаки», программированное обучение, эвристическое программирование, синектика, коллективное обсуждение и др.) и дополнительно имеет ряд возможностей более полного использования интеллектуальных способностей участников решения проблемы.

Метод опирается на когерентную теорию мозга и исходит из его квантово-волновой природы [1]. Согласно этой теории, процесс мышления рассматривается как совокупность сознательного и бессознательного мышлений, которые определяются классической (C) и волновой (Q) структурами. Доказывается, что внешний мир «поставляет» сенсорным органам последовательности событий $\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ и представляет их на нейронах C и Q сетей. Доказывается, что «взаиморасположение, геометрия, топология, микро- и макроархитектоника мозга таковы, что потоки сигналов, будучи однажды одновременно согласованными по фазе, далее, дивергируя и конвергируя, остаются таковыми, по крайней мере, до конца психофизиологических актов, связанных с мыслительной деятельностью» [1, стр. 47]. Доказывается также, что и случайное усиление согласованных по фазе сигналов, идущих к точкам конвергенции сигналов разных пространственно-временных точек мозга, создает эффект, который называется эффектом психоинтеллектуальной генерации. Это позволяет в процессе ИПИД эффективно извлекать так называемую неформальную составляющую мышления (за 3—4 часа ПИГа).

Согласно правилам, изложенным в работе [1], для решения поставленной проблемы нами разработана и применяется психоэвристическая программа. Путем активного психоэмоционального воздействия на исследуемых (в данном случае — руководители разных уровней объекта управления) строится «дерево» целей и траектории достижения подцелей.

После формирования множества подцелей A_i и альтернативных траекторий их достижения a_{ij} ставится задача определения приоритетности на уровне подцелей и оценки приемлемости каждой подцели из множества A_i . Далее ставится задача по критериям минимизации временных материальных и трудовых затрат с целью упорядочения и выбора в дальнейшем оптимальной траектории достижения каждой подцели.

Таким образом, следующий этап решения проблемы сводится к решению многокритериальной оптимизационной задачи.

Как показывают наши теоретические исследования и практические результаты, задачи такого типа успешно решаются методом многокритериального шкалирования качественных характеристик [2].

Количественное упорядочение множества элементов по набору качественных критериев производится в несколько этапов. Сначала это множество упорядочивается по каждому критерию в отдельности. Потом строится шкала предпочтений на самих критериях эффективности. При шкалировании критериев в качестве критерия эффективности обычно используется глобальная цель исследуемой проблемы. После этого строится комплексная шкала предпочтений на упорядочиваемом

множестве элементов по всем критериям эффективности (многокритериальная шкала), которая позволяет выбрать оптимальное решение.

Метод многокритериального шкалирования базируется на экспертном опросе группы специалистов. Однако экспертный опрос в данном случае является не самоцелью, а способом получения необходимой для шкалирования информации. С использованием этой информации на основе строго обоснованной методики и математически доказуемых результатов строится тот или иной (в зависимости от требований задачи) тип производной шкалы измерений, задающей на упорядочиваемом множестве количественную функцию, определяющую порядок предпочтения элементов, в соответствии с заданным критерием.

Известно, что информация, полученная с использованием экспертного опроса, имеет субъективный характер. Известно также, что чем сложнее требуемая от экспертов информация, тем больше вероятность ошибки экспертов и недостоверность экспертных данных. С целью уменьшения субъективных факторов в методе многокритериального шкалирования используется простейший метод экспертного опроса — метод парного сравнения. В рамках этой методики разработаны процедуры экспертного опроса, позволяющие на основе использования минимальной доступной информации типа «хуже», «лучше», «эквивалентны» строить практически любой тип количественной шкалы предпочтений. Причем используемая методика экспертного опроса эффективнее всех существующих в смысле временных и материальных затрат на экспертизу.

Все расчеты, связанные с реализацией приведенной выше методики, выполняются с помощью разработанного нами пакета прикладных программ для ЭВМ ЕС.

Описанная выше методика системного анализа управления внедрена нами в наших разработках АСУ предприятий, промышленных комплексов, отраслей. По сравнению с существующими методами, она в среднем в 5 раз уменьшает временные и трудовые затраты на разработку систем управления, позволяет формулировать качественно новые решения и т. д.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Получено 24.6.1977)

კიბერნეტიკა

ზ. მუხრანბერი, ა. კალოჯი

სისტემური ანალიზი წარმოების მართვაში

რეზიუმე

განხილულია საზოგადოებრივი წარმოების ეფექტიანობის ამაღლების ამოცანის გადაწყვეტის საკითხი ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გამოყენებით. შემუშავებული მეთოდიკა საშუალებას იძლევა ელექტრონული გამოთვლელი მანქანების გამოყენებით გადაწყვეტილ იქნეს წარმოების მართვის სრულყოფის ფართო კლასი — წარმოების ეფექტიანობის ამაღლების მიზნების, გზების, საშუალებების მოძებნა და რეალიზაცია.

Z. I. MUNJISHVILI, M. A. KALOEV

SYSTEMS ANALYSIS IN PRODUCTION CONTROL

Summary

A technique of systems analysis in production control using the methods of artificial intelligence is given.

The technique developed permits the use of computers to solve problems of improving production i. e. setting the aims and criteria, increasing the effectiveness of production, choice of ways and means of their realization.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Проблема управления интеллектуальной деятельностью. Под ред. В. В. Чавчанидзе. Тбилиси, 1974.
2. В. Е. Жуковин, М. А. Калоев. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.

Л. Л. АЗАРЯН

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ
 С ФИКСИРОВАННЫМИ ДОПЛАТАМИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 23.12.1976)

При решении задач целочисленного программирования комбинаторными методами важную роль играют оценки значений целевой функции на подмножествах допустимых решений.

В работе [1] описана общая схема вычислений оценок для целочисленных задач с помощью функции Лагранжа. При этом получаются более точные оценки, чем задаваемые «непрерывными» задачами, образованными из исходной отбрасыванием требования целочисленности переменных.

В данной работе этот подход используется для решения транспортной задачи с фиксированными доплатами:

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_{ij} + r_{ij} y_{ij}), \quad (1) \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad (3) \quad 0 \leq x_{ij} \leq d_{ij} y_{ij}, \quad (4) \quad y_{ij} \in \{0, 1\}. \quad (5)$$

Вычисление оценки. Пусть S есть область допустимых решений задачи, а

$$R_i = \left\{ x_{ij}, y_{ij} \setminus \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad 0 \leq x_{ij} \leq d_{ij} y_{ij}, \quad y_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i \text{ фиксировано} \right\}.$$

$$R = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_m$$

Тогда

$$\begin{aligned} z_0 &= \min_s \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_{ij} + r_{ij} y_{ij}) = \\ &= \min_R \max_u \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_{ij} + r_{ij} y_{ij}) - \sum_{j=1}^n u_j \left(\sum_{i=1}^m x_{ij} - b_j \right) \right]. \end{aligned}$$

Поменяв порядок выполнения операций \min и \max , получим

$$z_0 \geq \max_u \min_R \left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [(c_{ij} - u_j) x_{ij} + r_{ij} y_{ij}] + \sum_{j=1}^n b_j u_j \right\} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \max_u \left\{ \sum_{i=1}^m \min_{R_i} \sum_{j=1}^n [(c_{ij} - u_j) x_{ij} + r_{ij} y_{ij}] + \sum_{j=1}^n b_j u_j \right\} = \\
 &= \max_u \left[\sum_{i=1}^m \varphi_i(u) + \sum_{j=1}^n u_j b_j \right] = \max_u F(u),
 \end{aligned}$$

где

$$\varphi_i(u) = \min_{R_i} \sum_{j=1}^n [(c_{ij} - u_j) x_{ij} + r_{ij} y_{ij}]. \quad (6)$$

Функции $\varphi_i(u)$ ограничены, кусочно-линейны и выпуклы вверх [1]. Вектор \bar{u} , максимизирующий функцию $F(u)$, называется вектором обобщенных множителей Лагранжа (ОМЛ).

Отметим, что число опорных допустимых решений задачи (6) конечно. Пусть $R_i = \{x_{ij}^t, y_{ij}^t, t \in T_i\}$. Тогда

$$\varphi_i(u) = \min_{t \in T_i} \sum_{j=1}^n [(c_{ij} - u_j) x_{ij}^t + r_{ij} y_{ij}^t]. \quad (7)$$

Обозначим

$$\mu_i = \varphi_i(u), \quad \mu_i \leq \sum_{j=1}^n [(c_{ij} - u_j) x_{ij}^t + r_{ij} y_{ij}^t], \quad t \in T_i.$$

Тогда оценочная задача сводится к следующей задаче линейного программирования:

$$\max_n \left(\sum_{i=1}^m \mu_i + \sum_{j=1}^n b_j u_j \right), \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n u_j x_{ij}^t + \mu_i \leq \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^t + r_{ij} y_{ij}^t. \quad (9)$$

$$t \in T_i, \quad i = 1, \dots, m$$

Двойственной к ней будет

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{t \in T_i} \left(\sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^t + r_{ij} y_{ij}^t \right) \lambda_{it}, \quad (10)$$

$$\sum_{t \in T_i} \lambda_{it} = 1, \quad (11) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{t \in T_i} x_{ij}^t \lambda_{it} = b_j, \quad (12) \quad \lambda_{it} \geq 0. \quad (13)$$

Для ее решения применяется принцип декомпозиции Данцига—Вульфа, при котором используется не вся информация о задаче, а векторы ее вырабатываются по мере надобности. Решение осуществляется с помощью программы мультипликативного алгоритма симплексного метода, позволяющей работать в режиме, при котором векторы



для ввода в базис вырабатываются по специальным подпрограммам, являющимся решениями задач (6).

Нужно отметить, что на первых циклах можно ограничиваться приближенными решениями задач (6). При этом для решения задачи (10) — (13) принята следующая стратегия. Сначала используются векторы, получаемые по приближенному методу. Если для всех таких векторов выполняются условия оптимальности, переходим к выработке векторов точным методом, затем осуществляется один цикл симплекса и снова переход на приближенное решение. Решение задачи заканчивается, если для всех векторов, выработанных точным методом, оказываются выполненными условия оптимальности. Точный метод решения подзадач основан на схеме динамического программирования, приближенный алгоритм последовательно фиксирует максимально возможные значения переменных, упорядоченных в порядке возрастания

$$\text{величин } (c_{ij} - u_j) + \frac{r_{ij}}{d_{ij}}.$$

Метод ветвей и границ. Специфика используемого метода ветвей и границ основана на том, что при фиксации очередного варианта по таблицам динамического программирования, построенным для решения подзадач при полученном значении \bar{u} , вычисляются эффективные оценки.

Назовем вариантом ветвления целочисленный вектор $x_{ij}^p = \{x_{1j}^p, \dots, x_{mj}^p\}$,

для которого выполняются условия $\sum_{i=1}^m x_{ij}^{p,j} = b_j$. Для каждого варианта

вычисляется оценка. Вычисление оценки осуществляется следующим образом: пусть зафиксированы последние $(n-k)$ столбцов матрицы $\|x_{ij}\|$, имен-

но, $\sum_{i=1}^m x_{ij}^{p,j} = b_j$. Для варианта $x_{ik}^{p,k}$ k -го столбца получаем следующую оценку:

$$\begin{aligned} \min & \left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{k-1} (c_{ij}x_{ij} + r_{ij}y_{ij}) \setminus \sum_{i=1}^{k-1} x_{ij} = b_j, \sum_{j=1}^{k-1} x_{ij} \leq a_i - \sum_{j=k}^n x_{ij}^p, \right. \\ & \left. 0 \leq x_{ij} \leq d_{ij}y_{ij}, y_{ij} \in \{0, 1\} \right\} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij}x_{ij}^{p,j} + r_{ij}y_{ij}^{p,j}) \geq \\ & \geq \sum_{i=1}^m \left[\min \sum_{j=1}^{k-1} (c_{ij} - \bar{u}_j) x_{ij} \setminus \sum_{j=1}^{k-1} x_{ij} \leq a_i - \sum_{j=k}^n x_{ij}^{p,j} \right] + \\ & + \sum_{i=1}^m \sum_{j=k}^n (c_{ij}x_{ij}^{p,j} + r_{ij}y_{ij}^{p,j}) + \sum_{j=1}^{k-1} b_j u_j = \delta(x_k^{p,k}). \end{aligned}$$

$\min \sum_{j=1}^{k-1} (c_{ij} - \bar{u}_j) x_{ij}$ легко вычисляются по таблицам динамического программирования, построенным для задач (6). Варианты располага-



ются в порядке возрастания оценки. Если известно некоторое приближенное решение x^{np} , то из перебора исключаются все варианты с оценкой $\delta(x) \geq L(x^{np})$, остальные запоминаются с их оценками. Если после фиксации всех переменных получается новое допустимое решение $\tilde{x} \subset \delta(\tilde{x}) < L(\tilde{x})$, в качестве $L(x^{np})$ используется $L(\tilde{x})$ -(рекорд). Если на некотором шаге не удастся построить ни одного варианта с $\delta(x) < L(x^{np})$, осуществляется возврат к ближайшему узлу, где имеется еще неперебранный вариант с оценкой, меньшей $L(x^{np})$. Если во всех узлах не останется ни одного варианта с оценкой, меньшей, чем рекорд, то последнее полученное решение оптимально.

Результаты вычислительного эксперимента. Описанный подход был реализован в виде системы программ, составленных на языке АЛГОЛ на БЭСМ-6. Параметры тестовых задач генерировались равномерно распределенными на определенных интервалах и округлялись до целых чисел. Так, коэффициенты c_{ij} обычно выбирались из интервала (5,14), r_y —(10,70), l_{i0} (10,100), a_i —(5,14), b_j —(3,6), $d_{ij} = \text{pin}(a_i, b_j)$.

Основные результаты вычислений приведены в таблице.

Размерность	Количество	Среднее время получения оценки	Среднее время получения решения	Относительная точность оценки, %
5×10	55	36"	4"	1,38
10×20	15	4'	20"	0,69
15×30	5	12'30"	5'30"	1,2

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 24.12.1976)

კიბერნეტიკა

ლ. აზარიანი

ფიქსირებული დანამატებით სატრანსპორტო ამოცანის ამოხსნის ერთი მიდგომის შესახებ

რეზიუმე

მთელრიცხოვანი დაპროგრამების მნიშვნელოვანი კლასის ამოცანების ამოხსნისათვის გამოიყენება მიდგომა, რომელიც მიზნობრივი ფუნქციის შეფასებათა მოსაძებნად იყენებს ლაგრანჟის ფუნქციას.

CYBERNETICS

L. L. AZARIAN

ON AN APPROACH TO THE SOLUTION OF A TRANSPORT PROBLEM WITH FIXED ADDITIONAL CHARGES

Summary

The approach using the Lagrange function for determination of estimations of integral function significance is used for the solution of an important class of integral programming problems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. С. С. Лебедев. Экономика и математические методы, № 10, 3, 1974.

Э. С. КОРЕЛОВ

ДВУХУРОВНЕВАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ ВАЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПО МНОГИМ КРИТЕРИЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 28.7.1977)

Во многих областях человеческой деятельности (экономика, техника, социальные системы и т. п.) часто возникают задачи количественной оценки важности элементов некоторого множества реальных объектов (планов, проектов, вариантов поведения, решений и т. п.) по многим критериям эффективности. Почти все известные методы оценки важности используют в той или иной степени некоторую эвристическую информацию, полученную путем экспертного опроса.

С увеличением числа критериев оценки эксперты становятся все более безразличными в своих суждениях, т. е. все большей совокупности критериев придают одинаковые веса. Во избежание этого необходимо методичку оценки разработать таким образом, чтобы эксперты оценивали не отдельные критерии, а группы критериев одинакового назначения, а оценка самих критериев производилась бы расчетным путем. Это позволит свести к минимуму информацию, полученную от экспертов. К тому же им легче оценить веса групп критериев, нежели самих отдельных критериев.

В этой статье предлагается один метод, учитывающий вышеуказанные соображения.

Пусть имеется некоторое множество объектов $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$. Оценка важности этих объектов производится по некоторой совокупности n количественно измеримых критериев эффективности. Предполагается, что произведено разбиение этой совокупности критериев на l групп критериев одинакового назначения. Это разбиение зависит от решаемой конкретной задачи оценки важности.

Введем следующие обозначения: n_i —число критериев в i -й группе критериев, $i = \overline{1, l}$; $K_i^y(x_j)$ —значение y -го ($y = \overline{1, n_i}$) критерия i -й ($i = \overline{1, l}$) группы критериев для j -го ($j = \overline{1, m}$) объекта; λ_i^y —вес y -го ($y = \overline{1, n_i}$) критерия i -й ($i = \overline{1, l}$) группы критериев;

$$\bar{K}_i^y = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m K_i^y(x_j); \quad \Delta \bar{K}_i^y = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m |K_i^y(x_j) - \bar{K}_i^y|; \quad \xi_i^y = \frac{\Delta \bar{K}_i^y}{\bar{K}_i^y}.$$



Величину ξ_i^v примем за меру разброса v -го ($v = \overline{1, n_i}$) критерия i -й ($i = \overline{1, l}$) группы критериев. Очевидно, что в качестве меры разброса можно было взять и другие характеристики (дисперсию, энтропию и т. п.), но эта отличается простотой и легко вычисляется.

Исходя из некоторых практических соображений, мы сформулируем следующую аксиому, на которой основываются наши расчеты. Аксиома: вес критерия пропорционален разбросу значений этого критерия в сравниваемых объектах

$$\lambda_i^v = A_i \xi_i^v, \quad v = \overline{1, n_i}, \quad i = \overline{1, l}.$$

Условие нормировки этих весов $\left(\sum_{v=1}^{n_i} \lambda_i^v = 1 \right)$ дает нам выражение для коэффициента пропорциональности

$$A_i = \frac{1}{\sum_{v=1}^{n_i} \xi_i^v}.$$

Таким образом, знание значений критериев на объектах позволяет нам расчетным путем определить значения весов

$$\lambda_i^v = \frac{\xi_i^v}{\sum_{v=1}^{n_i} \xi_i^v}.$$

Для оценки важности j -го ($j = i, m$) объекта по i -й группе критериев можно использовать линейный обобщенный критерий

$$\mu_i(x_j) = \sum_{v=1}^{n_i} \lambda_i^v K_i^v(x_j),$$

либо мультипликативный критерий

$$\mu'_i(x_j) = \prod_{v=1}^{n_i} [K_i^v(x_j)]^{\lambda_i^v}.$$

Выбор формы объединения зависит от конкретной задачи оценки важности.

Обобщенная оценка важности объектов складывается из оценок важности по всем группам критериев с учетом весов, присвоенных экспертами каждой группе критериев. Обозначив эти веса через λ_i , мы для обобщенной оценки получаем формулы

$$\mu(x_j) = \sum_{i=1}^l \lambda_i \sum_{v=1}^{n_i} \lambda_i^v K_i^v(x_j), \quad j = \overline{1, m}$$

ИЛИ

$$\mu'(x_j) = \sum_{i=1}^l \lambda_i \prod_{\nu=1}^{n_i} [K_i^\nu(x_j)]^{\lambda_i^{\nu}}, \quad j = \overline{1, m}.$$

Величины λ_i могут быть определены, например, методом парных сравнений или же другими методами [1]. На применение последней формулы для оценки важности объектов указано также и в [2].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 29.7.1977)

კიბერნეტიკა

მ. კორელოვი

ობიექტთა პრიორიტეტის შეფასების ორდონიანი იერარქიული პროცედურა ეფექტურობის მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით
 რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია ობიექტთა პრიორიტეტის შეფასების ორდონიანი იერარქიული პროცედურა ეფექტურობის მრავალი კრიტერიუმის შესაბამისად.

პირველი დონის შეფასებები მიიღება ექსპერტთა გამოკითხვის საფუძველზე ეფექტურობის კრიტერიუმთა ერთობლიობის გათვალისწინებით, ხოლო ცალკეულ კრიტერიუმთა პრიორიტეტის შეფასებები (მეორე დონის შეფასებები) გამოითვლება როგორც კრიტერიუმთა მნიშვნელობების გაფანტვის ფუნქცია შესადარებელ ობიექტთა შესაბამისად. ობიექტთა პრიორიტეტის გლობალური შეფასება მიიღება წრფივი განზოგადებულ კრიტერიუმის ან პოზინომის სახით.

CYBERNETICS

E. S. KORELOV

A TWO-LEVEL HIERARCHICAL PROCEDURE OF ESTIMATING THE SIGNIFICANCE OF OBJECTS ACCORDING TO MANY CRITERIA OF EFFICIENCY

Summary

A two-level procedure of object significance estimation according to many criteria of efficiency is suggested. The first-level estimations are obtained on the basis of expert judgements of the significance of criteria groups. Significance estimations of individual criteria are calculated as a function of dispersion of criteria values for the systems compared. The total estimation of object significance is calculated as a linear form or as a posinome.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. Экспертные оценки. М., 1973.
2. Р. Даффин, Э. Питерсон, К. Зенер. Геометрическое программирование. М., 1972.

В. А. ТАРАН, Д. П. КАКАБАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 12.9.1977)

В [1] рассматривается самонастраивающаяся система, где настройка параметров системы производится методом случайного поиска. Показано, что такие системы могут быть реализованы из одноступенчатых независимо настраиваемых цепей.

Применяется адаптивный алгоритм изменения вектора z для нахождения минимума функции $Q(z)$. Алгоритм построен так, что, если смещение вектора z по некоторому направлению приводит к улучшению функции цели $Q(z)$, то распределение случайных шагов изменяется, увеличивая вероятность шага по данному направлению. Увеличение тем значительнее, чем больше отношение приращения функции цели к приращению вектора z .

Алгоритм, предложенный в [1], сходится при условии, что целевая функция возрастает не быстрее квадратичной формы, норма матрицы которой меньше единицы. Это условие выполняется не всегда, и его трудно проверить. В данной работе предложена модификация алгоритма, не обладающего указанным недостатком, и доказывается сходимость алгоритма.

1. Рассматривается следующий алгоритм случайного поиска экстремума (минимума) функции $Q(z)$ [1]. Вектор $z[i]$, характеризующий состояние системы на i -м шаге, определяется состоянием системы в $(i-1)$ -й момент времени и составляющими $\lambda[i]$ и $Y[i]$

$$z[i] = z[i-1] + \lambda[i] + Y[i]$$

или

$$\Delta z[i] = \lambda[i] + Y[i], \quad (1,1)$$

где $z[i]$ — n -мерный вектор параметров системы, $\Delta z[i] = z[i] - z[i-1]$, $Y[i]$ — n -мерная векторная случайная функция с плотностью распределения

$$\varphi(Y[i]) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n |K|}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} Y[i] K^{-1} Y^T[i] \right\}.$$

Здесь K — корреляционная матрица.

Переменная $\lambda[i]$ в правой части (1,1) в отличие от [1] определяется уравнением

$$\lambda[i] = \lambda[i-1] \xi - \Delta z[i-1] \Psi(\Delta Q[i-1]), \quad (1,2)$$



где

$$\Psi = \begin{cases} 1 + \xi - \varepsilon & \text{при } \Delta Q[i-1] > 0, \\ -1 + \xi + \varepsilon & \text{при } \Delta Q[i-1] < 0 \end{cases} \quad (1,3)$$

или

$$\lambda[i] = \lambda[i-1]\xi - \Delta z[i-1] \{ \xi + (1 - \varepsilon) \text{sign } \Delta Q[i-1] \}, \quad (1,4)$$

где

$$\xi \in (0,1), \varepsilon \in (0,1), \Delta Q[i] = Q[i] - Q[i-1].$$

Введем понятие устойчивости применительно к рассматриваемой системе, аналогичное приведенному в [1]. Система, описываемая уравнениями свободного движения при $Y[i] \equiv 0$, согласно (1,2)—(1,4)

$$\Delta z[i] = \lambda[i], \quad (1,5)$$

$$\lambda[i] = \lambda[i-1]\xi - \Delta z[i-1] \{ \xi + (1 - \varepsilon) \text{sign } \Delta Q[i-1] \},$$

или

$$\lambda[i] = -\lambda[i-1] (1 - \varepsilon) \text{sign } \Delta Q[i-1], \quad (1,6)$$

может находиться в любой точке покоя z_0 .

При этом

$$z[i] = z_0 + \lambda_0 s[i] \text{ и } Q(z[i]) = Q(z_0 + \lambda_0 s[i]),$$

где $s[i]$ —некоторая скалярная функция.

Определение. Под устойчивой системой будем понимать такую систему, которая будучи выведена из состояния покоя в точке z_0 , с течением времени стремится к новой точке покоя z_1 , причем

$$Q(z_1) \leq Q(z_0).$$

Требуется определить устойчивость рассматриваемой системы.

2. Теорема. Система устойчива в смысле данного выше определения, если выполняется условие $0 \leq \varepsilon \leq \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ и Q — унимодальная функция от $s[i]$ при любых значениях векторов z_0 и λ_0 .

Доказательство теоремы опирается на две леммы.

Лемма 1. Алгоритм поиска (1,5)—(1,6) при $Y[i] \equiv 0$ сходится к пределу $s_{\text{пред}}$.

Лемма 2. Если $s[0] > s_{\text{экстр}}$, то

$$s_{\text{экстр}} \leq \lim_{i \rightarrow \infty} s[i] = s_{\text{пред}} < s[0],$$

если $s[0] < s_{\text{экстр}}$, то

$$s_{\text{экстр}} \geq s_{\text{пред}} > s[0],$$

где $S[0]$ начальное состояние системы.

В силу унимодальности Q

$$Q(s_{\text{пред}}) < Q(s[0]).$$

Теорема доказана.

3. Рассмотренный алгоритм поиска экстремума имеет ту особенность, что он допускает реализацию системы из однотипных независимых цепей.

Данный алгоритм сходится, если выполняется условие $0 \leq \varepsilon \leq \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ и любое одномерное сечение $Q(z)$ унимодальная функция от z .

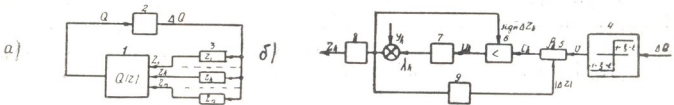


Рис. 1. Схема экстремальной системы: а) общая схема, б) схема весового элемента. 1—Объект управления, 2 — генератор напряжения, 3—элемент веса, 4—релейный элемент, 5—управляемое сопротивление, 6 — усилитель, 7 — фильтр, 8 — интегратор, 9 — звено выделения модуля

Схема для реализации требуемого закона управления показана на рис. 1. Сигнал об изменении функции цели с объекта 1 преобразуется в напряжение $U[i] = \Delta Q[i]$ датчиком 2. К датчику 2 через релейный элемент 4 подключаются входные элементы 5 цепей настройки 3, входная проводимость которых равна $\rho_h = |\Delta z_h|$. Ток $i_h = U \rho_h = U |\Delta z_h|$ поступает на вход функционального блока 6, на второй вход которого подается сигнал Δz_h . С выхода функционального блока 6 снимается напряжение $U_h = i_h \cdot \text{Sign} \Delta z_h = U \Delta z_h$, поступающее на фильтр 7 с передаточной функцией $1/(e^q - \xi)$. На выходе фильтра 7 получается сигнал $\lambda_h[i]$. Сумма сигналов $\lambda_h[i] + Y_h[i]$ подается на интегратор 8, $\Delta z_h[i] = \lambda_h[i] + Y_h[i]$, где $Y_h[i]$ —случайный сигнал, поступающий от генератора случайных сигналов.

В действительности при наличии случайных сигналов $Y[i]$ алгоритм не будет сходиться к экстремальной точке, а будет блуждать в ее окрестности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт систем управления

Московский институт
электронной техники

(Поступило 16.9.1977)

კომპიუტერული

3. ტარანი, ლ. კაკაბაძე

შემთხვევითი ძიების ალგორითმის ერთი მოდიფიკაციის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია თვითაწყობადი სისტემა, რომელიც მუშაობს შემთხვევითი ძიების მეთოდით. მოყვანილია ალგორითმის რეალიზაციის სტრუქტურული სქემა და დამტკიცებულია ალგორითმის კრებადობა. კვლევა წარმოებს უნიმოდალური სახის მიზნის ფუნქციებისათვის.



V. A. TARAN, D. P. KAKABADZE

ON ONE MODIFICATION OF A RANDOM SEARCH ALGORITHM

Summary

A self-adjustment system working by the method of random search is discussed. The structural diagram for the realization of the adjustment algorithm is given and the convergence of the algorithm is proved. The study was carried out for a unimodal function of target.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Таран. Изв. АН СССР, техн. киберн., № 4, 1968.

А. В. ШУРГАЯ

МЕТОД СИЛЬНОЙ СВЯЗИ В КАЛИБРОВОЧНОЙ ТЕОРИИ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 20.7.1977)

В последнее время интенсивно изучаются нелинейные модели в рамках теории поля. В основном рассмотрены модели в двумерном пространстве-времени. Лишь некоторые из них посвящены изучению реалистических 4-мерных моделей. В частности, установлено, что в классической калибровочной теории с триплетом хигсовских бозонов существуют решения типа монополя [1, 2], существуют также решения, обладающие как электрическим зарядом, так и магнитным [3]. В работе [4] получен эффективный гамильтониан в секторе указанных решений.

В настоящей заметке мы исследуем квантовое поведение калибровочной теории на основе канонических преобразований Н. Н. Боголюбова [5]. Плотность лагранжиана системы имеет вид

$$L = \frac{1}{4} \int F_{\alpha}^{\sigma\nu} F_{\sigma\nu} d\vec{x} + \frac{1}{2} \int D_{\mu} \varphi_{\alpha} D^{\mu} \varphi_{\alpha} d\vec{x} + \int U(\varphi_{\alpha}) d\vec{x},$$

$$F_{\alpha}^{\sigma\nu} = \partial^{\sigma} A_{\alpha}^{\nu} - \partial^{\nu} A_{\alpha}^{\sigma} + g \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} A_{\beta}^{\sigma} A_{\gamma}^{\nu},$$

$$D_{\mu} \varphi_{\alpha} = \partial_{\mu} \varphi_{\alpha} + g \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} A_{\mu\beta} \varphi_{\gamma},$$

а $U(\varphi_{\alpha})$ — полином четвертой степени со свойством

$$U(\varphi_{\alpha}, g) = \frac{1}{g^2} U(g\varphi_{\alpha}, 1).$$

Канонические импульсы определяются равенствами

$$\pi_{\alpha}^{\mu} = \frac{\delta L}{\delta \dot{A}_{\mu\alpha}} = F_{\alpha}^{\mu 0}, \quad \pi_{\alpha} = \frac{\delta L}{\delta \dot{\varphi}_{\alpha}} = D_0 \varphi_{\alpha}$$

и связаны следующими соотношениями:

$$D_{\mu} \pi_{\alpha}^{\mu} + g \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} \varphi_{\beta} \pi_{\gamma} = 0.$$

Полагая $\varphi_{\alpha} = \varphi \delta_{\alpha 3}$, получаем из них

$$\partial_j \pi_{\alpha}^j + g \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} A_{j\beta} \pi_{\gamma}^j + g^2 \varphi^2 (A_{0\alpha} - \delta_{\alpha 3} A_{03}) = 0.$$

Отсюда при $\alpha=1, 2$ можно выразить $A_{0\alpha}$ через независимые переменные, а при $\alpha=3$ получаем равенство, указывающее, что продольная часть импульса π_3^i — зависимая величина. Действительно, так как

$$\partial_j \pi_3^j + g \varepsilon_{3\beta\gamma} A_{j\beta} \pi_{\gamma}^j = 0,$$

то, выбирая кулоновскую калибровку, можно показать, что

$$\pi_3^i = - \frac{\partial}{\partial x_i} g \varepsilon_{3\beta\gamma} \int G(\vec{x} - \vec{y}) A_{j\beta}(\vec{y}) \pi_{\gamma}^j(\vec{y}) d\vec{y},$$



где $G(\bar{x} - \bar{y})$ — кулоновская функция Грина. Теперь можно выписать гамильтониан через независимые переменные:¹⁾

$$\begin{aligned}
 H = & \frac{1}{2} \int (\pi_a^i \pi_a^i + \pi_3^i \pi_3^i + \pi^2) d\bar{x} + \int \left(\frac{1}{2} \nabla_i \varphi \nabla^i \varphi + U(\varphi) \right) d\bar{x} + \\
 & + \frac{1}{2g^2} \int \frac{1}{\varphi^2} (\nabla_i \pi_a^i + g \varepsilon_{\alpha\sigma\nu} A_{i\sigma} \pi_\nu^i) (\nabla_j \pi_a^j + g \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} A_{j\beta} \pi_\gamma^i) d\bar{x} + \\
 & + \frac{1}{4} F_{\alpha j} F_\alpha^{ij} d\bar{x} + \frac{1}{2} g^2 \int \varphi^2 A_{ai} A^{ai} d\bar{x} + \\
 & + \frac{1}{2} g^2 \varepsilon_{3ab} \varepsilon_{3cd} \int A_{ia}(\bar{x}) \pi_b^i(\bar{x}) \frac{1}{4\pi(\bar{x}-\bar{y})} A_{jc}(\bar{y}) \pi_d^j(\bar{y}) d\bar{x} d\bar{y}.
 \end{aligned}$$

Этот гамильтониан допускает статические решения, обладающие как электрическим зарядом, так и магнитным. Однако вследствие кулоновской калибровки поле A_{03} должно исчезать на бесконечности, что противоречит граничным условиям, в силу которых A_{03} выходит на константу. Но последнюю можно исключить калибровочным преобразованием, затрагивающим поля A_{ia} таким образом, что они зависят от времени периодически. Таким путем приходим к следующим решениям:

$$\begin{aligned}
 \varphi(\bar{x}) = \frac{1}{g} \varphi_0(\bar{x}) = \frac{H(r)}{gr}, \quad A_{ai}(\bar{x}) = \frac{1}{g} D_{\alpha\beta}(\gamma t) B_{\beta i}(\bar{x}), \\
 \pi_a^i = \varepsilon_{3ab} A_b^j \frac{J(r)}{r},
 \end{aligned}$$

где

$$B_{\alpha i}(\bar{x}) = \left\{ \frac{K(r)}{r} \frac{(\bar{x} \times \bar{n})_i}{|\bar{x} \times \bar{n}|}, \quad \frac{K(r)}{r} \frac{(\bar{x} \times \bar{x} \times \bar{n})_i}{|\bar{x} \times \bar{x} \times \bar{n}|}, \quad \frac{1}{2} (\bar{n} \times \nabla)_i \ln \frac{r + \bar{n} \cdot \bar{x}}{r - \bar{n} \cdot \bar{x}} \right\},$$

а D — однопараметрическая матрица вращения вокруг третьей оси. Заметим, что последняя компонента величины $B_{\alpha i}$ суть поперечная компонента безмассового поля. Произвольный единичный вектор \bar{n} — направление нефизической струны Дирака и его фиксирование не отражается на физических результатах. Функции $K(r)$, $H(r)$, $J(r)$ суть решения связанных дифференциальных уравнений (мы не будем их выписывать) с граничными условиями $H \rightarrow 0$, $K \rightarrow 1$, $J \rightarrow 0$ при $r \rightarrow 0$, $H \rightarrow Mr$, $K \rightarrow e^{-br}$, $J \rightarrow \theta r$ при $r \rightarrow \infty$.

Теперь можно применить к исследуемой системе канонические преобразования Н. Н. Боголюбова. Положим

$$\begin{aligned}
 \varphi(\bar{x}) = \frac{1}{g} \varphi_0(\bar{x} - \bar{q}) + \Phi(\bar{x} - \bar{q}), \\
 A_{\alpha i}(\bar{x}) = D_{\alpha\beta}(\vartheta) \left\{ \frac{1}{g} B_{\beta i}(\bar{x} - \bar{q}) + W_{\beta i}(\bar{x} - \bar{q}) \right\}.
 \end{aligned}$$

Величины ϑ , q_α вместе с $W_{\alpha i}$, Φ составляют новый набор независимых переменных. Удобно ввести единые обозначения

¹⁾ Индексы a, b, c, \dots принимают значения 1, 2.

$$\varphi_s = (A_{ai}, \varphi), \quad v_s = (B_{ai}, \varphi_0), \quad V_s = (W_{ai}, \Phi).$$

Дополнительные условия, сохраняющие число независимых переменных, выберем в следующем виде:

$$\int (N_{ai}^a(\bar{x}) W_{ai}(\bar{x}) + N^a(\bar{x}) \Phi(\bar{x})) d\bar{x} = 0, \quad a=1, \dots, 4.$$

Определим матрицу

$$T(\mathfrak{D}) \equiv \begin{pmatrix} I \otimes D, & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

и выпишем окончательный вид импульсов π_r (π_{ai} , π) в новом представлении

$$\begin{aligned} \pi_r(\bar{x}) = T_{sr}^{-1} \left\{ \Pi_s(\bar{x} - \bar{q}) + g N_s^a(\bar{x} - \bar{q}) \left[p_{qa} + \int \frac{\partial V_s(\bar{z})}{\partial z_a} \Pi_s(\bar{z}) d\bar{z} \right] + \right. \\ \left. + g N_s^4(\bar{x} - \bar{q}) \left[p_\Phi - \varepsilon_{3\alpha\beta} \int W_{ai}(\bar{z}) \Pi_\beta(\bar{z}) d\bar{z} \right] \right\}. \end{aligned}$$

где $\Pi_s(\bar{x}) = \frac{\delta}{i\partial \Phi_s(\bar{x})} - N_s^a(\bar{x}) \int M_s^a(\bar{y}) \frac{\delta}{i\partial \Phi_r(\bar{y})}$, числа $M_s^a(\bar{x})$ удовлетворяют следующему равенству:

$$\int M_s^a(\bar{x}) N_s^b(\bar{x}) d\bar{x} = \delta_{ab}.$$

Удобно выбрать их в следующем виде:

$M_s^a(\bar{x}) = \left(\frac{\partial B_{ai}(\bar{x})}{\partial x_a}, \frac{\partial \varphi_0(\bar{x})}{\partial x_a} \right)$, $M_s^4(\bar{x}) = (\varepsilon_{3\alpha\sigma} B_{\sigma i}, 0)$, а $N_s^a(\bar{x})$ — в виде линейной комбинации $\tilde{M}_s^a(\bar{x})$. Величины $\tilde{M}_s^a(\bar{x})$ удовлетворяют алгебраическим уравнениям и представимы в виде ряда по степеням малого параметра g .

Вписав гамильтониан в новых переменных, легко убедиться, что переменные \mathfrak{D} , q_a — циклические, в то время как производные по ним суть операторы полного импульса и заряда системы. Это позволяет нам заменить операторы $-i \frac{\partial}{\partial q_a}$, $-i \frac{\partial}{\partial \mathfrak{D}}$ соответственно c -числами $P_a = g^2 I_a$, $m = 0 \pm 1 \dots$. Тем самым свойства симметрии системы строго описаны. Далее, можно развить теорию возмущений по малому параметру g , не заботясь о законах сохранения.

Нулевое приближение полученного ряда порядка g^{-2} и определяет основное состояние системы. Энергия этого состояния совпадает с классической энергией системы:

$$\begin{aligned} H_0 = \frac{1}{4} \int f_{aij} \tilde{f}_a^i d\bar{x} + \frac{1}{2} \int \varphi_0^2(\bar{x}) B_{ai} B_a^i(\bar{x}) d\bar{x} + \\ + \frac{1}{2} \int \nabla_i \varphi_0 \nabla^i \varphi_0 d\bar{x} + \frac{1}{2} I_a I_\sigma \lambda_{a\sigma}^{-1} + \int U(\varphi_0) d\bar{x}, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} f_{aij} = \partial_i B_{ja} - \partial_j B_{ia} + \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} B_{i\beta} B_{j\gamma}, \\ \lambda_{\alpha\sigma} = \int M_s^\alpha(\bar{x}) M_s^\sigma(\bar{x}) d\bar{x}. \end{aligned}$$



Слагаемые порядка g^{-1} линейны по операторам полей W_{α}, Φ и обращаются в нуль в силу классических уравнений.

Для исследования зависимости энергии от заряда системы необходимо диагонализировать квадратичную форму по операторам полей и рассмотреть слагаемые порядка g, g^2 как возмущение. Таким образом, зависимость энергии от заряда определяется слагаемыми порядка g^2 , в частности, с точностью до аддитивных слагаемых, определяющих вклад квантованных полей, эта зависимость имеет следующий вид:

$$\Delta E = m^2 \int N^4(\vec{x}) N^4(\vec{x}) d\vec{x}.$$

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

(Поступило 22.7.1977)

ფიზიკა

ა. შურგაია

ძლიერი ბმის მეთოდი უაღივარ თეორიაში

რეზიუმე

შესწავლილია $SU(2)$ უაღივარი თეორიის კვანტური ყოფაქცევა კლასიკური მონოპოლის მსგავსი ამოხსნების მახლობლობაში. ბოგოლიუბოვის კანონიკური გარდაქმნების საშუალებით მკაცრად გათვალისწინებული იმპულსისა და მუხტის შენახვის კანონები. მიღებულია ძირითადი მდგომარეობის ენერგია. ნაჩვენებია, რომ ენერგიის დამოკიდებულება მუხტზე g^2 რიგისაა.

PHYSICS

A. V. SHURGAIA

A STRONG COUPLING METHOD IN GAUGE THEORY

Summary

The quantum behaviour of the $SU(2)$ gauge theory in the neighbourhood of the classical monopole-type solution is studied. The momentum and charge conservation laws are taken strictly into account on the basis of the Bogolubov canonical transformations.

The ground state energy is obtained. It is shown that the dependence of energy on the charge is of the g^2 order.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. 't Hooft. Nucl. Phys. B 79, 1974, 276.
2. А. М. Поляков. Письма в ЖЭТФ, 20, 1974, 430.
3. B. Julia, A. Zee. Phys. Rev. D 11, 1975, 2227.
4. E. Tomboulis, G. Woo, Nucl. Phys. B 107, 1976, 221.
5. Н. Н. Боголюбов. Избранные труды, т. 2. Киев, 1970.

М. А. ЭЛИАШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ ИТЕРАЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ СКОБОК
ДИРАКА

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 19.7.1977)

0⁰. Дана динамическая система с конечным числом степеней свободы. Пусть лагранжиан $L(q_i, \dot{q}_i)$ вырожден, т. е. канонические переменные $q_i, p^i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$ не являются независимыми, а удовлетворяют уравнениям связей [1]:

$$\Phi_j(q, p) \approx 0, \quad j = 1, 2, \dots, J. \quad (1)$$

Здесь знак слабого равенства \approx понимается в смысле Дирака [1].

Дирак классифицировал связи (1) по их свойствам коммутативности между собой (под коммутатором подразумеваются скобки Пуассона).

Связи первого рода Φ_a ($a = 1, \dots, A$) находятся в инволюции со всеми связями:

$$\{\Phi_a, \Phi_j\} \approx 0. \quad (2)$$

Для связей второго рода Φ_l ($l = 1, \dots, L$) в общем

$$\{\Phi_l, \Phi_j\} \neq 0. \quad (3)$$

1⁰. Известно, что для систем со связями второго рода важную роль играют матрицы: C с элементами

$$C_{l'l'} = \{\Phi_l, \Phi_{l'}\}, \quad 1 \leq l, l' \leq L \quad (4)$$

и в особенности обратная к ней матрица C^{-1} , существование которой обеспечивается условием $\det C \neq 0$, [1].

Дирак [1] предложил такую модификацию скобок Пуассона, которая позволяет избавиться от связей II рода. Суть этой модификации выражается заменой

$$\{f, g\} \rightarrow \{f, g\}^* = \{f, g\} - \{f, \Phi_l\} C_{l'l}^{-1} \{\Phi_{l'}, g\}. \quad (5)$$

Очевидно, что при большом числе связей II рода вычисление матрицы C^{-1} , а вместе с этим скобок (5), становится затруднительным. Ниже будет показано, что скобки Дирака (5) обладают неким итерационным свойством, которое позволяет проводить их вычисления поэтапно.



2⁰. Поскольку C —матрица антисимметрическая ($C_{li} = -C_{l'i}$) и $\det C \neq 0$ [1], то число ее строк и столбцов четно, т. е. число связей второго рода четно: $L = 2\lambda$.

Разобьем систему связей II рода $\{\tau_{li}\}$ на две подсистемы: $\{\Phi_m\}$, $1 \leq m \leq 2\mu$, и $\{\Phi_n\}$, $2\mu + 1 \leq n \leq 2\lambda$.

Очевидно $\{\Phi_l\} = \{\Phi_m\} \oplus \{\Phi_n\}$.

Матрицу C запишем в блочном виде

$$C = \begin{array}{c} \begin{array}{c} 2\mu \\ \vdots \\ 2\mu \\ \hline 2\gamma \\ \vdots \\ 2\gamma \end{array} \left\| \begin{array}{c|c} \{\Phi_m, \Phi_{m'}\} & \{\Phi_m, \Phi_{n'}\} \\ \hline \{\Phi_n, \Phi_{m'}\} & \{\Phi_n, \Phi_{n'}\} \end{array} \right\| = \left\| \begin{array}{c|c} \Delta & B \\ \hline \tilde{B} & \Gamma \end{array} \right\|, \quad (6)$$

где введены прямоугольные матрицы с элементами

$$\begin{aligned} \Delta_{mm'} &= C_{mm'}, & B_{mn'} &= C_{mn'}, & \tilde{B}_{nm'} &= C_{nm'}, & \Gamma_{nn'} &= C_{nn'}, \\ 1 \leq m, m' &\leq 2\mu, & 2\mu + 1 \leq n, n' &\leq 2\lambda, & \gamma &= \lambda - \mu. \end{aligned} \quad (7)$$

Поскольку $\det C \neq 0$, то без ограничения общности можно положить, что $\det \Delta \neq 0$. Тогда существует важная для нас матрица Δ^{-1} .

С помощью этой матрицы определим «промежуточные» или «предварительные» скобки

$$\{f, g\}' = \{f, g\} - \{f, \Phi_m\} \Delta_{mm'}^{-1} \{\Phi_{m'}, g\}. \quad (8)$$

Установленное нами итерационное свойство скобок Дирака состоит в следующем:

$$\{f, g\}^* = \{f, g\}' - \{f, \Phi_n\}' H_{nn'}^{-1} \{\Phi_{n'}, g\}', \quad (9)$$

где матрица H определяется выражением

$$H_{nn'} = \{\Phi_{n'}, \Phi_{n'}\}' = \Gamma_{nn'} - \tilde{B}_{nm} \Delta_{mm'}^{-1} B_{m'n'},$$

т. е.

$$H = \Gamma - \tilde{B} \Delta^{-1} B. \quad (10)$$

3⁰. Проверим это утверждение. Для матрицы (6) справедлива формула обращения [2]

$$C^{-1} = \left\| \begin{array}{c|c} \Delta^{-1} + \Delta^{-1} \tilde{B} H^{-1} B \Delta^{-1} & -\Delta^{-1} B H^{-1} \\ \hline -H^{-1} \tilde{B} \Delta^{-1} & H^{-1} \end{array} \right\|. \quad (11)$$

Раскроем (5) с помощью (11). Выкладки тривиальны:

$$\begin{aligned} \{f, g\}^* &= \{f, g\} - \{f, \Phi_m\} [\Delta^{-1} + \Delta^{-1} B H^{-1} \tilde{B} H^{-1}]_{mm'} \{\Phi_{m'}, g\} - \\ &- \{f, \Phi_m\} [-\Delta^{-1} B H^{-1}]_{mn'} \{\Phi_{n'}, g\} - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \{f, \Phi_n\} [-H^{-1} \widetilde{B} \Delta^{-1}]_{nm'} \{\Phi_{m'}, g\} - \\
 & - \{f, \Phi_n\} H_{nn'}^{-1} \{\Phi_{n'}, g\} = \{f, g\} - \{f, \Phi_m\} \Delta_{mm'}^{-1} \{\Phi_{m'}, g\} - \\
 & - [\{f, \Phi_n\} - \{f, \Phi_m\} (\Delta^{-1} B)_{mn}] H_{nn'}^{-1} \times \\
 & \times [\{\Phi_{n'}, g\} - (\widetilde{B} \Delta^{-1})_{n'm'} \{\Phi_{m'}, g\}] = \\
 & = \{f, g\}' - \{f, \Phi_n\}' H_{nn'}^{-1} \{\Phi_{n'}, g\}'.
 \end{aligned}$$

Тем самым итерационная формула (9) доказана.

Очевидно, что указанную процедуру вычисления скобок Дирака можно разбить на большее число этапов: для этого надо увеличить число разбиений системы связей II рода на подсистемы, состоящие из $2\mu, 2\nu, 2\rho, \dots$ и т. д. четного числа связей, и воспользоваться соответствующим обобщением формулы обращения матриц.

4^o. Следует отметить, что указанный метод имеет применение и к связям I рода. Как известно, их наличие отражает некий калибровочный произвол, для устранения которого следует наложить дополнительные условия, т. е. выбрать калибровку

$$\chi_a(q, p) \approx 0, \quad a = 1, 2, \dots, A.$$

Тогда встает вопрос вычисления матрицы, обратной к матрице

$$\left\| \begin{array}{c|c} \{\Phi_a, \Phi_{a'}\} & \{\chi_a, \Phi_{a'}\} \\ \hline \{\chi_{a'}, \chi_a\} & \{\chi_a, \chi_{a'}\} \end{array} \right\|,$$

что несомненно упрощается предложенной нами итерационной процедурой.

Приложения данного метода к задачам квантовой теории составляют предмет отдельной работы.

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

(Поступило 29.7.1977)

ფიზიკა

ა. ელიაშვილი

დირაკის ფრჩხილების ზომიერთი იტერაციული თვისების
 შესახებ

რეზიუმე

ე. წ. საშუალოდ ფრჩხილების შემოყვანით დირაკის ფრჩხილების გამოთვლის პროცედურა მნიშვნელოვნად მარტივდება. მოყვანილია იტერაციული ფორმულა სისტემებისათვის II გვარის ბმებით.

M. A. ELIASHVILI

ON SOME ITERATIVE PROPERTIES OF DIRAC BRACKETS

Summary

The procedure of evaluation of the Dirac brackets is essentially simplified by introducing so called intermediate brackets.

An iterative formula for systems with II class constraints is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. А. М. Дирак. Лекции по квантовой механике. М., 1968.
2. Ф. Р. Гантмахер. Теория матриц. М., 1967.

В. В. МУМЛАДЗЕ, А. А. МИКАБЕРИДЗЕ, Н. В. ЦОЦХАЛИШВИЛИ,
З. В. ВАРДОСАНИДЗЕ, Э. Б. ТЕКАЕВ

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ В ОКРАШЕННЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ ГИДРОСОДАЛИТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 29.7.1977)

Интерес к использованию фотохромных монокристаллов для регистрации голограмм обусловлен возможностью объемной записи с большой плотностью без стадии химического проявления. Монокристаллы содалитовой группы по своим свойствам могут быть применены для записи голограмм [1].

Содалит — это природный минерал, который может быть получен и искусственным путем. Кристаллическая структура природного содалита $\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{Cl}_2$ представляет собой алюмокремнекислородный каркас, полости которого заняты ионами натрия и хлора. Места хлора могут занимать и другие галогены Br, J, F, ионы элементов шестой группы S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-} , а также группы OH, ClO_3 , ClO_4 и т. д. Центр окраски в содалите классифицируется как электрон, захваченный вакантным анионным узлом [2, 3].

Регистрацию голограмм можно проводить как в процессе создания центров окраски, так и в процессе их обесцвечивания. Наибольший интерес с точки зрения применения фотохромных кристаллов содалита для записи голограмм представляет изучение таких свойств, как спектральные характеристики отдельных образцов монокристалла, скорость окраски и обесцвечивания, а также скорость темнового обесцвечивания окрашенных образцов. Перечисленные свойства обуславливают выбор длин волн для записи и считывания и определяют время хранения и скорость записи информации.

Эти параметры были исследованы в настоящей работе на фотохромных образцах монокристаллов гидросодалита $\text{Na}_8\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24}(\text{OH})\text{H}_2\text{O}$, выращенного методом гидротермального синтеза в Институте кристаллографии АН СССР [4].

Имеющиеся образцы подвергались γ -облучению кобальтового источника мощностью 150 рад/сек. В дальнейшем обесцвеченные образцы можно было окрашивать облучением из УФ-полосы.

Скорость окраски монокристаллов (изменение оптической плотности во времени) определялась посредством облучения монокристаллов дискретными дозами УФ-света и измерением оптической плотности в максимуме F-полосы (250 нм). Для окраски использовалась УФ-лампа СВД-120А с фильтром УФС-2. Плотность УФ-излучения 3 мвт/см².

Аналогично измерялась скорость обесцвечивания путем облучения окрашенных образцов разными длинами волн из F-полосы поглощения. Для обесцвечивания образцов применялись излучение Аг-лазера ЛГ-106 и He—Cd-лазера ЛГ-31 с $\lambda_1=488$ нм и $\lambda_2=440$ нм, с плотностью мощности 11 и 5,1 мвт/см² соответственно.



На рис. 1 даны кривые зависимости оптической плотности в максимуме F-полосы от времени облучения образца толщины $\sim 1,4$ мм.

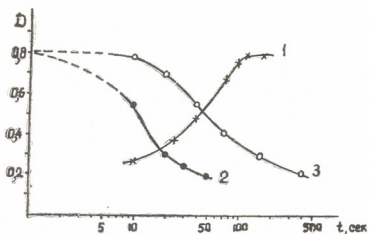


Рис. 1. Изменение оптической плотности (D) в максимуме F-полосы (520 нм) от времени облучения образца монокристалла гидросодалита толщиной 1,4 мм: кривая 1 — для окраски УФ-светом; кривая 2 — для обесцвечивания излучением Аг-лазера с плотностью мощности 11 мв/см² и $\lambda_1=488$ нм; кривая 3 — для обесцвечивания излучением He—Cd-лазера с плотностью мощности 5,1 мв/см² и $\lambda_2=440$ нм.

Из этих кривых определялось отношение $\frac{\Delta D}{\Delta W}$, где ΔD —изменение оптической плотности образца при облучении с плотностью энергии ΔW мдж/см². Эта величина равняется $1,8 \cdot 10^{-3}$ (дж/см²)⁻¹ в случае окраски кристалла, $2,3 \cdot 10^{-3}$ (дж/см²)⁻¹ для обесцвечивания посредством $\lambda_1=488$ нм и $1,1 \cdot 10^{-3}$ (дж/см²)⁻¹ для обесцвечивания с $\lambda_2=440$ нм. Эти величины меняются от образца к образцу, вероятно, в зависимости от концентрации и рода примесей в монокристалле, что можно установить посредством спектрального анализа каждого исследуемого образца.

Исследуемые кристаллы имели сравнительно малую скорость темнового обесцвечивания. Измерялось изменение оптической плотности в максимуме F-полосы поглощения в течение 50 часов в темноте. Обесцвечивание было наибольшим в первые 2 часа, затем замедлялось. После 2 недель хранения при комнатной температуре оптическая плотность составляла около 70% первоначальной величины.

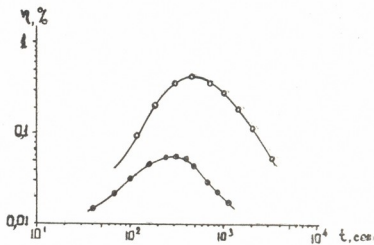
Запись голограмм производилась излучением He—Cd-лазера с $\lambda=440$ нм. Исследовался образец размером $5,5 \times 5,5 \times 1,3$ мм, окрашенный γ -излучением Co⁶⁰, и тот же образец, обесцвеченный после γ -облучения и вновь окрашенный УФ-светом. В первом случае оптическая плотность на волне 440 нм $D_{\lambda=440 \text{ нм}} = 1,07$, во втором случае $D_{\lambda=440 \text{ нм}} = 0,52$.

Прослеживалась зависимость дифракционной эффективности голограмм от времени экспозиции. Голограмма представляла собой интерференционную картину двух плоских волн, сходящихся под углом 2°40'. Плотность мощности каждого луча 0,4 мвт/см². На рис. 2 показана эта зависимость. Во время регистрации сигнальный и референтные лучи выдерживались равными, что соответствует глубине модуляции $M=1$. В этом случае теоретически предсказанная эффективность порядка 3,7% [5]. Однако экспериментальные результаты намного ниже. Такое расхождение может быть связано с неравномерным распределением центров окраски в глубине кристалла и неравномерным проникновением регистрирующих лучей в среду. Это вызывает неравномерное распределение величин модуляции по глубине и соответственно значительное уменьшение средней модуляции.

С целью определения плотности записанной информации в кристалле была проведена многократная запись голограмм — дифракци-

онных решеток, созданных интерференцией двух плоских волн, сходящихся под углом $2^\circ 40'$ в объеме кристалла. Угол дискриминации составлял в среднем ~ 20 угловых минут, что хорошо согласуется с рассчитанными по работе [5] данными. Максимальное число записанных

Рис. 2. Зависимость дифракционной эффективности (η) голограммы (интерференционной картины двух плоских волн, сходящихся под углом $2^\circ 40'$) от времени экспозиции (t сек). Плотность мощности каждого луча порядка $0,4$ мв/см². Длина волны $\lambda=440$ нм. Кривая 1 — для образца, окрашенного γ -излучением; кривая 2 — для того же образца, обесцвеченного после γ -облучения и вновь окрашенного УФ-светом



в объеме кристалла голограмм равнялось 32 при окраске образца γ -излучением. Оптическая плотность исследуемого кристалла до записи на волне $\lambda=440$ нм равнялась 1,07. В случае окраски УФ-светом число записанных голограмм достигало лишь 9–10, причем в этом случае оптическая плотность $D_{\lambda=440\text{нм}}=0,52$. Уменьшение плотности записи во втором случае обусловлено относительно малым числом центров окраски в кристалле.

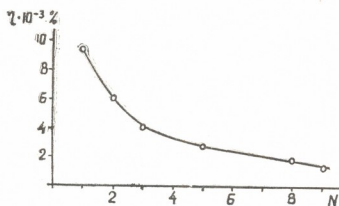


Рис. 3. Изменение дифракционной эффективности (η) от числа записанных в объеме кристалла голограмм. Угол схождения лучей $2^\circ 40'$

При многократной записи голограмм в объеме кристалла под воздействием записывающих лучей, а также реконструирующего луча при считывании происходит уменьшение дифракционной эффективности голограмм со временем. Под воздействием считывающего луча с плотностью мощности $0,5$ мвт/см² дифракционная эффективность уменьшалась на 50% в течение 1,5 часов.

Исследовалось влияние числа записанных в объеме кристалла голограмм на дифракционную эффективность первой голограммы. Результаты измерений представлены на рис. 3. Время записи каждой голограммы ~ 15 сек. Как видно из рисунка, последующие голограммы значительно ухудшают дифракционную эффективность предыдущих голограмм, что вызвано обесцвечиванием центров окраски под влиянием записывающих лучей.

Таким образом, проведенные исследования показали, что монокристаллы гидросодалита могут быть успешно использованы для за-

писи голограмм оптическим обесцвечиванием излучением Ag-лазера с $\lambda=488$ нм [1] и He—Cd-лазера с $\lambda=440$ нм. Малая скорость темнового обесцвечивания данных образцов позволяет получать голограммы с длительным временем хранения. Приведенные параметры не являются предельными. Дифракционную эффективность, плотность записи, энергетические параметры можно улучшить путем введения различных примесей и улучшением качества и обработки монокристаллов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 1.9.1977)

ფიზიკა

ბ. მუმლაძე, ა. მიკაბერიძე, ნ. ცოცხალიშვილი, ზ. ვარდოსანიძე, ე. ტყაევი

ჰოლოგრაფიული ჩაწერა ჰიდროსოდალიტის შეფერილ
 მონოკრისტალებში

რეზიუმე

მოყვანილია სოდალიტის მონოკრისტალების ფოტოქრომული ნიმუშების გამოკვლევის შედეგები.

აღნიშნული კრისტალები გამოყენებულია როგორც ფოტომარეგისტრირებელი გარემო ჰოლოგრაფიაში.

PHYSICS

V. V. MUMLADZE, A. A. MIKABERIDZE, N. V. TSOTSKHALISHVILI,
 Z. V. VARDOSANIDZE, E. B. TQAEV

HOLOGRAPHIC RECORDING IN COLOURED CRYSTALS OF HYDROSODALITE

Summary

The results of a study of photochromic samples of hydrosodalite monocrystals are presented. The crystals have been used as photorecording materials in holography.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Лобачев, О. К. Мельников, А. А. Микаберидзе, В. В. Мумладзе, Н. С. Триодина, Н. В. Цоцхалишвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.
2. W. G. Hodgson. J. S. Brinen, E. F. Williams. J. Chem. Phys. 47, N 10, 1967.
3. M. J. Taylor, D. J. Marshall, P. A. Forrester, S. D. McLaughlan. The Radio and Electronic Engineer, 40, N 1, July, 1970.
4. О. К. Мельников. Сб. «Гидротермальное выращивание кристаллов». М., 1971, 71.
5. A. A. Friesem, J. L. Walker. Applied Optics, v. 9, N 1, January, 1970.



В. Г. ДЖАКЕЛИ, З. С. КАЧЛИШВИЛИ

К ТЕОРИИ РАССЕЯНИЯ НА ИОНАХ ПРИМЕСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 22.9.1977)

Имеются два подхода к проблеме «отсечения» далекой части кулоновского поля, вызывающей расходимость.

В первом подходе считается, что кулоновское поле каждого рассеивающего центра перестает эффективно рассеивать за пределами, равными половине среднего расстояния между соседними ионами примеси. При расчете с таким предположением получается известная формула Конуэлла и Вайскофа [1].

Во втором подходе, используемом в работах Дингля [2] и Брукса [3], экранирование учитывается более последовательным образом. Решением уравнения Пуассона для рассеивающего потенциала получается

$$U(r) = \frac{e^2}{\epsilon r} \exp\left(-\frac{r}{d}\right) \quad (1)$$

где d — радиус экранирования:

$$d = \sqrt{\frac{\epsilon K_0 T}{e^2 n}}, \quad (2)$$

ϵ — диэлектрическая проницаемость, e — заряд электрона, T — температура и n — концентрация свободных носителей тока.

Таким образом, радиус экранирования может меняться с изменением температуры и концентрации свободных носителей. С изменением же радиуса экранирования изменяется потенциал рассеивающего центра, что в конечном счете должно отразиться на соответствующей величине подвижности. Концентрация свободных носителей в зависимости от условия рекомбинации (от знака захватывающего центра) под влиянием внешних факторов (температуры, электрического и магнитного полей и т. д.) меняется по-разному. В условиях, когда время жизни свободных носителей тока контролируется их захватом на разноименно заряженных центрах, с ростом температуры электрического поля n увеличивается. В противоположном же случае концентрация с температурой и с электрическим полем уменьшается. Следовательно, температурная и полевая зависимости подвижности под влиянием вышесказанных факторов должны меняться существенно.

В настоящей работе исследуется влияние захвата носителей тока разноименно заряженными центрами на температурную зависимость

22. „მეცნიერება“, ტ. 88, № 2, 1977



подвижности в условиях термодинамического равновесия. Вычислением амплитуды рассеяния в первом борновском приближении с использованием (1) получается хорошо известное выражение для подвижности [1]

$$\mu_0 = \frac{e}{m_e^*} \langle \tau_I \rangle = \frac{64 \cdot \pi^{1/2} \cdot \varepsilon^2 (2K_0 T)^{3/2}}{N_I \cdot e^3 \cdot m_e^{*1/2}} \left[\ln \left(\frac{24 \cdot m_e^* K_0 T d^2}{h^2} \right) \right]^{-1}, \quad (3)$$

где m_e^* — эффективная масса носителей тока, N_I — число ионизированных примесей.

При температуре выше температуры насыщения функции $n(T)$ получается хорошо известный закон три вторых для температурной зависимости подвижности. Очевидно, что ниже температуры насыщения эта зависимость может измениться существенно. Кроме того, при наличии компенсирующей примеси под N_I в (3) необходимо подразумевать полную концентрацию ионизированных примесей, а под n в d — полное число свободных зарядов. Однако для определенности рассмотрим полупроводник n -типа и будем считать, что $n \gg p$ (p — концентрация свободных дырок). В таком случае в выражении d будет фигурировать только концентрация электронов, а полное число ионов будет равно $N_I = 2 \cdot N_A + n$, где N_A — концентрация акцепторов. При такой постановке вопроса имеется возможность, кроме температурной зависимости, исследовать также зависимость подвижности от степени

компенсации $c = \frac{N_A}{N_D}$.

Для равновесной концентрации имеем

$$n = (N_D - N_A) \cdot f,$$

где

$$f = \frac{N_A + K}{2(N_D - N_A)} \left(\sqrt{1 - \frac{4K(N_D - N_A)}{(N_A + K)^2}} - 1 \right), \quad (4)$$

$$K = \left(\frac{\varepsilon K_0 T}{2\pi a_0^* e^2} \right)^{3/2} \exp \left\{ - \frac{E_i}{K_0 T} \right\},$$

E_i — энергия ионизации доноров, a_0^* — эффективный борновский радиус.

Как видно из выражения (4), при повышении температуры K сильно возрастает и $f \rightarrow 1$, а $n \rightarrow (N_D - N_A)$ насыщается.

С учетом вышесказанного для подвижности получаем

$$\mu_I = \mu_0 \cdot \Phi(c, E_i, T), \quad (5)$$

где

$$\Phi(c, E_i, T) = \frac{1 + c}{2c + (1 - c)f} \cdot \left[1 - \frac{\ln f}{\ln \frac{6}{a_0^{*3}} \cdot \left(\frac{K_0 T}{E^*} \right)^2 \frac{1}{N_D(1 - c)}} \right]^{-1}, \quad (6)$$

μ_0 дается выражением (3), E^* — эффективная энергия водородоподобного

уровня $E^* = \frac{m_e^* e^4}{h^2 \varepsilon^2}$.

Как видно из (5), подвижность, вычисляемая нами, отличается от (3) множителем, который зависит от степени компенсации, температуры T и энергии ионизации данной примеси. При высоких температурах, когда $K_0 T > E_i$ и $K > N_A$, $\Phi(c, T, E_i) \rightarrow 1$.

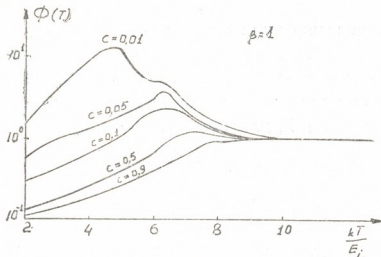


Рис. 1. Значения c и $1/3 T$, при которых $\Phi = 1$

В случае отсутствия компенсирующей примеси всегда $\mu_I \geq \mu_0$. При наличии же N_A для определенных низких температур $K < N_A$ и Φ -функция может быть меньше единицы. Для исследования поведения функции Φ рассмотрим $n-G_e$ с $N_D = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ при различных степенях компенсации

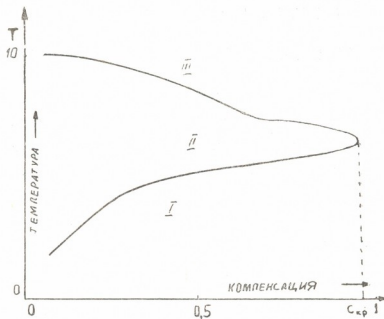


Рис. 2. Зависимость $\Phi(c, 1/5 T, E_i)$ от температуры при различных степенях компенсации для водородоподобных уровней

в области $2 < T < 50$ и при различных энергиях ионизации доноров E_i , которую мы будем записывать в виде $E_i = \beta E^*$, где $\beta > 0$.

График зависимости $\Phi(c, T, E_i)$ от $\frac{1}{3} \frac{K_0 T}{E_i}$ при различных степенях компенсации для $\beta = 1$ дается на рис. 1. Как видно из этого рисунка, отношение $\left(\frac{\mu_I}{\mu_0}\right)$ для $c = 0,01$ всегда больше, а при $c = 0,9$ всегда мень-



ше единицы. Для каждого промежуточного c существует своя критическая температура (определяемая условием $\Phi = 1$), ниже которой это отношение меньше, а выше—больше единицы. При этом функция Φ имеет максимум при определенной температуре, которая с увеличением компенсации сдвигается в сторону больших температур.

Проведено также вычисление зависимости $\Phi(C, T, E_i)$ от температуры для разных значений энергии ионизации ($\beta=2,3,4$) при $c=0,5$. Показано, что с увеличением энергии ионизации максимум функции Φ сдвигается в сторону больших температур. Интересно также найти совокупность тех значений c и T , для которых $\Phi=1$ при $\beta=1$. С этой целью находится решение трансцендентного уравнения $1+c = \frac{1+c}{\Phi}$ (результаты приводятся на рис. 2). Из сравнения рис. 1 и 2 легко убедиться, что в области I $\Phi < 1$, в области II $\Phi > 1$, области же III $\Phi = 1$. Следовательно, для значения $c < c_{кр}$ всегда имеются три области температур, в которых $\Phi \leq 1$ и $\Phi > 1$. Для $c > c_{кр}$ не существует совокупности c и T , для которой $\Phi = 1$.

(Поступило 23.9.1977)

ფიზიკა

ვ. ჯაკელი, ზ. კაჩლიშვილი

მინარეგების იონებზე გაბნევის თეორიის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია საწინააღმდეგო ნიშნით დამუხტული მინარეგების იონების მიერ დენის გადამტანების ჩაჭერის გავლენა ძვირადობის ტემპერატურულ დამოკიდებულებაზე თერმოდინამიკურ წონასწორობაში.

PHYSICS

V. G. JAKELI, Z. S. KACHLISHVILI

ON THE THEORY OF SCATTERING BY IMPURITY IONS

Summary

The effect of the capture of current carriers by differently charged centres on the temperature dependence of impurity mobility under thermodynamic equilibrium is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Смит. Полупроводники. М., 1962.
2. В. В. Dingle. Phil. Mag. 46, 1955, 831.
3. Н. Brooks. Adv. in Electronics and Electron Phys., New York. 7, 1955, 85.
4. N. Schar, E. Burstein. Phys. Rev., 98, 1955, 6.

Ц. С. РАДОСЛАВОВА

О РАЗЛИЧИЯХ ВОДОРОДНЫХ ЛИНИЙ В НИЗКОДИСПЕРСНЫХ СПЕКТРАХ НОРМАЛЬНЫХ И ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 27.8.1977)

В целях выяснения природы Ар-звезд важным является сравнение их спектральных характеристик с характеристиками нормальных звезд. Такую задачу лучше исследовать посредством спектров высокой дисперсии, предоставляющих возможность получить ряд параметров с хорошей точностью. Небезынтересными, однако, являются и сравнительное исследование на основе низкодисперсных спектров, число которых может быть довольно большим, и получение таким образом, в известном смысле, статистических заключений.

Настоящее исследование выполнено на основе спектрального наблюдательного материала, полученного на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с применением 8° пред-объективной призмы; дисперсия — 166 \AA/мм у H_γ , расширение спектров — 0,4 мм. Каждое определение эквивалентных ширины линий поглощения сделано на основе 2—4 спектрограмм, причем использованы только спектрограммы лучшего качества. Вычислены полусуммы эквивалентных ширины линий H_γ и H_δ бальмеровской серии водорода, $W_{\gamma\delta}$, для 40 Ар-звезд и 67 нормальных А-звезд. Для сравнения избраны нормальные звезды III—IV классов светимости, принадлежащие спектральному участку В8—А3, к которому относятся также и исследованные Ар-звезды.

Спектральная классификация звезд проделана визуальным образом на основании критериев, разработанных в Абастуманской обсерватории. Ясно, что точность определения спектральных подклассов будет иметь определенное влияние на результаты сравнительного исследования. Нужно подчеркнуть, однако, что в данном случае важен факт единой методики обработки спектров нормальных и Ар-звезд как в смысле спектральной классификации, так и в отношении спектрофотометрической обработки. И поскольку речь идет именно о сравнительном исследовании, нужно думать, что систематические ошибки в отдельных процедурах одинаково сказываются на двух типах рассматриваемых звезд, потому и обнаруженные между ними отличия следует считать достоверными.



На рис. 1 представлены зависимости $W_{\gamma\delta}$ от спектрального класса Sp для нормальных и пекулярных звезд. Линия нормальных звезд явно отделяется от линии пекулярных звезд, будучи расположенной выше последней. Подобный результат получили В. В. Леушин [1] в спектральном участке В8—А1, а также Ю. В. Глаголевский и сотр. [2]. Эти авторы объясняют меньшую эквивалентную ширину

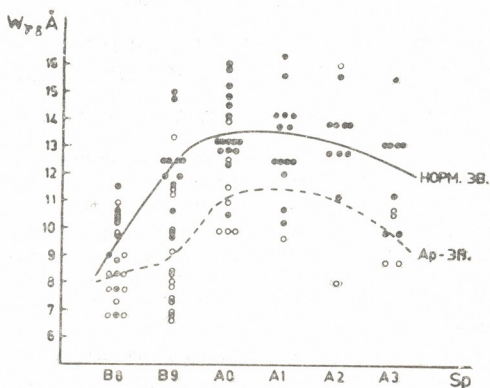


Рис. 1. Зависимость $W_{\gamma\delta}$ от спектрального класса для нормальных А и Ар-звезд

бальмеровских линий в ранних Ар-звездах дополнительными источниками поглощения в их атмосферах, каковыми могут являться металлы, содержание которых повышено в пекулярных звездах. Теоретические исследования показывают, что особенно важную роль в этом отношении может сыграть поглощение кремнием. Между прочим, для всех участвующих в исследовании Ар-звезд основным критерием выявления пекулярности служила сильная бленда $\lambda\lambda 4128-4131$, в которую входят также и линии Si II $\lambda 4128.05$ и $\lambda 4130.88$, указывающие на повышенное содержание кремния в атмосферах этих звезд. Поскольку при наличной дисперсии возможно обнаружение только некоторых типов Ар-звезд [3], вполне допустимо, что полученное соотношение $W_{\gamma\delta}/Sp$ для Ар-звезд связано именно с этими типами.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория

Болгарская академия наук
Сектор астрономии

(Поступило 2.9.1977)

ც. რადოსლავოვა

ნორმალური და პეკულარული ვარსკვლავების მცირედიისპერსიან
სპექტრებში წყალბადის ხაზების განსხვავების შესახებ

რეზიუმე

ერთგვაროვანი დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე მოხდენილია წყალბადის H_γ და H_δ ხაზების ეკვივალენტურ სიგანეთა შედარება 40 A_p და 67 ნორმალური A ვარსკვლავის სპექტრებში (ნახ. 1). უნდა ვიფიქროთ, რომ $W_{\gamma\delta}/Sp$ დამოკიდებულების განსხვავება ნორმალური და პეკულარული ვარსკვლავებისათვის გაპირობებულია A_p ვარსკვლავთა ატმოსფეროში მეტალის შედგენილობის სიჭარბით.

ASTRONOMY

Ts. S. RADOSLAVOVA

CONCERNING THE DIFFERENCES BETWEEN THE HYDROGEN
LINES IN THE LOW-DISPERSION SPECTRA OF NORMAL AND
PECULIAR STARS

Summary

On the basis of homogeneous observation material a comparison has been made of the equivalent widths of the hydrogen lines H_γ and H_δ in the spectra of 40 A_p and 67 normal A stars. The results are presented in Fig. 1. The difference of the dependences $W_{\gamma\delta}/Sp$ between the normal and the A_p stars seems to be connected with the higher abundance of metals in the A_p stars.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Леушин. Изв. САО, 5, 1973, 70.
2. Ю. В. Глаголевский, К. И. Козлова, Н. М. Чунакова. Изв. САО, 5, 1973, 52.
3. Е. К. Kharadze, R. A. Bartaya. IAU Symp. 50, 1973, 91.

Р. Г. ИНДЖИА

ОБ УСТОЙЧИВОМ МЕТОДЕ ПРИБЛИЖЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТИННОЙ ЯРКОСТИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 11.7.1977)

Большая часть физических величин, в том числе и истинные значения поля яркости $I(\vartheta)$, недоступна для прямого изучения, и поэтому исследуется некоторое ее проявление $\tilde{I}(\theta)$:

$$\frac{1}{2\omega} \int_{\theta-\omega}^{\theta+\omega} K(\theta - \vartheta) I(\vartheta) d\vartheta = \tilde{I}(\theta), \quad -l \leq \theta \leq l. \quad (1)$$

В дальнейшем всегда будем предполагать, что $K(\theta - \vartheta)$ — точно заданная функция.

С помощью замены переменной в подынтегральной функции уравнение (1) примет вид

$$\frac{1}{2\omega} \int_{-\omega}^{+\omega} K(x) I(\theta - x) dx = \tilde{I}(\theta), \quad -l \leq \theta \leq l. \quad (1')$$

Пусть задана сглаженная яркость на отрезке $[-l, l]$ и на этом же отрезке имеет место равенство

$$\tilde{I}(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} A_n \exp \left\{ \frac{in \pi \theta}{l} \right\}. \quad (2)$$

Как показывали расчеты [1], ядро интегрального уравнения имеет осевую симметрию. Кроме того, оно является не произвольной функцией от $(\theta - \vartheta)$, а исчезающей при небольших значениях аргумента. Исходя из последнего факта, будем разлагать аппаратную функцию в интервале $[-\omega, \omega]$:

$$K(x) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} a_m \exp \left\{ \frac{im \pi x}{\omega} \right\}, \quad (3)$$

неизвестную яркость будем искать в форме

$$I(\theta - x) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \gamma_n \exp \left\{ \frac{in \pi (\theta - x)}{l} \right\}. \quad (4)$$

Подставляя выражения (2), (3) и (4) в интегральное уравнение (1'), получаем



$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} A_n \exp\left\{\frac{in\pi\theta}{l}\right\} = \frac{1}{2\omega} \int_{-\omega}^{+\omega} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} a_m \exp\left\{\frac{im\pi x}{\omega}\right\} \times \\ \times \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \gamma_n \exp\left\{\frac{in\pi(\theta-x)}{l}\right\} dx \quad (5)$$

или

$$A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp\left\{\frac{in\pi\theta}{l}\right\} + \sum_{n=1}^{\infty} A_{-n} \exp\left\{\frac{-in\pi\theta}{l}\right\} = \gamma_0 a_0 + \\ + \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n \left\{ a_0 \frac{\sin \frac{n\pi\omega}{l}}{\frac{n\pi\omega}{l}} + \sum_{m=1}^{\infty} (a_m S_m^- + a_{-m} S_m^+) \right\} \exp\left\{\frac{in\pi\theta}{l}\right\} + \\ + \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_{-n} \left\{ a_0 \frac{\sin \frac{n\pi\omega}{l}}{\frac{n\pi\omega}{l}} + \sum_{m=1}^{\infty} (a_m S_m^+ + a_{-m} S_m^-) \right\} \exp\left\{\frac{-in\pi\theta}{l}\right\}, \quad (6)$$

где введены обозначения

$$S_m^+ \equiv \frac{\sin \pi\omega \left(\frac{m}{\omega} + \frac{n}{l}\right)}{\pi\omega \left(\frac{m}{\omega} + \frac{n}{l}\right)}, \quad S_m^- \equiv \frac{\sin \pi\omega \left(\frac{m}{\omega} - \frac{n}{l}\right)}{\pi\omega \left(\frac{m}{\omega} - \frac{n}{l}\right)}.$$

Приравнявая в левых и правых частях (6) коэффициенты при $\exp\left(\frac{in\pi\theta}{l}\right)$ и $\exp\left(-\frac{in\pi\theta}{l}\right)$, имеем

$$A_0 = \gamma_0 a_0, \quad (7a)$$

$$A_n = \gamma_n \left\{ a_0 \frac{\sin \frac{n\pi\omega}{l}}{\frac{n\pi\omega}{l}} + \sum_{m=1}^{\infty} (a_m S_m^- + a_{-m} S_m^+) \right\}, \quad n=1, 2, 3, \dots, \quad (7б)$$

$$A_{-n} = \gamma_{-n} \left\{ a_0 \frac{\sin \frac{n\pi\omega}{l}}{\frac{n\pi\omega}{l}} + \sum_{m=1}^{\infty} (a_m S_m^+ + a_{-m} S_m^-) \right\}, \quad n=1, 2, 3, \dots \quad (7в)$$

Если примем, что при $m=0$ $a_{-m}=0$, то из выражений (7a), (7б) и (7в) определим неизвестные коэффициенты:

$$\gamma_n = \frac{A_n}{\sum_{m=0}^{\infty} (a_m S_m^- + a_{-m} S_m^+)}, \quad n=0, 1, 2, \dots, \quad (8a)$$

$$\gamma_{-n} = \frac{A_{-n}}{\sum_{m=0}^{\infty} (a_m S_m^+ + a_{-m} S_m^-)}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (86)$$

Переходя к действительным коэффициентам ряда Фурье и принимая во внимание осевую симметрию аппаратной функции, получаем

$$\gamma_n^{(1)} = \frac{2A_n^{(1)}}{\sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(1)} (S_m^- + S_m^+)}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (9a)$$

$$\gamma_n^{(2)} = \frac{2A_n^{(2)}}{\sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(2)} (S_m^- + S_m^+)}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (9b)$$

где для $n=0$ следует брать $\frac{A_0}{2}$, а для $m=0$ $\frac{a_0}{2}$.

Сглаженную яркость мы получаем обычно путем измерений при сканировании прибора, и поэтому $\tilde{T}(\theta)$ содержит случайные погрешности. Наличие погрешности измерений δ в $\tilde{T}(\theta)$ приводит к принципиальной необходимости ограничиться лишь приближенным решением уравнения (1). Но решение должно быть устойчивым, т. е. оно не должно существенно меняться при возмущении исходных данных.

Решение уравнения (1) будем искать в классе функций, удовлетворяющих неравенству

$$\rho(AI, \tilde{T}) = \left\{ \frac{1}{2l} \int_{-l}^{+l} \left[\int_{-w}^{+w} K(x) I(\theta - x) dx - \tilde{T}(\theta) \right]^2 d\theta \right\}^{1/2} \leq \delta, \quad (10)$$

Поскольку среди функций, удовлетворяющих условию (10), могут оказаться и такие, которые сильно отличаются друг от друга, то мы будем отбирать возможное решение на основе имеющейся дополнительной информации количественного характера о реальном распределении истинной яркости.

Теперь изменим функцию $\tilde{T}(\theta)$. Для этого воздействуем на функцию $\tilde{T}(\theta)$ «сглаживающим» оператором R [2]

$$R(n, \alpha) = \frac{1}{1 + \alpha \xi_n}, \quad (11)$$

где ξ_n — последовательность положительных чисел, порядок роста которых при $n \rightarrow \infty$ не меньше чем $n^{1+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$, α — параметр регуляризации.

Пусть $\xi_n = n^{1+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$. Подбор неизвестных коэффициентов из уравнения (6) при равенстве левой части $R\tilde{T}$, где

$$R\tilde{T} = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{A_n \exp\left\{\frac{in \pi \theta}{l}\right\}}{1 + \alpha |n|^{1+\varepsilon}} = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n \exp\left\{\frac{in \pi \theta}{l}\right\}}{1 + \alpha n^{1+\varepsilon}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_{-n} \exp\left\{-\frac{in \pi \theta}{l}\right\}}{1 + \alpha n^{1+\varepsilon}},$$

дает

$$\gamma_n^{(1)} = \frac{2A_n^{(1)}}{\sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(1)}(S_m^- + S_m^+)(1 + \alpha n^{1+\epsilon})}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (13a)$$

$$\gamma_n^{(2)} = \frac{2A_n^{(2)}}{\sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(1)}(S_m^- + S_m^+)(1 + \alpha n^{1+\epsilon})}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (13b)$$

Определенные таким образом коэффициенты и вышеупомянутый принцип отбора возможных решений позволяют отыскать устойчивое решение нашей задачи.

Сравнение выражений (9а), (9б) и (13а), (13б) показывает, что если параметр регуляризации $\alpha = \alpha(\delta)$ достаточно мал, то значения $\gamma_n^{(1)}$, $\gamma_n^{(2)}$, определяемые формулами (13а) и (13б), для небольших индексов n будут мало отличаться от $\gamma_n^{(1)}$ и $\gamma_n^{(2)}$, определяемых из (9а) и (9б). Отличие становится существенным для больших значений индекса n . В пределе, когда $\alpha \rightarrow 0$, выражения (13а) и (13б) будут точно совпадать с (9а) и (9б) соответственно, т. е. если погрешность исходных данных $\delta \rightarrow 0$, то регуляризованное решение стремится к точному решению. Это и оправдывает предложение брать в качестве приближенного решения уравнения (1) регуляризованное решение, коэффициенты которого определяются по формулам (13а) и (13б).

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 2.9.1977)

გეოფიზიკა

რ. ინჯგია

მძსპარიმენტული მონაცემებით ინტენსივობის ჰერმარიტი ვალის
მიახლოებითი განსაზღვრის მდგრადი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

კავშირი ინტენსივობის ჰერმარიტი და ექსპერიმენტით მიღებულ მნიშვნელობებს შორის მყარდება ფრედჰოლმის 1 გვარის ინტეგრალური განტოლებით.

შრომში ა. ტიხონოვის მიერ ფურიეს მწკრივის მდგრადი შეჯამებადობისათვის გამოყენებული მამრავლობა და სპიხებელ სიდიდეზე წინასწარი ცნობების მოშველებით ნაპოვნია დასმული ამოცანის მდგრადი ამოხსნა.

GEOPHYSICS

R. G. INJGIA

ON THE STABLE METHOD OF APPROXIMATE DETERMINATION OF
INTRINSIC BRIGHTNESS BY EXPERIMENTAL DATA

Summary

A steady solution of the title problem is found, by means of the stabilizing multiplier introduced by A. M. Tikhonov and a priori information on the picture of the brightness field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Г. Инджгია. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
2. А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М., 1974.

О. В. ЛОМАЯ, Д. Г. ЦИНЦАДZE, Г. Н. ПОЦХВЕРАШВИЛИ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 14.9.1977)

При наличии в каком-либо локальном районе Земли постоянно действующих источников выбросов монотонное накапливание различных примесей в атмосфере не происходит ввиду действия в ней процессов самоочищения: коагуляции, гравитационного оседания, вымывания, рассеяния и др. Почти все эти процессы зависят от метеорологических условий. Поиски зависимости загрязнения воздушного пространства города от различных метеорологических условий проводились многими авторами [1—4]. В результате выявлены факторы, влияющие на концентрацию различных примесей в воздухе.

Цель настоящей работы — установление количественных зависимостей степени загрязнения воздуха от отдельных метеорологических факторов. Использованы данные систематических круглосуточных наблюдений за концентрацией твердых аэрозолей, проведенных Институтом геофизики АН ГССР в г. Тбилиси за период с 1971 по 1974 г. включительно. Методика проведения наблюдений и их первичной обработки, а также результаты статистической обработки полученных данных приведены в работе [5]. К анализу привлечены также материалы аэрологических и метеорологических наблюдений, Управления Гидрометслужбы Грузинской ССР и Тбилисского государственного университета.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между концентрацией и отдельными метеорологическими факторами

Годы	Коэффициенты парной корреляции			Коэффициенты частной корреляции				
	r_{cV}	r_{cY}	r_{cQ}	$r_{cV \cdot Y}$	$r_{cY \cdot V}$	$r_{cQ \cdot Y}$	$r_{cY \cdot Q}$	$r_{cV \cdot Q}$
1971	-0,30	-0,35	-0,22	-0,22	-0,28	-0,21	-0,32	-0,33
1972	-0,22	-0,45	-0,29	-0,13	-0,43	-0,25	-0,44	-0,26
1973	-0,31	-0,57	-0,20	-0,17	-0,51	-0,20	-0,57	-0,36
1974	-0,35	-0,47	-0,27	-0,24	-0,40	-0,27	-0,47	-0,38

Проведен корреляционный анализ зависимости среднесуточной концентрации твердых примесей в приземном слое атмосферы C от среднесуточной скорости ветра на уровне флюгера V , среднего градиента температуры γ в нижнем километровом слое атмосферы и ко-



личества осадков в сутки Q . Вычислены коэффициенты линейной корреляции концентрации C с рассматриваемыми факторами за отдельные годы (табл. 1).

Они обнаруживают достаточную стабильность. Некоторые изменения коэффициентов корреляции в отдельные годы, очевидно, вызваны тем, что рассматриваемая связь отклоняется от линейной при больших величинах метеорологических элементов. В зависимости от повторяемости тех или иных метеорологических условий в различные годы отклонение изучаемой зависимости от линейной будет различным. Среди частных коэффициентов корреляции (когда удалено влияние других факторов) самыми высокими получаются с $\gamma=0,50$. Это, очевидно, вызвано тем, что γ с C имеют более линейную связь, чем другие факторы, но, отнюдь, не тем, что при увеличении γ лучше очищается воздух, чем при осадках и ветре. Самый высокий эффект очищения получается при интенсивных осадках.

Для изучения вопроса, как часто появляются различные уровни загрязнения при тех или иных значениях разных метеорологических параметров, был использован метод биссерийальной корреляции [6].

Коэффициенты биссерийальной корреляции вычислены для рассматриваемых пар для ряда разделяющих уровней C .

Наилучшая корреляция концентрации загрязнения с осадками получается при уровне $C=0,50$ (здесь и ниже C — нормированные концентрации). То же с ветром. Достаточно большой коэффициент и при $C=1,0$. При других уровнях корреляции значительно меньше. Отсюда можно сделать вывод, что ветер и осадки в основном определяют уровень $C \leq 1,0$.

С градиентами температуры наилучшая связь получается при разделяющем уровне 1,5, т. е. градиенты в основном определяют уровень $C > 1,5$. Этот уровень загрязнения возможен лишь в случае отсутствия значительного ветра и осадков, а в этом случае определяющими для концентрации являются градиенты температуры. Коэффициент биссерийальной корреляции γ с C при разделяющем уровне $C=1,5$ достаточно высокий ($-0,62$).

Решалась и обратная задача, когда дихотомическими были метеорологические факторы, а непрерывно меняющимися — концентрации C . Наилучшая корреляция Q и C отмечается до уровня $Q \leq 4$ мм ($\sim 0,50$), далее корреляция уменьшается. Та же зависимость получается со скоростью ветра. При малых скоростях ветра имеет место лучшая корреляция с концентрацией загрязнения ($r=0,40$). При скорости ветра больше 4—5 м/сек коэффициенты уменьшаются, следовательно, скорость ветра 4—5 м/сек является тем пределом, после которого темп падения концентраций с увеличением скорости ветра сильно уменьшается.

При корреляции с градиентами температуры лучшая связь получается для $\gamma \leq 0,40^\circ/100$ м ($r=0,40$).

Рассмотренные параметры погодных условий не полностью описывают все наблюдаемые изменения концентраций, о чем свидетельствует коэффициент множественной корреляции $r=0,60$. Это может являться следствием неучета влияния величины загрязнения в предыдущий день [4] и, возможно, некоторых других факторов, также не учтенных в данном исследовании. Основной массив изменений C рассмотренные параметры учитывают. Анализ также показал, что суще-

ствуют определенные критические значения метеорологических факторов, приводящие к той или иной степени очищения атмосферы.

При анализе роли какого-либо фактора в возникновении определенного метеорологического явления, зависящего от большого числа различных факторов, в последние годы применяется метод определения оптимального значения параметра, которое является критическим для формулировки прогноза «явление ожидается» или «явление не ожидается» [7].

Если X — значения параметра, P — вероятность возникновения явления, а Q — вероятность отсутствия явления, ищется такое значение X_0 , чтобы при прогнозировании явления, когда $X \geq X_0$, и отсутствии его в случае $X < X_0$ успешность прогноза была наибольшей, т. е. определяется X_0 , при котором выражение

$$\pi_0(X_0) = P(X \geq X_0) + Q(X < X_0)$$

достигает максимума.

Надежность определения оптимального значения параметра устанавливается на основании критерия χ^2 [7].

Указанный метод был применен нами для определения оптимальных значений метеорологических факторов, влияющих на степень загрязнения атмосферы. В нашем случае за «явление» принимается наличие в приземном слое атмосферы высоких значений концентраций различных примесей в одном случае и очень низких концентраций (чистая атмосфера) в другом. Если за границу раздела этих двух явлений (чистый воздух, загрязненный воздух) принимается $S=1,0$, то наличие в определении S ошибок измерения легко перебрасывает случаи из одной группы в другую и это несколько путает картину. Поэтому в одной серии расчетов за «явление ожидается» бралось наличие концентрации $S \geq 1,5$, «не ожидается» — $S \leq 0,5$, в другой серии — $S \geq 1,8$ и $S \leq 1,2$ соответственно. Далее определялось X_0 для случаев, когда явления менялись местами, т. е. за «явление ожидается» принималась чиста атмосфера, а «не ожидается» — загрязненная. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прогнозируемое явление	Ф а к т о р ы			
	V м/сек		$\gamma^0/100$ м	Q мм
	сред.	макс.		
Чистая атмосфера	1,5	3	0,80	3
Загрязненная атмосфера	0,5	1	0,40	0,5

Полученные результаты могут быть применены для прогнозирования загрязнения приземного слоя атмосферы и исследования потенциального уровня загрязнения локальных районов Земли.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 30.9.1977)

თ. ლომაია, ვ. ცინცაძე, გ. ფოცხვერაშვილი

ატმოსფეროს გაჯუჭყიანების რაოდენობრივი დამოკიდებულება
 მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე

რეზიუმე

გამოკვლეულია ჰაერის გაჯუჭყიანების რაოდენობრივი დამოკიდებულება ცალკეულ მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე. ჩატარებულია კორელაციური ანალიზი ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მყარი ნაწილაკების დღეღამურ კონცენტრაციასა და ქარის დღეღამურ საშუალო სიჩქარეს შორის ფლუგერის სიმაღლეზე, ტემპერატურის საშუალო გრადიენტთან ატმოსფეროს ქვედა კილომეტრიან ფენაში და ნალექების დღეღამურ რაოდენობასთან. განსაზღვრულია განხილული პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობანი, რომლებიც კრიტიკულია პროგნოზის ფორმულირებისათვის: „მოსალოდნელია სუფთა ატმოსფერო“ და „მოსალოდნელია გაჯუჭყიანებული ატმოსფერო“.

GEOPHYSICS

O. V. LOMAIA, D. G. TSINTSADZE, G. N. POTSKHVERASHVILI

QUANTITATIVE DEPENDENCE OF ATMOSPHERE POLLUTION
 ON METEOROLOGICAL FACTORS

Summary

The paper deals with a quantitative dependence of air pollution on meteorological factors. A correlative analysis has been carried out of the dependence of mean daily concentration of particulate matter in the lowest atmospheric layer on mean daily wind velocity at the level of a vane, average temperature gradient in the lower kilometre layer of the atmosphere and the daily precipitation amount.

Optimal values of the parameters under consideration have been determined, being critical for the formulation of the forecasts: "clean atmosphere is expected" and "polluted atmosphere is expected".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Ю. Безуглая, Л. Р. Сонькин. Сб. «Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы». Л., 1971.
2. Л. Р. Сонькин, Т. П. Денисова. Труды ГГО, вып. 238, 1969.
3. О. В. Ломаия, Д. Г. Цинцадзе. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. 31, 1974.
4. О. В. Ломаия. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974.
5. А. Г. Балабуев, О. В. Ломаия, Д. Г. Цинцадзе. Сообщения АН ГССР, 69, № 3, 1973.
6. Т. А. Пановский, Г. В. Брайнер. Статистические методы в метеорологии. Л., 1972.
7. А. Н. Буз. Сб. «Вопросы метеорологии, агрометеорологии и гидрологии». М., 1965.



Н. С. ВАРДЗЕЛАШВИЛИ

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УРАНОВОГО РЯДА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЛОКСКОГО МАССИВА (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 12.7.1977)

Энергия радиоактивного распада среди других факторов является одной из основных причин миграции радиоактивных элементов. В процессе миграции определяющую роль играют форма и место нахождения радиоактивных изотопов в кристаллической решетке и ее состояние.

В результате взаимодействия с горными породами подземные воды, обогащаясь радиоактивными элементами, дают богатую информацию о процессах, происходящих в верхних слоях земной коры.

Интенсивность обогащения подземных вод радиоактивными элементами, со своей стороны, зависит в основном от химического состава и гидродинамических условий циркуляции природных вод.

Для изучения распространения и процесса миграции, т. е. для установления формы нахождения, коэффициента водной миграции и степени выщелачиваемости радиоактивных элементов уранового ряда U, Ra, RaD и Pb в гранитоидах Локского массива, были исследованы подземные воды этого района.

Методика определения урана и продуктов его распада в подземных водах делится на три последовательных процесса: 1) концентрирование радиоактивных элементов из большего объема воды; 2) извлечение, радиохимическая и химическая очистка препарата; 3) количественное определение выделенного элемента.

Учитывая низкое содержание урана и продуктов его распада в подземных водах, концентрирование исследуемых элементов проводили из объема 100 л воды соосаждением на гидроксид железа [1]. Уран отделяли карбонатным пересаживанием, от мешающих элементов очищали экстрагированием диэтиловым эфиром [2] и количественно определяли колориметрированием с арсеназо-III.

Свинец после отделения урана выделяли пирохимическим методом при 1000°C в токе водорода. С целью очистки от ионов, мешающих его определению, экстрагировали дитизином и количественно определяли колориметрическим методом [3]. Полученный раствор свинца использовали для измерения радия-D.

Радий-D определяли по дочернему Bi^{210} на низкофоновой β -установке УМФ-1500 [1], а радий — эманационным методом [4].

Приведенные в таблице результаты свидетельствуют о том, что исследуемые воды Локского массива характеризуются низкой минерализацией, в основном гидрокарбонатные, встречаются гидрокарбонатно-хлоридные и гидрокарбонатно-сульфатные, нейтральные и содержащие сероводород.

Концентрация урана в исследуемых водах примерно одинакова, что, по-видимому, обуславливается одинаковой гидрокарбонатной средой. „მეცნიერება“, ტ. 88, № 2, 1977

Содержание урана и продуктов его распада в подземных водах Локского массива

№ п/п	Место взятия и тип вмещающих пород	Химический состав воды	Содержание в воде, г/л				Коэффициент водной миграции				Pb/U	В равновесных единицах		
			U·10 ⁻⁶	Pb·10 ⁻⁶	Ra·10 ⁻¹⁰	Rad·10 ⁻¹⁰	U	Pb	Ra	Rad		Ra/U	Rad/U	Rad/Ra
1	Камышло, лейкократовые граниты (палеозой)	$H_2SM_{0,2} \frac{HCO_3' 85}{Ca \cdot 65Mg \cdot 32} PH 6.4$	0,30	4,37	0,70	0,20	1,0	0,36	0,80	0,20	14,60	0,68	0,16	0,24
2	Лок-Джандари, род. 1, лейкократовые граниты (палеозой)	$H_2SM_{0,2} \frac{HCO_3' 70SO_4' 20}{Na \cdot 4Ca \cdot 23Mg \cdot 23} PH 7.0$	0,47	1,00	0,60	0,25	2,30	0,13	1,00	0,36	2,10	0,38	0,12	0,31
3	Саварло, нижний лейас (гетанг)	$M_{0,3} \frac{HCO_3' 94}{Ca \cdot 57Mg \cdot 34} PH 7.0$	0,49	0,10	1,10	0,004	1,70	—	—	—	0,20	0,68	0,02	0,003
4	Гора, андезитовые туфы, туфобрекчия и лавы	$M_{0,10} \frac{HCO_3' 89}{Ca \cdot 72} PH 6.8$	0,39	0,30	0,50	0,001	1,30	—	—	—	0,70	0,47	0,007	0,01
5	Чатахи, вулканогенно-осадочная толща	$M_{0,09} \frac{HCO_3' 92}{Ca \cdot 61Mg \cdot 34} PH 7.0$	0,29	0,15	0,39	0,00	1,30	—	—	—	0,50	0,39	0,001	0,01
6	Ущ. р. Дамблутка, лейкократовый гранит (палеозой)	$M_{0,21} \frac{HCO_3' 75Cl' 25}{Na \cdot 40Ca \cdot 40} PH 7.0$	0,29	5,40	0,50	0,30	1,00	0,40	0,50	0,30	18,50	0,50	0,23	0,55
7	Лок-Джандари, род. 2, лейкократовый гранит (палеозой)	$M_{0,21} \frac{HCO_3' 74Cl' 25}{Ca \cdot 55Na \cdot 23Mg \cdot 21} PH 7.0$	0,32	1,20	0,70	0,40	1,00	0,09	0,70	0,30	4,00	0,69	0,13	0,40
8	Ущ. р. Лок, рогово-обманковый гранит (палеозой)	$M_{0,05} \frac{HCO_3' 78Cl' 21}{Ca \cdot 40Na \cdot 30Mg \cdot 25} PH 7.2$	0,07	0,35	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	5,00	0,09	0,03	0,40

дой исследуемых вод. Несмотря на содержание сероводорода в водах сс. Камышло и Лок-Джандари (род. 1), по содержанию урана они заметно не отличаются от других вод, омывающих лейкократовые граниты. Как известно, сероводород способствует созданию восстановительной обстановки и, следовательно, отсутствию шестивалентного урана, способного к миграции. Однако этот эффект существенно ограничивается, по-видимому, тем обстоятельством, что карбонатный характер миграции урана в наших случаях играет существенную роль. Это подтверждается и тем обстоятельством, что при низком содержании урана в осадочных и вулканических породах Локского массива [5] воды, омывающие эти породы, не отличаются содержанием урана, что, со своей стороны, свидетельствует о том, что значительное количество урана в этих породах находится в наименее устойчивой форме и легко мигрирует в воды.

В отличие от урана, радий, не находящийся в решетке минералов, обладает большей миграционной способностью [6], но, поскольку во всех исследуемых водах отношение Ra/U (в равновесных единицах) значительно ниже единицы, можно предположить одинаковые условия фильтрации воды через все породы, и присутствие ионов Ca и Mg в породах и в воде может служить критерием миграции радия. Именно поэтому количество радия в исследуемых водах в результате выпадения последнего в осадок, путем осаждения с карбонатами и сульфатами из жидких фаз, уменьшается.

Содержание свинца в исследуемых водах Локского массива гораздо выше, по сравнению с ураном. Отношение Pb/U варьирует от 2 до 18,5 и объясняется высоким кларком свинца в омываемых породах [6]. Это подтверждается и тем, что коэффициент водной миграции свинца ниже коэффициентов водной миграции урана, радия и радия-D. Воды, омывающие осадочные и вулканические породы, содержат примерно столько же свинца, сколько и урана, и их отношение Pb/U не превышает 0,7.

В исследуемых водах наблюдается недостаток радия-D по отношению к урану и радью, его содержание значительно ниже, чем в термальных водах Южной Грузии [1]. Можно предполагать, что основная масса радия-D, образовавшегося в воде в результате распада радона, адсорбируется на взвесах и коллоидных частицах. Методика выделения свинца (в том числе радия-D) из исследуемых вод предусматривала осветление их путем отстаивания. В результате этого происходило удаление радия-D, адсорбированного на осевшей взвеси. Сравнивая коэффициенты водной миграции урана с коэффициентами продуктов его распада, видим, что миграция урана происходит интенсивнее, превосходит миграцию продуктов распада и меняется по $U > Ra > RaD > Pb$.

Полученные результаты показывают, что породы Локского массива содержат определенное количество миграционноспособного урана и продуктов его распада, которые в процессе выщелачивания, т. е. без разрушения кристаллической решетки минералов, выносятся из пород подземными водами.

Результаты распространения урана и продуктов его распада в подземных водах в совокупности с данными по распространенности [5] и выщелачиваемости [6] тех же элементов в породах свидетельствуют о

том, что породы, слагающие Локский массив, вряд ли могли служить источником существенных рудопроявлений.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 14.7.1977)

გეოფიზიკა

6. ვარძელაშვილი

ურანის რიზის რადიაქტიური ელემენტები ლოქის მასივის
 მიწისქვეშა წყლებში (მცირე კავკასიონი)

რეზიუმე

ლოქის მასივის მიწისქვეშა წყლებში შესწავლილია ქიმიური შედგენილობა, რადიაქტიური ელემენტებისა და მათი დაშლის პროდუქტების კონცენტრაცია, მიგრაცია და წყლით მათი მიგრაციის კოეფიციენტი. ლოქის მასივის მიწისქვეშა წყლები ხასიათდება ურანისა და მისი დაშლის პროდუქტების დაბალი შემცველობით. ურანის მიგრაცია, დაშლის პროდუქტებთან შედარებით, მიმდინარეობს ინტენსიურად. დაიკვირვება რიგი: $U > Ra > RaD > Pb$.

GEOPHYSICS

N. S. VARDZELASHVILI

THE RADIOACTIVE ELEMENTS OF THE URANIUM SERIES IN THE
 UNDERGROUND WATERS OF THE LOK MASSIF (LESSER CAUCASUS)

Summary

The chemical composition, distribution, migration from rocks and the coefficients of water migration of the radioactive elements of uranium and its decay products in the underground waters of the Lok massif have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Вардзелашვილი, Ш. М. Чхенкели. Радиационные исследования, т. 2. Тбилиси, 1975.
2. Н. С. Вардзелишვილი, Г. Н. Бондаренко, Э. В. Соботович. Проблемы космохимии. Киев, 1974.
3. Э. В. Соботович. Изотопы свинца в геохимии и космохимии. М., 1970.
4. Г. В. Сечеванов, Л. Г. Мартынов. Сб. «Методы определения радиоактивных элементов в минеральном сырье». М., 1961.
5. Н. С. Вардзелашვილი, Э. В. Соботович, Ш. М. Чхенкели, Т. Н. Мგელიაშვილი. Сб. «Вопросы прикладной радиометрии». Тбилиси, 1975.
6. Н. С. Вардзелишვილი. Сб. «Вопросы прикладной радиометрии». Тбилиси, 1975.

Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ, Л. Я. ЛАПЕРАШВИЛИ,
Г. В. МАЙСУРАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ЦЕОЛИТОВ ТИПА X МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 18.10.1977)

В настоящее время из способов получения катионообменных форм цеолитов наибольшее распространение получили методы ионного обмена и перколяции [1, 2].

Имеется ряд литературных данных [3—6] по хроматографическому разделению смеси газов на кальцийсодержащих формах цеолитов типа X, но так как все эти образцы были приготовлены из различных исходных натриевых форм и с разной степенью замещения ионов натрия на катионы кальция, то сравнить между собой полученные на них результаты не представляется возможным.

В настоящей работе ставилась задача выяснить влияние метода получения кальцийзамещенных форм цеолитов типа X на их хроматографические свойства.

Введение катионов кальция в алюмосиликатный каркас цеолита типа X (Ц-202 и 661 ГОБ ВНИИНП) осуществлялось ионным обменом, перколяцией, обработкой исходной формы цеолита направленным потоком катионов кальция. Была исследована также механическая смесь хлористого кальция и натриевой формы цеолита. Изучались образцы с высоким содержанием катионов кальция.

Для проведения реакции ионного обмена исходная натриевая форма цеолита была обработана 1 н. водным раствором хлористого кальция. Путем восьмикратной обработки цеолита была получена кальциевая форма, в которой степень замещения натрия на кальций составляла 90%.

Перколяция осуществлялась следующим способом: небольшие гранулы исходной формы загружались в стеклянную трубку диаметром 20 мм, 2 н. раствор хлористого кальция пропускался через слой цеолитов. На 50 г цеолита в среднем было затрачено 5 литров раствора соли. Время пропускания раствора 96 часов. Степень замещения Na^+ на Ca^{2+} — 86%.

Для осуществления катионного обмена направленным потоком катионов кальция исходная форма цеолита помещалась в мешочек из перхлорвинила, который одновременно выполнял и роль диафрагмы. В качестве электродов были применены графитовые стержни. Электролитом служил 1 н. раствор хлористого кальция. Путем трехкратной обработки был получен цеолит, в котором степень замещения Na^+ на Ca^{2+} составляла 88%.



Механическая смесь цеолита с хлористым кальцием (1:5) была помещена в термостат (50—70°) и постоянно перемешалась в течение 1 часа. Степень замещения Na^+ на Ca^{2+} —96%.

Затем образцы переносились на воронку Бюхнера и промывались горячей дистиллированной водой. Цеолитовая решетка при получении кальцийзамещенных форм различными способами сохранялась, что контролировалось снятием дебаеграмм.

Подготовка образцов к хроматографическому исследованию производилась по известной методике [7].

Модельной смесью служила смесь углеводородных газов C_1 — C_4 , окиси углерода, кислорода и азота.

Измерение удерживаемых объемов отдельных соединений показало, что для олефинов и окиси углерода они увеличены, а для парафинов понижены на всех кальциевых формах, по сравнению с исходной натриевой формой цеолита (табл. 1).

Таблица 1

Удельные удерживаемые объемы газов (V_g мл/г)

Компонент	Температура колонок, °C	Наименование образца и степень замещения Na^+ на Ca^{2+} в цеолите, %				
		NaX	ионный обмен	перколяция	электролиз	механичес- кая смесь
		0	90	86	88	96
N_2	25	6,8	11,0	10,8	6,8	5,4
CH_4		13,3	13,5	15,6	8,9	8,7
CO		36,9	100,8	140,7	—	68,5
C_2H_6	80	41,9	15,8	27,3	14,2	19,2
C_2H_4	200	10,3	13,6	34,2	11,8	13,6
C_3H_8		18,8	5,5	9,2	3,9	7,1
C_4H_{10}		30,7	20,8	25,2	14,6	26,1
C_3H_6	240	33,1	39,2	69,6	58,7	41,3

Таблица 2

Коэффициенты разделения компонентов (K_p)

Компоненты	Температура колонок, °C	Наименование образца и степень замещения Na^+ на Ca^{2+} в цеолите, %				
		NaX	ионный обмен	перколяция	электролиз	механичес- кая смесь
		0	90	86	88	96
N_2/O_2	25	5,0	6,6	7,8	7,4	7,6
CO/CH_4	25	4,2	6,0	—	4,8	5,0
$\text{C}_3\text{H}_8/\text{C}_2\text{H}_6$	120	8,8	7,6	7,9	6,9	7,0
$\text{C}_4\text{H}_{10}/\text{C}_3\text{H}_8$	220	6,8	5,8	5,6	5,4	4,8
$\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6$	220	5,4	6,4	7,5	5,3	7,4
$\text{C}_3\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8$	220	7,4	8,2	8,7	7,6	8,0
$\text{C}_3\text{H}_6/\text{C}_2\text{H}_4$	160	7,5	8,0	9,0	7,9	7,7

В табл. 2 приведены коэффициенты разделения различных пар компонентов.

Исследования показали, что по сравнению с исходным натриевым образцом, на цеолитах, содержащих катионы кальция, коэффициенты разделения отдельных пар компонентов ($\text{CO}-\text{C}_2\text{H}_4$, $\text{C}_2\text{H}_4-\text{C}_2\text{H}_6$, $\text{C}_3\text{H}_6-\text{C}_3\text{H}_8$) увеличены. При этом рост удельных удерживаемых объемов соединений, характеризующихся наличием π -связей, дипольных и квадрупольных моментов, а также коэффициентов разделения $\text{CO}-\text{C}_2\text{H}_4$, $\text{C}_2\text{H}_4-\text{C}_2\text{H}_6$, $\text{C}_3\text{H}_6-\text{C}_3\text{H}_8$, в большей мере имеет место на катионообменном образце, приготовленном с помощью метода перколяции.

В этом случае, по-видимому, можно предположить, что катионы кальция менее экранированы другими ионами и молекулами воды, т. е. расположены в более доступных позициях для молекул адсорбата. Кроме того, при других методах синтеза не исключена возможность ослабления кристаллического каркаса цеолита, следствием которого является уменьшение удерживающей способности адсорбента.

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

(Поступило 11.11.1977)

ფიზიკური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი, ლ. ლაპერაშვილი, გ. მაისურაძე

კალციუმსა და სხვა კატიონების X ტიპის ცეოლითების თვისებების კვლევა
აირადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილია კალციუმსა და სხვა კატიონების X ტიპის ცეოლითების ქრომატოგრაფიული თვისებები. ცეოლითების მოდიფიცირებისათვის გამოვიყენეთ შემდეგი მეთოდები: იონური მიმოცვლა, პერკოლაცია, გამოსავალი ფორმის ცეოლითის დამუშავება კალციუმის კათიონების მიმართული ნაკადით. მომზადებულ იყო აგრეთვე ცეოლითისა და კალციუმის ქლორიდის მექანიკური ნარევი.

დადგენილია ცეოლითების მოდიფიცირების მეთოდის გავლენა მათ ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. G. ANDRONIKASHVILI, L. Ya. LAPERASHVILI, G. V. MAISURADZE
GAS-CHROMATOGRAPHIC STUDY OF THE PROPERTIES OF
TYPE-X ZEOLITES CONTAINING CALCIUM CATIONS

Summary

Chromatographic properties of type-X zeolites containing calcium cations have been studied. Cation-exchange modification of zeolites was realized by the following methods: ion-exchange, percolation, exposure of zeolites to a directed flow of calcium cations. A mechanical mixture of zeolite and calcium chloride was also prepared. The influence of the applied methods of modification of zeolites on its chromatographic properties has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили. Сб. «Синтетические цеолиты», М., 1962, 117.
2. R. M. Barrer. J. Chem. Soc., № 9, 1950, 2342.
3. H. W. Habgood. Canad. J. Chem., 42, № 10, 1964, 2340.
4. А. В. Киселев, Ю. Л. Черненкова, Я. И. Яшин. Нефтехимия, 5, № 4, 1965, 589.
5. Л. И. Пигузова, А. С. Витухина. Химия и технология топлив и масел, № 6, 1963, 17.
6. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Т. А. Чумбуридзе, З. И. Коридзе. ДАН СССР, 156, № 4, 1964, 932.
7. Г. В. Цицишвили, Л. Я. Лаперашвили, Т. Г. Андроникашвили, С. С. Чхендзе. ЖПХ, 45, № 12, 1972, 2647.

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Г. Г. ГВАЗАВА

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СТЕКОЛ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ОКИСЛОВ АЛЮМИНИЯ И ЖЕЛЕЗА

Важным вопросом расширения производства изделий из стекла и стеклокристаллических материалов, а также снижения их стоимости является применение новых видов недефицитных и недорогих сырьевых материалов. К их числу можно отнести силикатные горные породы и некоторые отходы производства.

Применение этих материалов почти всегда связано с образованием пироксеновой фазы, которая придает им ценные свойства.

Большой теоретический интерес к исследованию пироксеновых составов обуславливается еще и тем, что породы этих составов очень распространены и составляют 16,8% земной корки, а, как указывает А. И. Цветков [1], пироксены отличаются широким диапазоном химических составов.

За последнее время проведено немало обстоятельных работ по получению стеклокристаллических материалов из силикатных горных пород.

Много ценного по данному вопросу можно найти в работе [2].

Кроме того, нам известно, что много работ в этом направлении выполнялось проблемной лабораторией Минского политехнического института, Ереванским научно-исследовательским институтом, в Средней Азии и других районах.

Н. Н. Ермоленко, Л. А. Жулина с соавторами разработали условия получения стеклокристаллических материалов из базальта. Ими же было установлено, что повышение содержания окиси алюминия усиливает скорость кристаллизации пироксеновых фаз, а окиси железа, наоборот, уменьшает его [3].

Образование фаз пироксеновых составов и получение различных технических материалов обусловлено тем, что в пироксенах возможен четырехвалентный изоморфизм, как это было установлено А. И. Цветковым [1].

Как уже отмечалось, применение силикатных горных пород для производства стеклоизделий всегда связано с высоким содержанием окислов алюминия и железа.

Синтез и исследование процессов кристаллизации стекол с высоким содержанием окислов алюминия и железа на основе андезита Бакурианского месторождения представляет большой теоретический интерес, так как эти составы охватывают пироксены, которые являются перспективным искусственным материалом.

До рассмотрения полученных нами результатов следует указать, что в ранее проведенных нами работах [4] было обнаружено, что в стекломассе с высоким содержанием окиси алюминия и железа имеет место поверхностная кристаллизация и этот процесс сильно усиливается при введении в состав окиси бора.



Закристаллизованные образцы на поверхности имеют темно-вишневый цвет, а внутри — черный или темно-коричневый; это говорит о том, что из этих составов можно получать многообразные технические материалы.

Получение материала объемной кристаллизации из этих составов было затруднено, в связи с этим нами было исследовано влияние окиси кальция на процесс объемной кристаллизации. Опыты проводились на природном андезите.

В связи с тем, что на одном андезите без корректирующей добавки варить и вырабатывать стекло затруднительно, в качестве добавок к андезиту добавлялись отходы мраморного производства (мелкая фракция мраморной крошки), что придает андезиту желаемые варочные и выработочные свойства.

Из 15 сваренных составов стекла по технологическим параметрам варки и выработки хорошие результаты показали стекла, имеющие в своем составе от 10 до 15% окиси кальция. Оптимальные составы этих стекол представлены в таблице.

№ п/п	Индексы стекла	Содержащиеся окислы, %						
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	R ₂ O	TiO ₂
1	Исходное стекло	58,78	17,34	8,96	5,64	3,24	5,98	0,54
2	АС-6	52,00	17,34	8,96	11,42	3,24	5,98	0,54
3	АС-9	49,00	17,34	8,96	14,42	3,24	5,98	0,54

Изучением оптимальных составов стекла было установлено, что при введении в состав исходного стекла окиси кальция способность к поверхностной кристаллизации полностью исчезает, так как имеющийся в свободном виде магнетит, который мигрирует и образует на поверхности закристаллизованную пленку, соединяется с окисью кальция и в свободном состоянии остается в небольшом количестве, чего недостаточно для сплошной поверхностной кристаллизации.

Согласно рентгенографическим анализам оптимальных составов, образцы стекол АС-6 и АС-9 при термообработке 1000°C и выдержке 3 часа полностью кристаллизуются в объеме, фазовый состав которого содержит пироксен типа диоксид-авгита:



Главные максимумы минерала на рентгенограммах соответствуют межплоскостным расстояниям 2,98—2,99; 2,94—2,97; 2,89—2,546; 2,516; 2,125 Å. Магнетит присутствует в незначительном количестве и определяется по главным диагностическим пикам 1,47; 1,61 и 2; 2,08 Å, при этом содержание его в образце АС-6 несколько выше, чем в АС-9. Максимум 3,15—3,16 Å, по-видимому, может быть отнесен к пироксенам типа клинопирогенна.

Структура кристаллических фаз оптимальных составов стекла была изучена электронномикроскопическими анализами, показывающими, что стекла АС-6 и АС-9 при термообработке 900°C представляют собой кристаллы большого размера, неравномерно распределенные по всему объему образца; при повышении температуры до 950°C образец в объеме частично кристаллизуется, размер кристаллов становится равным 0,2—0,3 мм, при этом на поверхности образца выде-

ляется пленка с полосами зеленого цвета, которая под черным цветом придает образцу декоративность, что можно регулировать изменением времени выдержки термообработки.

При повышении температуры до 1000°C образец кристаллизуется полностью, создается монолитная кристаллическая масса по всему объему и образец принимает темно-зеленый цвет.

Полученная однородная кристаллическая структура имеет высокую механическую, химическую и термическую прочность.

Проведенная работа доказывает, что увеличение содержания окиси кальция в андезитовом составе до 15% положительно влияет на процесс кристаллизации, что дает возможность получения высокопрочного стеклокристаллического материала без добавки других известных катализаторов кристаллизации.

Для производства стеклокристаллического материала рекомендуем следующий состав: SiO_2 —52,0%, Al_2O_3 —17,4%, $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ —8,96%, CaO —11,42%, MgO —3,24%, R_2O —5,98%, TiO_2 —0,54%.

По полученным данным нами разработан технологический процесс производства стеклокристаллического материала из стекол с высоким содержанием алюминия и железа на основе андезита.

По разработанной схеме в 1975 г. на Боржомском комбинате производственных предприятий треста № 9 была построена опытная стекловаренная печь прямого нагрева с площадью 6 м^2 и выпущено до 10000 стеклокристаллических плит разных размеров.

Установлено, что на основе андезита можно получить стеклокристаллические материалы разной декоративности, организовать производство каменного литья, применить полученные материалы в химической промышленности для футеровки емкостей и облицовки зданий и сооружений химической промышленности.

По нашему мнению, этот вывод имеет важное народнохозяйственное значение, так как значительно упрощает и удешевляет производство химустойчивых материалов.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.9.1977)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ჭუბთაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ზვანაძე

შავალღია ალუმინის და რკინის ჟანგის შემცველი მინების სინთეზისა და კრისტალიზაციის პროცესის გამოკვლევა

რეზიუმე

განხილულია ანდეზიტის ბაზაზე დაკრისტალბული მინის მასალების მიღების შესაძლებლობა.

მოყვანილია რენტგენოგრაფიული და ელექტრონომიკროსკოპული ანალიზის შედეგები.

K. S. KUTATELADZE, G. G. GVAZAVA

SYNTHESIS AND STUDY OF THE CRYSTALLIZATION PROCESSES OF
GLASSES WITH HIGH CONTENT OF AL AND Fe OXIDES

Summary

The feasibility of obtaining glassceramic materials on the basis of andesite is discussed. The results of electron microscopic and roentgenostructural analysis are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Цветков. Труды Ин-та геологических наук АН СССР, 138, № 41, 1951.
2. Н. М. Бобкова, Н. Н. Ермоленко, Л. А. Жулина. Новые стекла и стекломатериалы. Минск, 1965.
3. Н. Н. Ермоленко, Л. Е. Лымбин, Л. А. Жулина. Сб. «Стекло и силикатные материалы». Минск, 1962.
4. К. С. Кутателадзе, Г. Г. Гвазава. Изв. АН СССР, неорг. матер., т. VII, № 5, 1968.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

К. К. ДЖАПАРИДЗЕ, П. Д. ЦИСКАРИШВИЛИ, З. Б. КВИНИХИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОПЛАСТИФИКАЦИИ
 КЕРОГЕНА-70 НА ВЫХОД И СВОЙСТВА БЕНЗОЛЬНЫХ
 ЭКСТРАКТОВ ЕГО ТЕРМОПЛАСТИФИКАТОВ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 22.9.1977)

Целью данной работы являлось проведение термической обработки продукта обогащения ленинградских сланцев (керогена-70) в интервале температур 320—450°C и исследование полученных продуктов, в частности изменения свойств бензольного экстракта керогенового термопластификата в зависимости от температуры его термопластификации.

Температура термической обработки керогена, результаты технического и элементного анализов которого представлены следующими данными: W^1 —0,68%; A^1 —27,1%; $C^{орг}$ —79,82%; $H^{орг}$ —11,25%; $S^{орг}$ —3,38%, повышалась на 8°C в мин. Термическая обработка керогена-70 проводилась в кварцевой пробирке, которая помещалась в тигельную печь. Полученный при определенной температуре термопластификат (термобитум) экстрагировался кипящим бензолом. После 1 часа кипения растворителя экстракт отделялся от нерастворимого остатка фильтрованием. После перегонки растворителя полученный продукт доводился до постоянного веса в вакуумсушильном шкафу. Результаты проведенной работы представлены в табл. 1.

Таблица 1
 Результаты термопластификации керогена-70

№ п/п	Общая продолжительность времени пластификации, мин	Температура пластификации, °С	Количество полученного пластификата, %	Газо-жидкостные продукты и потери (по разности), %	Экстракт	
					Выход, %	Молекулярный вес
1	42,5	340	95,0	5,0	0,49	—
2	45,0	360	94,0	6,0	1,31	530
3	47,5	380	92,0	8,0	3,5	552
4	50,0	400	89,0	11,0	9,2	617
5	52,5	420	82,0	18,0	50,6	845
6	65,0	440	75,5	24,5	34,5	647
7	67,5	450	67,3	32,7	16,6	416

Температура термопластификации керогена до 420°C повышалась равномерно. При 420°C происходило его «расплавление» и интенсивное испарение «расплавленного» продукта. В результате вышеупомянутых явлений повышение температуры прекращалось в течение 8—10 мин, после чего она вновь начинала повышаться. Характеристика продук-

тов термической обработки керогена-70 в вышеуказанном интервале температур дана в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика бензольных экстрактов керогенового термопластификата

№ п/п	Температура пла- стификации керогена, °С	Общая продолжи- тельность времени пластификации, мин	Бензольный экстракт керогенового пластификата								
			Выход, %	Содержание асфальтенов, %	Выход по разности, %	Масла и смолы			Масла		
						n_{D}^{20}	d_{4}^{20}	Молекуляр- ный вес	Выход, %	n_{D}^{20}	d_{4}^{20}
1	420	57,5	45,6	67,8	32,2	1,5680	0,9715	366	36,73	1,5510	0,9759
2	420	62,5	43,6	62,6	37,4	1,5690	0,9725	375	38,4	1,5530	0,979

Как известно, скорость нагрева при термической обработке твердых горючих ископаемых оказывает определенное влияние на выход и свойства продуктов пиролиза [1]. Исходя из этого термическая обработка керогена проводилась и при таких условиях, когда скорость нагрева составляла 16°С в мин. При повышении скорости нагревания «плавление» керогена происходило при более высокой температуре (440°С). В этом случае, так же как и в предыдущем, после «плавления» керогена температура «расплава» не меняется в течение 2—3 мин, а затем начинает возрастать.

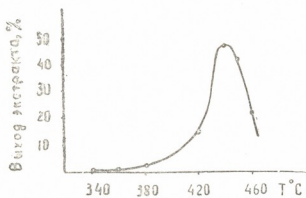


Рис. 1

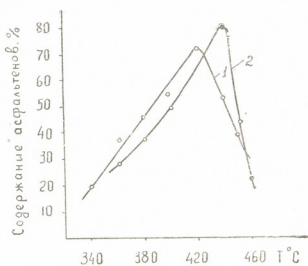


Рис. 2

На рис. 1 дается зависимость выхода растворимой в бензоле части термообработанного керогена от температуры пластификации последнего (скорость подъема температуры 16°С в мин). Как видно из рисунка, с возрастанием температуры пластификации керогена выход растворимой в бензоле части его термопластификата повышается и после достижения определенного максимума начинает уменьшаться. В этом случае, как и в предыдущем (табл. 1), повторяется известная ранее из литературы закономерность [2, 3].

Бензольные экстракты, выделенные из термопластификатов керогена-70, в отличие от бензольных экстрактов пластификатов ткибульского смоляного липтобиолита [3, 4], представляющих собой твердые продукты, очень мягкие вещества. Лишь экстракты, выделенные из термообработанного при температуре максимальной пластификации

керогена, представляет собой твердые вещества. Цвет экстрактов керогенового пластификата с повышением растворимости меняется от темно-коричневого до черного.

Бензольные экстракты керогеновых пластификатов для дальнейшего исследования были обработаны петролевым эфиром (т. к. к. 70°C). В результате такой обработки из экстрактов осаждались асфальтены. В растворе оставались вещества группы масел и смол. После удаления растворителя и доведения до постоянного веса эти продукты были разделены методом адсорбционной хроматографии на окиси алюминия (проводится их дальнейшее изучение).

На рис. 2 отражена зависимость изменения содержания асфальтенов бензольных экстрактов керогеновых термопластификатов различной степени пластификации от температуры термической обработки керогена. Содержание асфальтенов в бензольных экстрактах керогеновых термопластификатов повышается с увеличением температуры термической обработки керогена, достигает максимума в экстракте максимально растворяющегося термопластификата, а затем начинает уменьшаться, т. е. чем выше растворимость керогенового термопластификата, тем больше асфальтенов содержит бензольный экстракт такого пластификата. Такое же явление наблюдается и в случае асфальтенов бензольных экстрактов термообработанного при различных конечных температурах концентрата ткибульского смоляного липтобиолита [4, 5]. Как видно из рис. 2, скорость подъема температуры не влияет на вышеуказанную закономерность.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 23.9.1977)

კიბიური ტექნოლოგია

ა. ჯაფარიძე, ა. ცისკარიშვილი, ზ. კვინიანიძე

კეროგენ-70-ის თერმოკალასტიფიკაციის ტემპერატურის გავლენა მისი თერმოკალასტიკატების ბენზოლური ექსტრაქტების გამოსავალსა და თვისებებზე

რეზიუმე

კეროგენ-70-ის (ლენინგრადის საბადო) თერმული დამუშავების ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, ისე როგორც ტყიბულის ფისოვანი ლიფტობილითის კონცენტრატის შემთხვევაში, იზრდება კეროგენის თერმოკალასტიფიკაციის ბენზოლური ექსტრაქტის გამოსავალი და ექსტრაქტში ასფალტენების შემცველობა. მაქსიმალური ხსნადობით ხასიათდებიან 420—440° დამუშავებული კეროგენის თერმოპლიტიფიკატები. ასეთი თერმოკალასტიფიკატებიდან გამოყოფილი ექსტრაქტები შეიცავენ ასფალტენების მაქსიმალურ რაოდენობას.

კეროგენის თერმული დამუშავების ტემპერატურის შემდგომ ზრდასთან ერთად (420—440°C ზემოთ) მცირდება მისი თერმოკალასტიფიკატების როგორც ბენზოლში ხსნადობა, ისე ექსტრაქტებში ასფალტენების შემცველობა.

კეროგენის თერმული დამუშავების ტემპერატურის ზრდის სიჩქარე გავლენას არ ახდენს ზემოთ აღწერილ მოვლენებზე.

K. K. JAPARIDZE, P. D. TSISKARISHVILI, Z. B. KVINIKHIDZE

THE EFFECT OF THE TEMPERATURE OF THERMOPLASTICIZATION OF KEROGEN-70 ON THE YIELD AND PROPERTIES OF BENZENE EXTRACTS OF ITS PLASTICIZERS

Summary

During temperature rise of thermal treatment of kerogen-70 (Leningrad deposits), as well as of the concentrate of Tkibuli resinous lptobiolite, the yield of the benzene extract of kerogen thermoplasticizers and the content of asphaltenes in the extracts increases.

Kerogen thermoplasticizers treated at temperature 420-440°C are characterized by maximum dissolubility. Increasing the temperature of thermal treatment (above 420-440C) of kerogen results in a decrease of the yield of the dissoluble part and of asphaltene content in the thermoplasticizer.

The rate of increase of the temperature of thermal treatment of kerogen does not affect the above phenomena.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Аронов, Л. Л. Нестеренко. Химия твердых горючих ископаемых. Харьков, 1960, 257.
2. П. Д. Цискаришвили. Исследования в области химии и технологии рабдописитовых углей. Тбилиси, 1967.
3. С. Г. Аронов, М. Г. Скляр, Ю. Б. Тютюнникэв Комплексная химико-технологическая переработка углей. Киев, 1968.
4. К. К. Джапаридзе, П. Д. Цискаришвили. Сообщения АН ГССР, 71, № 1, 1973, 113.
5. К. К. Джапаридзе, П. Д. Цискаришвили. Сб. «Синтез и свойства некоторых новых полимерных материалов». Тбилиси, 1974, 118.

А. М. ГАВАШЕЛИ, Г. А. ЗЛОКАЗОВА

БИТАГСКАЯ СВИТА И ПРОБЛЕМА МАРГАНЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 7.9.1977)

К числу сложных проблем геологии марганцевых месторождений чиатурского типа принадлежит и вопрос источника марганца. В связи с этим определенный интерес представляют отложения битагской свиты, в значительной степени обогащенные марганцем, что обнаружено авторами при проведении геологических работ Горной Абхазии.

Битагская свита [1—4], выделенная впервые С. Г. Букия, обнажается в ущелье р. Бзыбь у сел. Псху. Предыдущими исследователями [2, 3, 5—8] был собран ценный материал по стратиграфии и геологическому строению свиты, но вещественный ее состав остается пока не изученным.

Отложения рассматриваемой свиты расположены в Гагра-Джавской тектонической зоне [9], где они охватывают узкую (300—500 м) субширотную полосу в бассейне р. Битага (приток р. Бзыбь) и вблизи хутора Рикза. Северная стратиграфическая ее граница определяется выходом верхнебайосских вулканогенных образований, а южная граница трансгрессивная. Свита перекрыта базальными образованиями келловей, сложенными окатанными гальками и валунами вулканических пород байоса, сцементированными граувакковыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Мощность ее 200—400 м.

Породы свиты представлены перемытым материалом байосской спилит-диабаз-порфиритовой серии [1], сложенной карбонатными и некарбонатными граувакковыми псефопсаммитолитами, алевролитами и аргиллитами с многочисленными различными по форме и величине конкрециями и линзами пелитоморфных и песчаных известняков, известковистых пелитолитов, алевропелитолитов и пелитолитов.

В составе пород данной свиты принимают участие плагиоклаз, содержащий 5—70% анортитовой молекулы, изредка кварц, пироксен, роговая обманка и продукты их разложения, представленные карбонатом кальция, хлоритом, эпидотом, цоизитом, серицитом, рудными минералами и гидрослюдисто-хлоритовой массой, выполняющей функцию цемента. Цветные минералы (пироксен и роговая обманка) почти не встречаются.

Петрохимические породы битагской свиты (по 12 пробам) близко стоят к грауваккам, отличаясь от них повышенным содержанием кальция и кристаллизационной воды, количество которой пропорционально содержанию в породе хлорита. Обращает на себя внимание также повышенное содержание марганца (0,2—0,35%), фосфора (0,2—0,6%), железа (8—18%) и сульфидной серы (до 2%). По составу и набору малых элементов (Ni, Co, V, Cr, Cu, Zn, Pb, Mo, Sn) отложения битагской свиты занимают положение, близкое к среднекислым и основным изверженным породам [10].



Конкреции представлены разнородным мутноватым кальцитом, изредка кварцем (лишенным аксессуаров — рутила, апатита и циркона, столь характерных компонентов для доюрских гранитоидов Главного Кавказского хребта, являющихся питающим субстратом для терригенных отложений юрского разреза исследованного района), гидрослюдисто-хлоритовой массой, приуроченной к межзерновым пространствам, и рудными, точечными дендритовидными вкрапленниками, сосредоточенными в центральных частях рассматриваемых образований.

Тщательное изучение байосской спилит-диабаз-порфиритовой серии показало, что железом (до 40%), фосфором (до 5%), марганцем (до 6%) и сульфидной серой (до 6%) обогащены кремнисто-карбонатные породы, яшмы, фтаниты и силициты, приуроченные к межподошечным пространствам, цементу пирокластолитов и породам, сформировавшимся на заключительном этапе вулканизма.

Из всего сказанного следует, что источник марганца, фосфора, железа, сульфидной серы и всех остальных присутствующих в составе отложений битаской свиты элементов находится в байосских вулканических образованиях, а накопление марганца и фосфора происходило в батское время в спокойных условиях, лишенных придонных волнений и течений, в удаленных от берега участках, о чем свидетельствует определение фауны (В. Д. Церетели). В отложениях свиты по р. Битага и у хут. Рикза нами было найдено 15 аммонитов (филоцерас и многочисленные, однообразные мелкие двустворки с очень тонкой скульптурой раковины), дающих некоторое представление об условиях спокойного бассейна осадконакопления, имеющего связь с открытым неглубоким геосинклинальным бассейном, о чем косвенно можно судить также по наличию в конкрециях, помимо моллюсков, обуглившихся растительных остатков.

Содержание рассматриваемых элементов в отложениях битаской свиты на участке длиной 10 км, шириной 500 м и глубиной (выше эрозионного среза) 700 м (объем горной массы $35 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ при уд. весе 3,0) составляет $105 \cdot 10^8 \text{ т}$. В этом объеме марганце- и фосфоросодержащие конкреции занимают около 2%, что составляет $5 \cdot 10^7 \text{ т}$; при содержании фосфора и марганца 1—3% запасы их равны 1 млн. т. Поскольку батское осадконакопление происходило на тектонически беспокойном субстрате, промышленного скопления этих элементов здесь не произошло.

В связи с тем что на заключительном этапе геосинклинального вулканизма в ряде случаев образуются горизонты, обогащенные марганцем, фосфором и другими элементами [5, 11—15], их источник следует искать в морской воде, обогащенной вулканической деятельностью. Выпадение минералов, содержащих эти элементы, происходило в условиях лагун, как это и предполагал Г. С. Дзоценидзе. Одновременно не следует отрицать и роль перемытого материала вулканических толщ в становлении руд марганца, как это предполагал Н. М. Страхов со своими учениками.

ა. გავაშელი, ბ. ზლოკაზოვა

ბიტაგის წყება და მანგანუმის პრობლემა

რეზიუმე

მოცემულია ბიტაგის წყების (ბათი) გეოლოგიურ-პეტროგრაფიული დახასიათება.

GEOLOGY

A. M. GAVASHELI, G. A. ZLOKAZOVA

THE BITAG SUITE AND THE PROBLEM OF MANGANESE

Summary

The paper presents a geological-petrographic description of the Bitag suite (Bathonian) and a discussion of the problem of manganese.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Чхотуа. Труды ГПГ. Тбилиси, 1937.
2. И. Р. Кахадзе. Труды Геол ин-та Грузии, сер. геол. т. III (VIII), 1947.
3. И. Д. Церетели. Батские аммониты Грузии. Тбилиси, 1968.
4. Т. А. Пайчадзе и др. Вопросы геологии северо-западной части Абхазии. Тбилиси, 1972.
5. Г. С. Дзоценидзе. Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. М., 1969.
6. И. Р. Кахадзе. Сообщения Груз. фил. АН СССР, т. I, № 4, 1940.
7. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та Грузии, сер. геол. т. I, (VI). вып. 3, 1942.
8. Н. М. Страхов и др. Марганцевые месторождения СССР. М., 1967.
9. П. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР. т. X, Грузинская ССР, ч. I, М., 1964.
10. А. П. Виноградов. Геохимия, № 7, 1962.
11. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
12. Е. А. Соколова. Труды ГИН АН СССР, вып. 81, 1963.
13. Е. А. Соколова. Марганцевые месторождения СССР. М., 1967.
14. Н. М. Страхов. Литология и полезные ископаемые, № 1, 1965.
15. Н. С. Шатский. Изв. АН СССР, сер. геол. № 4, 1954.

В. В. ДОРЕУЛИ

РАСЧЕТ ЗАМКНУТЫХ ОВАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
 ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ И ХРУПКО-
 ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 15.6.1977)

Рассмотрим опертую по торцам анизотропную, хрупко-пластиче-
 скую цилиндрическую оболочку с поперечным сечением в виде пра-
 вильного (рис. 1) и неправильного (рис. 2, 3) овалов, которая под-
 вергается действию равномерного внутреннего давления P .

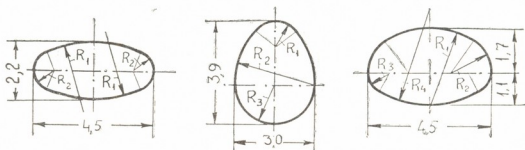


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Уравнения равновесия такой оболочки при полубезмоментном нап-
 ряженном состоянии, как известно, имеют вид [1—3]

$$2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} \frac{\partial T_2}{\partial x} + (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial s} = 0,$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial T_2}{\partial s} + \frac{1}{R} \frac{\partial M_2}{\partial s} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 M_2}{\partial s^2} - \frac{1}{R} T_2 + P = 0.$$

где x — расстояние вдоль образующей, s — длина дуги направляю-
 щей, R — кусочно-постоянный радиус кривизны овала, T_2 — кольце-
 вое нормальное усилие, которое выражается посредством продольного
 нормального усилия T_1 при помощи зависимости [3]

$$T_1 = 2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} T_2 + (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} h, \quad (2)$$

M_2 — кольцевой изгибающий момент, S — сдвигающая сила, $\sigma_s^{(1)}$ и
 $\sigma_s^{(2)}$ — значения пределов текучести при растяжении в продольном и коль-
 цевом направлениях, соответственно, ρ — отношение предела текучести ма-



териала на сжатие к пределу текучести на растяжение, h — искомая толщина оболочки. Последняя фигурирует в первом уравнении системы (1), в зависимости (2) и в условии прочности [3]

$$\left(\frac{4M_2}{\sigma_s^{(2)} h^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{T_2}{\sigma_s^{(2)} h}\right)^2 + 6(\rho - 1) \left(\frac{T_2}{\sigma_s^{(2)} h}\right) = (2\rho - 1)(2 - \rho), \quad (3)$$

в котором считаем возможным пренебречь влиянием сдвигающей силы [4].

Таким образом, система уравнений (1), (2), (3) при соответствующих граничных условиях дает возможность определить усилия, момент и толщину оболочки. В соответствии с (1) можем написать

$$2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 T_2}{\partial s^2} - \frac{1}{R^2} T_2 + \frac{1}{R} P = 0. \quad (4)$$

Соотношения (3) и (4) образуют нелинейную систему уравнений, которую, следуя М. Ш. Микеладзе [2, 3], будем решать методом последовательных приближений, полагая в нулевом приближении $\rho = 1$.

Анализ конкретных примеров показывает, что влияние анизотропии на характер изменения толщины оболочки, вообще говоря, является незначительным. Численные результаты при $\rho = 1$ свидетельствуют о том, что толщина оболочки в продольном направлении меняется по закону, близкому к синусоиде. Поэтому, когда $\rho \neq 1$, в уравнении (4) неизвестную толщину h можем представить в виде

$$h = \sum_{m=1}^{\infty} h_m \sin \frac{m\pi x}{L}, \quad (m = 1, 3, 5, \dots) \quad (5)$$

где h_m — известная функция координаты s .

Тогда, с учетом [1—3], из (1) и (4) соответственно получим

$$\begin{aligned} 2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} \frac{m\pi}{L} T_2^{(m)} + (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} \frac{m\pi}{L} h_m + \frac{dS^{(m)}}{ds} &= 0, \\ - \frac{m\pi}{L} S^{(m)} + \frac{\partial T_2^{(m)}}{\partial s} + \frac{1}{R} \frac{\partial M_2^{(m)}}{\partial s} &= 0, \\ \frac{d^2 M_2^{(m)}}{ds^2} - \frac{1}{R} T_2^{(m)} + \frac{4P}{m\pi} &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

и

$$\frac{d^2 T_2^{(m)}}{ds^2} + \left[2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} \left(\frac{m\pi}{L}\right)^2 + \frac{1}{R^2} \right] T_2^{(m)} = \frac{4P}{m\pi R} - (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} \left(\frac{m\pi}{L}\right)^2 h_0. \quad (7)$$

Правая часть (7) и коэффициент при $T_2^{(m)}$ являются кусочно-постоянными периодическими функциями s , а само решение (7) представляет собой непрерывную периодическую функцию s .

Следуя [1, 3], решение (7) будем искать в виде конечной суммы периодических функций с неизвестными постоянными коэффициентами $A_k^{(m)}$

$$T_2^{(m)} = \sum_{k=1}^{k=n} A_k^{(m)} \cos \frac{k\pi s}{s_0}, \quad (8)$$

где s_0 обозначает четверть длины сечения в случае правильного овала и половину длины в случае неправильного.

Полагая последовательно $s = s_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) уравнение (7) с учетом (8) приводит к системе линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов $A_k^{(m)}$ ($k = 1, 2, 3, \dots, n$)

$$-\sum_{k=1}^{k=n} A_k^{(m)} \left(\frac{k\pi}{s_0}\right)^2 \cos \frac{k\pi s_i}{s_0} + \left[2 \frac{\sigma_s^{(1)}}{\sigma_s^{(2)}} \left(\frac{m\pi}{L}\right)^2 + \frac{1}{R^2} \right] \sum_{k=1}^{k=n} A_k^{(m)} \cos \frac{k\pi s_i}{s_0} =$$

$$= \frac{4P}{m\pi R} - (\rho - 1) \sigma_s^{(1)} \frac{m\pi}{L} h_0. \quad (9)$$

На криволинейных краях оболочки ($x = 0$, $x = L$) граничные условия имеют вид $T_1 = 0$, $S = 0$, либо с учетом (2) $T_2 = 0$, $S = 0$.

Аналогично $T_2^{(m)}$ для момента $M_2^{(m)}$ можем написать

$$M_2^{(m)} = \sum_{k=1}^{k=n} B_k^{(m)} \cos \frac{k\pi s}{s_0}, \quad (10)$$

где $B_k^{(m)}$ — неизвестные постоянные коэффициенты, которые определяются из третьего уравнения (6). Соответствующая система будет иметь вид

$$-\sum_{k=1}^{k=n} B_k^{(m)} \left(\frac{k\pi}{s_0}\right)^2 \cos \frac{k\pi s_i}{s_0} - \frac{1}{R} \sum_{k=1}^{k=n} A_k^{(m)} \cos \frac{k\pi s_i}{s_0} + \frac{4P}{m\pi} = 0.$$

Что касается толщины оболочки, то последняя определяется из условия прочности (3).

Были рассмотрены конкретные примеры при $P = 10$ т/м²; $L = 20$ м, $\sigma_s^{(2)} = 6000$ т/м², $\sigma_s^{(1)}/\sigma_s^{(2)} = 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2$. $\rho = 0,6; 0,75; 1,0; 1,25; 1,50; 1,75; 1,85$; $x = 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10$ м.

В случае оболочки с сечением в виде правильного овала $R_1 = 4,1$ м, $R_2 = 0,75$ м, $s_0 = 2,733354$ м. В случае неправильного овала а) $R_1 = 0,9$ м, $R_2 = 3,0$ м, $R_3 = 1,5$ м, $s_0 = 5,419243$ м, б) $R_1 = 3,0$ м, $R_2 = 1,5$ м, $R_3 = 0,75$ м, $R_4 = 4,1$ м, $s_0 = 5,874946$ м (см. рис 1, 2, 3).

Конкретные примеры показали, что хрупко-пластические свойства материала существенно влияют на изменение толщины оболочки. Из всех значений ρ ($0,5 < \rho < 2,0$) к наиболее экономичной толщине оболочки приводит $\rho = 1,25$.

Численная реализация данной задачи осуществлена на ЭВМ М-220 и М-222 с использованием языка «АЛГОЛ-60».

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



3. დორეული

შეკრულ ოვალურ ცილინდრულ გარსთა გაანგარიშება მასალის
ანიზოტროპიისა და მყიფე-პლასტიკური თვისებების
გათვალისწინებით

რეზიუმე

მ. მიქელაძის თეორიის საფუძველზე [1—3] კოლოკაციის მეთოდით გაანგარიშებულია ორივე ბოლოთი თავისუფლად დაყრდნობილი შეკრული ოვალური ანიზოტროპიული, მყიფე-პლასტიკური ცილინდრული გარსი შიგა თანაბარი წნევის ქმედებაზე.

STRUCTURAL MECHANICS

V. V. DOREULI

ON THE ANALYSIS OF CLOSED OVAL CYLINDRICAL SHELLS WITH
ACCOUNT OF THE ANISOTROPY AND BRITTLE-PLASTIC PROPERTIES
OF THE MATERIAL

Summary

According to the theory of M. Sh. Mikeladze [1—3] a closed oval anisotropic brittle-plastic cylindrical shell with freely supported ends subjected to internal uniform pressure has been investigated by means of the collocation method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974.
2. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.
3. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.
4. В. В. Дореули. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.

Л. А. КАКУШАДЗЕ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА АНИЗОТРОПНЫХ КРУГОВЫХ
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК (ТРУБ) НА ДЕЙСТВИЕ
 СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ФАКТОРОВ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 22.7.1977)

В работе изучается действие сосредоточенных касательных и радиальных сил (а также сосредоточенных моментов) на анизотропную круговую цилиндрическую оболочку (трубу). Одинаково рассматриваются оболочки общей анизотропии, ортотропные, трансверсально-изотропные и изотропные. Граничные условия также являются произвольными. Здесь, не нарушая общности задачи, рассмотрим граничные условия, когда компоненты перемещений u , v , w выражаются следующим образом [1]:

$$\begin{aligned} u &= \sum_m \sum_n A_{mn} \cos \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta, \\ v &= \sum_m \sum_n B_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \sin n\theta, \\ w &= \sum_m \sum_n C_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь имеем дело с абсолютными координатами и поэтому постоянные Ламэ $A=B=1$. Напряженно-деформированное состояние оболочки описывается следующими дифференциальными уравнениями [2—4]:

$$\begin{aligned} C_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + C_{66} \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} + (C_{11} + C_{66}) \frac{1}{R} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial \theta} + C_{12} \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial z} &= -X, \\ (C_{11} + C_{66}) \frac{1}{R} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial \theta} + C_{66} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + C_{22} \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} + C_{22} \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} &= -Y, \\ C_{12} \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial x} + C_{22} \frac{1}{R^2} \frac{\partial v}{\partial \theta} + C_{22} \frac{1}{R^2} w + D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2(D_{11} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial \theta^2} + \\ &+ D_{22} \frac{1}{R^4} \frac{\partial^4 w}{\partial \theta^4} = Z. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь X изменяется вдоль образующей, θ изменяется вдоль дуги.

$$\begin{aligned} X &= \sum_m \sum_n \frac{2P}{\pi l} \cos \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1 \cos \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta = \\ &= A_1 \sum_m \sum_n A_1 \cos \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta. \end{aligned} \quad (3)$$



Внесем выражения производных общих членов функций (1) в уравнения (2). Получим (в уравнения (2) вносим общий член)

$$\begin{aligned} a_1 A_{mn} + b_1 B_{mn} + c_1 C_{mn} &= \frac{2P}{\pi l} \cos \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1, \\ a_2 A_{mn} + b_2 B_{mn} + c_2 C_{mn} &= 0, \\ a_3 A_{mn} + b_3 B_{mn} + c_3 C_{mn} &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} a_1 &= - \left(C_{11} \frac{m^2 \pi^2}{l^2} + C_{66} \frac{n^2}{R^2} \right) : b_1 = (C_{11} + C_{66}) \frac{m\pi}{Rl} : c_1 = -C_{12} \frac{m\pi}{Rl}, \\ a_2 &= (C_{11} + C_{66}) \frac{m\pi}{Rl} : b_2 = - \left(C_{66} \frac{m^2 \pi^2}{l^2} + C_{22} \frac{n^2}{R^2} \right) : c_2 = C_{22} \frac{n}{R^2}, \\ a_3 &= -C_{12} \frac{m\pi}{Rl} : b_3 = C_{22} \frac{n}{R^2} : c_3 = C_{22} \frac{1}{R^2} + D_{11} \frac{m^4 \pi^4}{l^4} + \\ &\quad + 2(D_{11} + 2D_{66}) \frac{m^2 n^2}{R^2 l^2} \pi^2 + D_{22} \frac{n^4}{R^4}. \end{aligned} \quad (4a)$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{2P}{\pi l} \cos \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1; \quad A_{mn} = \frac{A_1 (b_2 c_3 - c_2 b_3)}{\Delta}, \\ B_{mn} &= \frac{A_1 (a_3 c_2 - c_3 a_2)}{\Delta}, \quad C_{mn} = \frac{A_1 (a_2 b_3 - b_2 a_3)}{\Delta}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\Delta = a_1 (b_2 c_3 - c_2 b_3) + b_1 (a_3 c_2 - c_3 a_2) + c_1 (a_2 b_3 - b_2 a_3). \quad (6)$$

Если будет действовать касательная сила Y (общий член)

$$Y_{mn} = \frac{2P}{\pi l} \sin \frac{m\pi x_1}{l} \sin n\theta_1 \sin \frac{m\pi x}{l} \sin n\theta = A_2 \sin \frac{m\pi x}{l} \sin n\theta \quad (7)$$

в выражениях (5) будут другие числители, а знаменатель будет (Δ) .

$$A_{mn} = \frac{A_2 (b_1 c_3 - c_1 b_3)}{\Delta}, \quad B_{mn} = \frac{A_2 (c_1 a_3 - a_3 c_1)}{\Delta}, \quad C_{mn} = \frac{A_2 (a_1 b_3 - b_1 a_3)}{\Delta}. \quad (8)$$

Практический интерес представляет случай, когда действует сосредоточенная радиальная сила, которую представляем в виде (общий член)

$$Z_{mn} = \frac{2P}{\pi l} \sin \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1 \sin \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta = A_3 \sin \frac{m\pi x}{l} \cos n\theta. \quad (9)$$

В данном случае будем иметь

$$A_{mn} = \frac{A_3 (b_1 c_2 - c_1 b_2)}{\Delta}, \quad B_{mn} = \frac{A_3 (c_1 a_2 - a_1 c_2)}{\Delta}, \quad C_{mn} = \frac{A_3 (a_1 b_2 - b_1 a_2)}{\Delta}. \quad (10)$$

Внося поочередно значения (5) или (8) или (10) в выражения (1), получаем выражения u , v , w , соответствующие нагрузке X или Y или Z .

Часто встречаются на практике случаи, когда нагрузки X , Y или Z являются сосредоточенными силами или сосредоточенными моментами и имеют для оболочки разные граничные условия (на одном конце — одни условия, на другом — другие, однородные или неоднородные). Тогда эти сосредоточенные факторы надо представить при помощи функций Дирака. Так, при сосредоточенной силе будем иметь

$$Z = P\delta(x - x_1)\delta(\theta - \theta_1). \quad (11)$$

Аналогичные значения будем иметь при действии касательных сил X или Y . Если действует сосредоточенный момент M , будем иметь

$$Z = -M_x \frac{d\delta(x-x_1)}{dx} \delta(\theta-\theta_1) - M_0 \delta(x-x_1) \frac{d\delta(\theta-\theta_1)}{d\theta}. \quad (12)$$

В этих случаях следует пользоваться или методом Бубнова—Галеркина, или методом Ритца, или же, наконец, смешанным вариационным методом.

Например, уравнения Бубнова—Галеркина при действии сосредоточенной силы будет иметь вид [5, 6]

$$\int_0^l \int_0^{2\pi} \left[C_{11} \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + C_{66} \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} + (C_{11} + C_{66}) \frac{1}{R} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial \theta} + C_{12} \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial x} \right] \alpha_{mn} dx d\theta = 0.$$

$$\int_0^l \int_0^{2\pi} \left[(C_{11} + C_{66}) \frac{1}{R} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial \theta} + C_{66} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + C_{22} \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} + C_{22} \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right] \beta_{mn} dx d\theta = 0,$$

$$\int_0^l \int_0^{2\pi} \left[C_{12} \frac{\partial u}{\partial x} + C_{22} \frac{1}{R^2} \frac{\partial v}{\partial \theta} + C_{12} \frac{1}{R^2} w + D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2(D_{11} + 2D_{66}) \frac{1}{R^4} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial \theta^2} + D_{22} \frac{1}{R^4} \frac{\partial^4 w}{\partial \theta^4} - P \delta(x-x_1) \delta(\theta-\theta_1) \right] \gamma_{mn} dx d\theta = 0, \quad (13)$$

где α_{mn} , β_{mn} и γ_{mn} —выражения в общих членах координатной функции (1)

$$u_{mn} = A_{mn} \alpha_{mn}, \quad v_{mn} = B_{mn} \beta_{mn}, \quad w_{mn} = C_{mn} \gamma_{mn}. \quad (14)$$

Легко написать и выражения соответствующих функционалов и применить метод Ритца или смешанный вариационный метод. Давая в уравнениях (2) разные значения коэффициентам C_{11} , C_{12} , ..., D_{66} , получаем решения для оболочек различной структуры, ортотропных, трансверсально-изотропных, изотропных однослойных или четного числа слоев. Конечно, в соответствующих уравнениях будут еще добавочные члены, помимо тех, которые имеются в уравнениях (2).

После проведения всех соответствующих действий легко изучить действия любой нагрузки (частичная нагрузка и т. д.).

Например, в случае изотропной оболочки, внося соответствующие значения коэффициентов C_{11} , C_{22} , ..., D_{66} , при действии сосредоточенной силы (II) на основе вышеназванного любого метода получаем для определения постоянных A_{mn} , B_{mn} и C_{mn} следующие уравнения:

$$\begin{aligned} & - \left[\frac{m^2 \pi^2}{l^2} + \frac{(1-\nu)n^2}{2R^2} \right] A_{mn} + \frac{1+\nu}{2R} \frac{m\pi}{l} B_{mn} - \frac{\nu}{R} \frac{m\pi}{l} C_{mn} = 0, \\ & \frac{(1+\nu)mn\pi}{2Rl} A_{mn} - \left[\frac{n(1-\nu)m^2\pi^2}{2R^2} + \frac{n^2}{R^2} \right] B_{mn} + \frac{n}{R^2} C_{mn} = 0, \quad (15) \\ & - \frac{\nu}{l} A_{mn} + \frac{n}{R} B_{mn} + \left[\frac{1}{R} + \frac{m^4\pi^4nh^2}{12l^4} + \frac{h^2m^2n^2\pi^2}{2Rl^2} + \frac{h^2}{12R^3} \right] C_{mn} = \\ & = Z \cdot \frac{(1-\nu^2)R}{Eh} = \frac{(1-\nu^2)R \cdot 2\pi}{Eh\pi l} \sin \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1. \end{aligned}$$



Например, прогиб в той точке оболочки, в которой действует сосредоточенная сила P ,

$$f_{x_1 \theta_1} = \sum_m \sum_n C_{mn} \sin \frac{m\pi x_1}{l} \cos n\theta_1.$$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.7.1977)

საშენიანო მექანიკა

ლ. კაკუშაძე

ანიზოტროპული წრიული ცილინდრული გარსების (მილების) ბანანბარიშების საკითხისათვის შეპურსული ფაქტორების მოქმედებისას

რეზიუმე

შესწავლილია ორთოტროპული, ტრანსვერსალურ-იზოტროპული და იზოტროპული წრიული კვეთის ცილინდრული გარსები (მილები). მოცემულია გზა ზოგადი ანიზოტროპიის შესასწავლად. განხილულია შეყურსული ძალები და მომენტები; ნებისმიერი დატვირთვით შესწავლილია როგორც ტანგენციალური, ისე რადიალური ძალების მოქმედება (მომენტების დატვირთვები წარმოდგენილია მწკრივების სახით). ზოგადი ანიზოტროპიისა და სხვა შემთხვევაშიც ხელსაყრელია ბუბნოვ-გალიორკინის, რიტცის და შერეული ვარიაციული მეთოდებით სარგებლობა დირაკის ფუნქციების გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

L. A. KAKUSHADZE

CONCERNING THE CALCULATION OF ANISOTROPIC CIRCULAR CYLINDRICAL SHELLS (TUBES) UNDER THE ACTION OF CONCENTRATED FACTORS

Summary

The article studies the problems of the design of anisotropic circular closed cylindrical single and multilayer shells (tubes). The ways of the study of general anisotropy are given. Concentrated forces and momenta are considered. Tangential as well as radial force action has been studied under random loads. In general cases as well as in other cases methods of Bubnov-Galerkin and of Ritz, or the mixed variational method and Dirac functions are used.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ван-Цзи-де. Прикладная теория упругости. М., 1959.
2. В. В. Новожилов. Теория упругости. Л., 1958.
3. С. А. Амбарцумян. Теория анизотропных оболочек. М., 1961.
4. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. Саратов, 1947.
5. В. И. Королев. Анизотропные пластинки и оболочки из армированных пластмасс. М., 1965.
6. А. М. Какушадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2 (95), 1964.



УДК 624.074.4

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. П. БУЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИЗГИБА ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК ДВОЯКОГО КРИВИЗНЫ, ОСЛАБЛЕННЫХ ОЧЕНЬ МАЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 15.7.1977)

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку двойкой кривизны, ослабленную каким-либо очень малым отверстием, например, с круговым отверстием. Граничные условия отверстия имеют следующий вид [1]:

$$\frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{\nu}{r} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{(1 - \nu^2)}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] = 0,$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left[\frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] = 0. \quad (1)$$

Здесь W — прогиб оболочки, ν — коэффициент Пуассона, $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ — жесткость, E — модуль Юнга, h — толщина оболочки.

Рассмотрим пологую оболочку двойкой кривизны, свободно опертую по контуру под действием сосредоточенной силы. Для расчета оболочек применим способ из [1]. Допустим, что координаты точки приложения силы P — (c, d) , силы \bar{P} — (c_1, d_1) , момента \bar{M} — (c_1, d_1) .

Как известно [2], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию дифференциальных уравнений

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0, \quad \nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0, \quad (2)$$

где ∇^2 и ∇_k^2 — дифференциальные операторы.

Прогиб оболочки для рассмотренной двусвязной области будет иметь вид [1]

$$W = W_0 + W_{p^*} + W_{\bar{p}} + W_{\bar{M}}. \quad (3)$$

Для вычисления W_{p^*} , $W_{\bar{p}}$ и $W_{\bar{M}}$ применим метод Бубнова — Галеркина.

Согласно [3, 4] прогибы от сосредоточенной силы P , сосредоточенной силы \bar{P} и сосредоточенного момента \bar{M} имеют вид

$$W_p = \frac{4Pa^3}{\pi^4 bD} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(m^2 + n^2 \lambda^2)^2 \sin \frac{m\pi c}{a} \sin \frac{n\pi d}{b}}{(m^2 + n^2 \lambda^2)^4 + \mu (m^2 k_y + n^2 \lambda^2 k_x)^2} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b},$$



$$\begin{aligned}
 W_{\bar{p}} &= \frac{4\bar{P}a^3}{\pi^4 b D} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(m^2 + n^2 \lambda^2)^2 \sin \frac{m\pi c_1}{a} \sin \frac{n\pi d_1}{b}}{(m^2 + n^2 \lambda^2)^4 + \mu (m^2 k_y + n^2 \lambda^2 k_x)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \\
 W_{\bar{M}} &= \frac{4a^2}{D\pi^3 b} \left(\frac{\bar{M}_y a}{b} + \bar{M}_x \right) \times \\
 &\times \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(m^2 + n^2 \lambda^2)^2 \left(n \sin \frac{m\pi c_1}{a} \cos \frac{n\pi d_1}{b} + m \cos \frac{m\pi c_1}{a} \sin \frac{n\pi d_1}{b} \right)}{(m^2 + n^2 \lambda^2)^4 + \mu (k_y m^2 + k_x n^2 \lambda^2)^2} \times \\
 &\times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (4)
 \end{aligned}$$

где $\lambda = \frac{a}{b}$, a и b —размер оболочки в плане,

$$\mu = \frac{12(1-\nu^2)}{h^2} \frac{a^4}{\pi^4}, \quad k_x = \frac{1}{R_1}, \quad k_y = \frac{1}{R_2},$$

R_1, R_2 —радиусы кривизны срединной поверхности. $W_{\bar{p}}$ и $W_{\bar{M}}$ еще можно представить рядами Фурье [5]

$$W_{\bar{p}} = \sum_{k=1}^N \alpha_k \exp \{ik\theta\}; \quad W_{\bar{M}} = \sum_{k=1}^N \beta_k \exp \{ik\theta\} \quad (5)$$

или:

$$W_{\bar{p}} = \sum_{k=1}^N (Z_k \cos k\theta - Z_{N+k} \sin k\theta) + i \sum_{k=1}^N (Z_k \sin k\theta + Z_{N+k} \cos k\theta), \quad (6)$$

$$W_{\bar{M}} = \sum_{k=1}^N (Z_{2N+k} \cos k\theta - Z_{3N+k} \sin k\theta) + i \sum_{k=1}^N (Z_{2N+k} \sin k\theta + Z_{3N+k} \cos k\theta). \quad (7)$$

Так как имеем круговое отверстие

$$x = r \cos \Theta,$$

$$y = r \sin \Theta.$$

В [5] $W_p = W_0 + W_{p^*}$.

Нам остается вычислить общий интеграл W_0 дифференциальных уравнений (2).

Согласно теории И. Н. Векуа, система двух уравнений (3) приводится к одному комплексному уравнению [6]

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{h} \Delta_k^2 V = \frac{1}{D} Z, \quad (8)$$

где

$$V = W_0 + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{Eh} \varphi, \quad (9)$$

причем первоначальные функции W , φ будут выражаться через V :

$$W_0 = \frac{V + \bar{V}}{2}, \quad \varphi = \frac{Eh^2(V - \bar{V})}{2iV\sqrt{12(1-\nu^2)}}. \quad (10)$$

Так как мы ищем общий интеграл W_0 , поэтому $Z=0$, и уравнение (8) принимает вид

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i\sqrt{12(1-\nu^2)}}{h} \nabla_k^2 V = 0. \quad (11)$$

Согласно [1] уравнение (11) запишем в виде

$$\frac{\partial^2}{\partial z \partial \bar{z}} \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial \bar{z}} - i\varepsilon \nabla_k^2 V = 0, \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{8h}. \quad (12)$$

Согласно [1], окончательно имеем

$$V(z, \bar{z}) - i\varepsilon \left[(k_2 - k_1) \int_0^z (z-t)V(t, \bar{z}) dt + (k_2 - k_1) \int_0^{\bar{z}} (\bar{z}-\tau)V(z, \tau) d\tau + \right. \\ \left. + 2(k_2 + k_1) \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} V(t, \tau) d\tau \right] = \varphi_1(z) + \varphi_1^*(\bar{z}) + \int_0^z \varphi_0(t) dt + \int_0^{\bar{z}} \varphi_0(\tau) d\tau, \quad (13)$$

где

$$\varphi_1(0) = \varphi_1^*(0). \quad (14)$$

Если величину V , найденную из уравнения (13), внесем в (10), то получим общий интеграл W_0 .

Неизвестные величины \bar{P} , \bar{M} и Z_j, Z_{j+1} , определяются граничными условиями (1).

Рассмотрим пологую оболочку двойкой кривизны, свободно опертую по контуру под действием сосредоточенного момента. Допустим, что координаты точки приложения момента $M-(c, d)$, силы $\bar{P}-(c_1, d_1)$, момента $\bar{M}-(c_1, d_1)$. Тогда прогиб оболочки будет иметь вид

$$W = W_0 + W_{M^*} + W_{\bar{P}} + W_{\bar{M}},$$

где слагаемые $W_{\bar{P}}$ и $W_{\bar{M}}$ определяются по формулам (4), а W_0 —по формуле (10). W_p заменяется W_M .

Помимо формулы (1), граничные условия отверстия еще можно представить следующим образом [5]:

$$l[l^2 + (2-\nu)m^2] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x^3} + l[3m^2 + (2-\nu)(l^2 + 2m^2)] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x \partial y^2} + \\ + m[3l^2 + (2-\nu)(m^2 + 2l^2)] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x^2 \partial y} + m[m^2 + (2-\nu)l^2] \frac{\partial^3 W_j}{\partial y^3} = 0, \quad (15)$$

$$(l^2 + \nu m^2) \frac{\partial^2 W_j}{\partial x^2} + 2ml(1+\nu) \frac{\partial^2 W_j}{\partial x \partial y} + (m^2 + \nu l^2) \frac{\partial^2 W_j}{\partial y^2} = 0,$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, (k-1), k.$$



Путем детального анализа было установлено, что формулы (Т) и (15) эквивалентны.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 15.7.1977)

სამშენებლო მეცნიება

ბ. ბულია

მცირე ზომის ხვრეტით შესუსტებული ორმაგი სიგრძლის დამრეცი გარსის ლუნვის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია მცირე ზომის ხვრეტით შესუსტებული დამრეცი გარსის ლუნვის ამოცანა. დამრეცი გარსის წონასწორობის დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ინტეგრალი განისაზღვრება ი. ვეკუას მეთოდით, რომელიც მიდის ვოლტერას ტიპის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნამდე.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF BENDING OF DOUBLE CURVE SLOPING SHELL WEAKENED BY A VERY SMALL ORIFICE

Summary

The article considers the problem of sloping shell bending weakened by a very small orifice. The general integral of differential equation of bending shell equilibrium is determined by I. N. Vekua's method, which is reduced to the solution of a Volterra type integral equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
3. П. М. Огибалов, М. А. Колтунов. Оболочки и пластины. М., 1969.
4. А. М. Какушадзе, Н. И. Наморадзе, П. Н. Кохреидзе, Ю. С. Эсадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2, 95, 1964.
5. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.
6. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1948.

М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

УРАВНЕНИЯ УПРУГОГО РАВНОВЕСИЯ СБОРНЫХ
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

(Представлено академиком К. С. Завриевым 6.9.1977)

В качестве расчетной модели сборной цилиндрической полой оболочки рассмотрим конструкцию, составленную из круговых арок—полосок, шарнирно сопряженных между собой.

При радиальном опирании прямолинейных сторон оболочки ($\theta = 0$ и $\theta = \alpha$) решение задачи (в перемещениях) можно искать в следующем виде (см., напр., [1]):

$$\begin{aligned} u &= \sum U_m \sin \frac{m\pi\theta}{\alpha}, \\ v &= \sum V_m \cos \frac{m\pi\theta}{\alpha}, \\ w &= \sum W_m \sin \frac{m\pi\theta}{\alpha}. \end{aligned}$$

полагая, что интенсивность нормальной распределенной нагрузки q в свою очередь представлена с помощью аналогичного ряда

$$q = \sum q_m \sin \frac{m\pi\theta}{\alpha}.$$

В результате такого подхода разрешающая система в частных производных [1, 2] сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений (относительно U_m , V_m и W_m), которая в случае равенства нулю коэффициента Пуассона имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 U_m}{d\xi^2} - \frac{1}{2} a_m^2 U_m - \frac{1}{2} a_m \frac{dV_m}{d\xi} &= 0, \\ \frac{1}{2} \frac{d^2 V_m}{d\xi^2} + \frac{1}{2} a_m \frac{dU_m}{d\xi} - a_m^2 V_m + a_m W_m &= 0, \\ A \left[\frac{d^4 W_m}{d\xi^4} - 2a_m^2 \frac{d^2 W_m}{d\xi^2} + a_m^4 W_m \right] + W_m - a_m V_m &= Bq_m, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$a_m = \frac{m\pi}{\alpha}, \quad A = \frac{h^2}{12R^2}, \quad B = \frac{R^2}{Eh}, \quad \xi = \frac{x}{R} \quad (0 \leq x \leq L),$$

h —толщина оболочки, R —радиус цилиндра, L —его длина, E —модуль упругости материала.



Заменим (1) эквивалентной системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 T_m}{d\xi^2} - 2a_m^2 T_m + a_m^1 V_m + 2a_m z_m - a_m^3 W_m &= 0, \\ \frac{d^2 V_m}{d\xi^2} - T_m &= 0, \\ \frac{d^2 W_m}{d\xi^2} - z_m &= 0, \\ \frac{d^2 z_m}{d\xi^2} - 2a_m^2 z_m + \left(a_m^1 + \frac{12R^2}{h^2} \right) W_m - \frac{12R^3 a_m}{h^2} V_m &= \frac{12R^4}{Eh^3} q_m \end{aligned} \right\} (2)$$

В случае обычной монолитной оболочки решение системы (2) относительно легко может быть получено с помощью известных классических методов теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Сложнее обстоит дело в случае сборной оболочки, ибо на сей раз надо искать решение (2) в классе непрерывных функций с кусочно-непрерывными производными.

В самом деле, непрерывность V_m и W_m следует из непрерывности соответствующих компонентов вектора перемещения. Непрерывность $z_m = \frac{d^2 W_m}{d\xi^2}$ обусловлена непрерывностью продольного изгибающего момента и законом Гука. В силу того же закона, исходя из непрерывности осевого нормального усилия и вектора перемещения, устанавливается непрерывность $T_m = \frac{d^2 V_m}{d\xi^2}$ (см. второе уравнение системы (1)). Непрерывной является также и первая производная V_m по ξ , что вытекает из непрерывности деформации сдвига $\left[\omega = \frac{1}{R} \sum \left(a_m U_m + \frac{dV_m}{d\xi} \right) \times \times \cos \frac{m\pi\theta}{\alpha} \right]$ и величины U_m .

Что касается трех остальных производных первого порядка, то каждая из них терпит разрыв первого рода в тех точках ($\xi = d_s$) промежутка: $0 \leq \xi \leq L/R$, которые соответствуют линиям сопряжения двух смежных элементов. Обозначим через $\delta_s^{\pm} = \left(\frac{dW_m}{d\xi} \right)^{(+)} - \left(\frac{dW_m}{d\xi} \right)^{(-)}$ пока-что неизвестный скачок $\frac{dW_m}{d\xi}$ в точке $\xi = d_s$ и попытаемся выразить скачки двух остальных функций посредством первого.

Исходя из непрерывности перерезывающих сил, имеем

$$\sum \left[\frac{d^3 W_m}{d\xi^3} - \left(\frac{m\pi}{\alpha} \right)^2 \frac{dW_m}{d\xi} \right]^{(+)} = \sum \left[\frac{d^3 W_m}{d\xi^3} - \left(\frac{m\pi}{\alpha} \right)^2 \frac{dW_m}{d\xi} \right]^{(-)}$$

и, следовательно,

$$\left(\frac{d^3 W_m}{d\xi^3} \right)^{(+)} - \left(\frac{d^3 W_m}{d\xi^3} \right)^{(-)} = a_m^2 \left[\left(\frac{dW_m}{d\xi} \right)^{(+)} - \left(\frac{dW_m}{d\xi} \right)^{(-)} \right].$$

Т. е.

$$\left(\frac{dx_m}{d\xi}\right)^{(+)} - \left(\frac{dx_m}{d\xi}\right)^{(-)} = a_m^2 \delta_s^1.$$

Далее, на основании первых двух уравнений (1), с учетом того обстоятельства, что $\frac{d^3 V_m}{d\xi^3} = \frac{dT_m}{d\xi}$, заключаем

$$\left(\frac{dT_m}{d\xi}\right)^{(+)} - \left(\frac{dT_m}{d\xi}\right)^{(-)} = -2a_m \delta_s^1.$$

Располагая только что установленными зависимостями для скачков функций $\frac{dW_m}{d\xi}$, $\frac{dx_m}{d\xi}$ и $\frac{dT_m}{d\xi}$, следуя обобщенной Ш. Е. Микеладзе формуле Маклорена [3, 4] можно написать

$$\left. \begin{aligned} W_m(\xi) &= W_m(0) + \xi W'_m(0) + \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^1 (\xi - d_s) + \int_0^{\xi} (\xi - t) W''_m(t) dt, \\ \alpha_m(\xi) &= \alpha_m(0) + \xi \alpha'_m(0) + a_m^2 \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^1 (\xi - d_s) + \int_0^{\xi} (\xi - t) \alpha''_m(t) dt, \\ V_m(\xi) &= V_m(0) + \xi V'_m(0) + \int_0^{\xi} (\xi - t) V''_m(t) dt, \\ T_m(\xi) &= T_m(0) + \xi T'_m(0) - 2a_m \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^1 (\xi - d_s) + \int_0^{\xi} (\xi - t) T''_m(t) dt, \end{aligned} \right\} (3)$$

где $d_s < \xi$.

Если криволинейные края оболочки свободно опираются на абсолютно жесткие в своей плоскости и идеально податливые из плоскости диафрагмы, то

$$\left. \begin{aligned} W_m(0) &= V_m(0) = \alpha_m(0) = T_m(0) = 0; \\ W_m\left(\frac{L}{R}\right) &= V_m\left(\frac{L}{R}\right) = \alpha_m\left(\frac{L}{R}\right) = T_m\left(\frac{L}{R}\right) = 0. \end{aligned} \right\} (4)$$

Граничные условия (4) свидетельствуют о равенстве нулю компонентов вектора перемещения в плоскости диафрагмы и об отсутствии на опоре продольного изгибающего момента и осевого нормального усилия. Полагая в формулах (3) $W_m(0)$, $\alpha_m(0)$, $V_m(0)$ и $T_m(0)$ равными нулю в соответствии с (4) и подставляя затем выражения $W_m(\xi)$, $\alpha_m(\xi)$, $V_m(\xi)$ и $T_m(\xi)$ в уравнениях (2), получаем эквивалентную систему линейных интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода относительно $W''_m(\xi)$, $\alpha''_m(\xi)$, $V''_m(\xi)$ и $T''_m(\xi)$. Решение последней легко строится методом последовательных приближений, а также численно, с помощью рекуррентных формул [5]. Построенное таким образом решение будет линейно содержать неизвестные начальные параметры $W'_m(0)$, $\alpha'_m(0)$, $V'_m(0)$, $T'_m(0)$ и

скачки $\delta_s^!$, число которых зависит от числа сопрягаемых элементов. Для определения $W'_m(0)$, $\kappa'_m(0)$, $V'_m(0)$, $T'_m(0)$ и $\delta_s^!$ мы располагаем граничными условиями (4) при $\xi=L/R$ и условием обращения κ_m в нуль в точках $\xi=d_s$. Последнее вытекает из равенства нулю продольного изгибающего момента в шарнирах.

Наконец, заметим, что теория цилиндрических оболочек с продольными (вдоль образующих) шарнирами была рассмотрена нами в [6, 7].

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

(Поступило 8.9.1977)

საშენობლო მეცნიება

მ. შიკელაძე

ანაპრები ცილინდრული დამრეცი გარსების დრეკადი
წონასწორობის განტოლებანი

რეზიუმე

ანაპრები დამრეცი ცილინდრული გარსების საანგარიშო მოდელის სახით განხილულია კონსტრუქცია, რომელიც შედგება ერთმანეთთან სახსრებით დაკავშირებული წრიული თაღოვანი ზოლებისგან. გარსის კიდეთა რადიალურად დაყრდნობის შემთხვევაში ამოცანა მიიყვანება ვოლტერას ტიპის მეორე გვარის წრფივ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის წყვეტილი ამონახსნის აგებაზე, რისთვისაც რეკომენდებულია მიმდევრობითი მიახლოების ხერხი ან რიცხვითი ინტეგრების გზა.

STRUCTURAL MECHANICS

M. Sh. MIKELADZE

EQUATIONS OF THE ELASTIC EQUILIBRIUM OF PRE-FABRICATED
SHALLOW CYLINDRICAL SHELLS

Summary

A structure composed of hinge-joined circular arch strips is considered as a pre-fabricated shallow cylindrical shell design scheme. For simply supported edges of the shell the problem is reduced to constructing a discontinuous solution of the linear system of Volterra's integral equations of the second kind. In order to obtain this solution the technique of successive approximation or the numerical method is recommended.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки. М., 1963.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек и ее приложение в технике. М., 1949.
3. Ш. Е. Микеладзе. ДАН СССР, т. LII, № 9, 1946.
4. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
5. М. Ш. Микеладзе. ПММ, т. XVII, вып. 3, 1953.
6. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
7. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.

В. И. КЛДИАШВИЛИ, Р. Б. МУСЕРИДЗЕ, В. Г. КОТРИКАДЗЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ЗОНЫ РАСПАДА ЭЛЕКТРОДОВ ТРЕХФАЗНОЙ ПЕЧИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 25.7.1977)

Как показывает практика, все изменения основных параметров печей являются в конечном счете следствием изменения электрического поля в печи. Характер распределения электрического поля в печи, его специфические особенности для различных видов руднотермических процессов изучены недостаточно.

Электрическое поле в промышленной трехфазной ванне очень сложное по конфигурации.

Величина силы тока в шихтовой проводимости зависит от множества факторов. Основными из них являются распределение электрического и теплового полей в шихте, электропроводимость и теплопроводимость шихты.

Изучить распределение тока в шихтовых материалах печи значит иметь возможность определить плотность тока в любом участке шихты, а это возможно лишь в том случае, если известна разность потенциалов между двумя любыми соседними точками шихты, т. е. потенциал любой точки внутри печи.

Зная потенциал любой точки шихты, можно соединить точки равного потенциала, и, таким образом, разность потенциалов между двумя точками шихты в любом участке печи будет известна.

Для определения форм и строения электрического поля трехфазной дуговой печи предположим, что электроды печи представляют со-

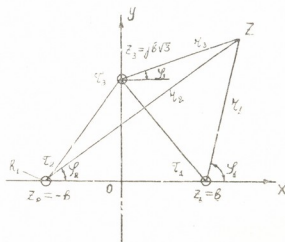


Рис. 1. $z_1 = b$, $z_2 = -b$, $z_3 = jb\sqrt{3}$

бой уединенные провода круглого сечения, расположенные по вершинам равностороннего треугольника.



Пользуясь принципом наложения [1], получаем выражение для комплексного потенциала в отдельные мгновенные моменты времени t :

$$\omega = v + ju = \frac{j}{2\pi\epsilon} [\tau_1(t) \ln(z - z_1) + \tau_2(t) \ln(z - z_2) + \tau_3(t) \ln(z - z_3)] + \\ + c = - \frac{j}{2\pi\epsilon} [\tau_1(t) \ln(z - z_1) + \tau_2(t) \ln(z - z_2) + \tau_3(t) \ln(z - z_3) + \\ + j\tau_1(t) \arg(z - z_1) + j\tau_2(t) \arg(z - z_2) + j\tau_3(t) \arg(z - z_3)] + c,$$

отсюда

$$v = \frac{1}{2\pi\epsilon} [\tau_1(t) \arg(z - z_1) + \tau_2(t) \arg(z - z_2) + \tau_3(t) \arg(z - z_3)] + c_1 \\ u = \frac{1}{2\pi\epsilon} [\tau_1(t) \ln(z - z_1) + \tau_2(t) \ln(z - z_2) + \tau_3(t) \ln(z - z_3)] + c_2$$

Постоянные C_1 и C_2 зависят от выбора начальной линии напряженности поля, для которой принимается $V=0$, и от выбора линии равного потенциала, на которой принимается $U=0$.

Уравнение любой линии равного потенциала имеет вид $U = \text{const}$. Нетрудно убедиться, что

$$\tau_1(t) \ln(z - z_1) + \tau_2(t) \ln(z - z_2) + \tau_3(t) \ln(z - z_3) + c_2 = \text{const}$$

или

$$\ln [(z - z_1)^{\tau_1(t)} \cdot (z - z_2)^{\tau_2(t)} \cdot (z - z_3)^{\tau_3(t)}] + c_2 = \text{const}, \\ (x + iy - b)^{\tau_1(t)} \cdot (x + iy + b)^{\tau_2(t)} \cdot (x + iy - ib\sqrt{3})^{\tau_3(t)} + c_2 = \text{const} \\ [(x - b)^2 + y^2]^{\tau_1(t)} \cdot [(x + b)^2 + y^2]^{\tau_2(t)} [x^2 + (y - b\sqrt{3})^2]^{\tau_3(t)} + c_2 = \text{const},$$

$$(z - z_1) = r_1, (z - z_2) = r_2, (z - z_3) = r_3,$$

$$z - z_1 = r_1 e^{i\varphi_1} = r_1 (\cos \varphi_1 + j \sin \varphi_1),$$

$$z - z_2 = r_2 e^{i\varphi_2} = r_2 (\cos \varphi_2 + j \sin \varphi_2), \quad z - z_3 = r_3 e^{i\varphi_3} = r_3 (\cos \varphi_3 + j \sin \varphi_3),$$

$$r_1^{\tau_1} \cdot r_2^{\tau_2} \cdot r_3^{\tau_3} = \text{const}.$$

Уравнение любой линии напряженности поля имеет форму $V = \text{const}$, т. е.

$$\tau_1(t) \arg(x + iy - b) + \tau_2(t) \arg(x + iy + b) + \tau_3(t) \arg(x + iy - ib\sqrt{3}) = \text{const},$$

$$\tau_1(t) \arg \operatorname{tg} \frac{y}{y-b} + \tau_2(t) \arg \operatorname{tg} \frac{y}{x+b} + \tau_3(t) \arg \operatorname{tg} \frac{y-b\sqrt{3}}{x} = \text{const}.$$

$$\tau_1(t) + \varphi_1 + \tau_2(t) \varphi_2 + \tau_3(t) \varphi_3 = \text{const}.$$

Особенность электрического поля в трехфазной печи заключается в том, что поле является не только радиальным, как двухфазной печи, но и вращающимся, т. е. напряженность поля в любой точке гармонически изменяется со временем, а потенциал в каждой точке — от нуля до максимума.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 29.7.1977)

მეტალურგია

ვ. კლდიაშვილი, რ. მუსერიძე, ვ. კოტრიკაძე

სამფაზა ლუმელის ელექტრული ველი ელექტროდების
 განლაგების ზონაში

რეზიუმე

მათემატიკური გაანგარიშების საფუძველზე მოცემულია ელექტრული ველის განსაზღვრა სამფაზა რკალური ლუმელისაოვის. ლ

METALLURGY

V. I. KLDIASHVILI, R. B. MUSERIDZE, V. G. KOTRIKADZE

ELECTRICAL FIELD OF THREE-PHASE FURNACE IN THE ZONE
 OF DECOMPOSITION OF ELECTRODES

Summary

As a result of mathematical computations an original definition of the electrical field in the zone of decomposition of electrodes of a three-phase furnace is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. Теоретические основы электротехники. М., 1967.

Л. А. НАРИМАНИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ РОВНОТЫ ПОЛУПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавкелидзе 25.7.1977)

Статистические исследования, предшествующие созданию самонастраивающихся систем регулирования ровноты полупродуктов прядения [1, 2], выявляют характер поведения погрешностей ровноты полупродукта, в зависимости от которого технологические процессы условно разделены нами на следующие четыре группы:

1. Технологические процессы, в которых систематические погрешности остаются постоянными в пределах одной вытяжки к другой.

Величина погрешности ровноты, измеренной в произвольно выбранном сечении X , по длине полупродукта во времени τ — τ_2

$$\delta_{ixt} = \frac{1}{\tau_t} \int_{\tau_t}^{\tau t_2} n_i(\tau) S_x d\tau - N_{n \cdot np} = C + \alpha_{ixt}, \quad (1)$$

где C — постоянная величина погрешности ровноты; α_{ixt} — случайная составляющая погрешности; $N_{n \cdot np}$ — номер полупродукта прядения; $n_i(\tau)$ — общее число волокон в сечении x ; S_x — число элементарных штапелей в сечении x .

2. Систематические погрешности постоянны в пределах каждого отдельного цикла, но изменяются от одного цикла к другому:

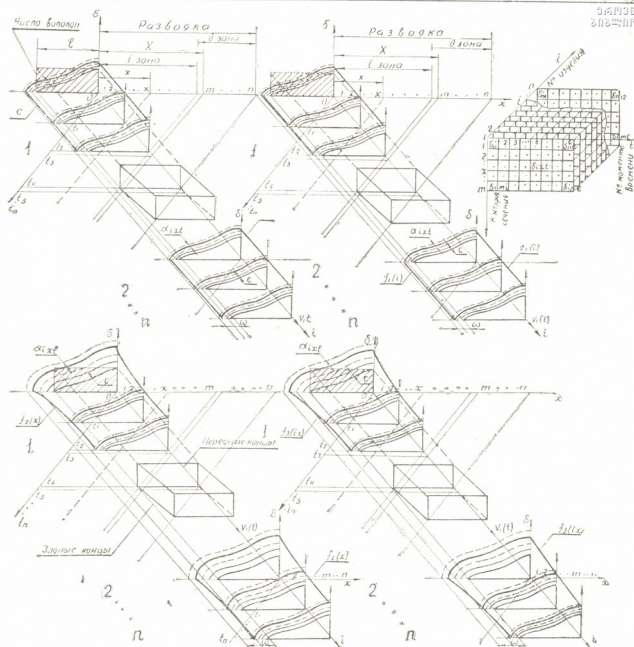
$$\delta_{ixt} = \frac{1}{\tau_t} \int_{\tau_t}^{\tau t_2} n_i(\tau) S_x d\tau - N_{n \cdot np} = f_1(i) + C + \alpha_{ixt}. \quad (2)$$

3. Систематические погрешности функционально изменяются в пределах каждого цикла вытяжки, но остаются постоянными для одноименных сечений разных прохождений:

$$\delta_{ixt} = \frac{1}{\tau_t} \int_{\tau_t}^{\tau t_2} n_i(\tau) S_x d\tau - N_{n \cdot np} = f_2(x) + C + \alpha_{ixt}. \quad (3)$$

4. Систематические погрешности функционально изменяются и в пределах каждого цикла вытяжки, и при переходе от одного цикла к другому:

$$\delta_{ixt} = \frac{1}{\tau_t} \int_{\tau_t}^{\tau t_2} n_i(\tau) S_x d\tau - N_{n \cdot np} = f_3(i, x) + C + \alpha_{ixt}. \quad (4)$$



Фиг. 1

На фиг. 1 показан характер поведения погрешностей в вышеотмеченных технологических процессах. Порядок регистрации исходных данных погрешностей обеспечен при их записи в контрольных точках в виде набора таблицы (правый верхний угол фигуры).

Представим каждую из величин δ_{ixjt} в виде четырех слагаемых:

$$\delta_{ixjt} = \frac{1}{\tau_t} \int_{\tau_1}^{\tau_2} n_i(\tau) S_x d\tau - N_{\text{н.ур}} = F_t + Q_x + V_t + \alpha_{ixjt}, \quad (5)$$

где F_t — погрешность, постоянная по величине для всех точек вытяжки данной партии; Q_x — погрешность, постоянная в продольном сечении x ; V_t — погрешность, постоянная в момент времени t ; α_{ixjt} — оставшаяся часть погрешности δ_{ixjt} .

F_t рассматривается как сумма двух слагаемых $F_t = \gamma_t + \beta_t$, где рассеяние величин γ_t характеризуется дисперсией погрешностей от факторов, изменяющихся в функции номера изделий, а величины β_t — дисперсией случайных погрешностей. Для определения общей дисперсии от случайных и функциональных факторов надо найти σ_Q^2 , σ_V^2 , σ_γ^2 , σ_α^2 , σ_β^2 .

На первом этапе расчета для определения дисперсий σ_Q^2 , σ_V^2 , σ_F^2 и σ_a^2 обратимся к таблице исходных данных. Из уравнения (5) находим среднее значение величин, стоящих в плоскости xt :

$$\overline{\delta_{i00}} = \left(\frac{S_x}{\tau_x} \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right)_{xt} - N_{\text{н.нр}} = F_i + \overline{Q}_x + \overline{V}_i + \overline{\alpha}_{ixt}, \quad (6)$$

где $(\overline{\quad})_{xt}$ — усреднение по xt .

Среднее значение величин, стоящих в плоскости it ,

$$\overline{\delta_{0x0}} = \left(S_x \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} \frac{n_i(\tau)}{\tau_i} d\tau \right)_{it} - N_{\text{н.нр}} = \overline{F}_i + Q_x + \overline{V}_i + \overline{\alpha}_{ixt}. \quad (7)$$

Среднее значение величин, стоящих в плоскости ix ,

$$\overline{\delta_{00t}} = \left(\frac{1}{\tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) S_x d\tau \right)_{ix} - N_{\text{н.нр}} = \overline{F}_i + \overline{Q}_x + V_i + \overline{\alpha}_{ixt}. \quad (8)$$

Изложенное позволяет рассматривать α_{ixt} как величины централизованные, поэтому $\alpha_{ixt} = 0$ при усреднении по строкам и столбцам таблицы. Среднее значение δ_{ixt} , стоящих в таблице исходных данных,

$$\overline{\delta_{000}} = \left(\frac{S_x}{\tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) - N_{\text{н.нр}} = V_1 \left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) - N_{\text{н.нр}} = \overline{F}_i + \overline{Q}_x + \overline{V}_i. \quad (9)$$

Из (5), (6), (7), (8) при $\alpha_{ixt} = 0$ получим дисперсии σ_F^2 , σ_Q^2 , σ_V^2 и σ_{aixt}^2 :

$$\sigma_F^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n V_1^2 \left[\left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right)_{xt} - \left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) \right]^2, \quad (10)$$

$$\sigma_Q^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{x=1}^m \left[\left(S_x \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} \frac{n_i(\tau)}{\tau_i} d\tau \right)_{it} - \left(V_1 \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) \right]^2, \quad (11)$$

$$\sigma_V^2 = \frac{1}{l-1} \sum_{l=1}^l \left[\left(\frac{1}{\tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) S_x d\tau \right)_{ix} - \left(V_1 \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) \right]^2. \quad (12)$$

$$\sigma_{aixt}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_1^n \left\{ \frac{1}{\tau_i} \left[\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) S_x d\tau - \left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) S_x d\tau \right)_{ix} \right] - \left(V_1 \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right)_{xt} - S_x \left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} \frac{n_i(\tau)}{\tau_i} d\tau \right)_{it} + 2 \left(V_1 \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) \right\}^2. \quad (13)$$

Общая дисперсия величин, входящих в таблицу, будет

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_1^n (\delta_{ixt} - \bar{\delta}_{ixt})^2 = \frac{1}{N-1} \sum_1^n V_1 \left[\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau - \int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right]^2. \quad (14)$$

Второй этап расчета состоит в разделении σ_F^2 на составляющие [3], по которым приближенная формула для определения дисперсии случайных отклонений будет иметь вид

$$\sigma_{\beta}^2 = \frac{1}{2(n-2)} \sum_1^{n-1} \left\{ V_1 \left[\left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_{i+1}(\tau) d\tau \right)_{xt} - \left(\int_{\tau_i}^{\tau_{i2}} n_i(\tau) d\tau \right) \right] \right\}^2, \quad (15)$$

$$\sigma_{\gamma}^2 = \sigma_F^2 - \sigma_{\beta}^2, \quad (16)$$

$$\sigma_{\Sigma}^2 = (\sigma_{\alpha}^2 + \sigma_{\gamma}^2 + \sigma_{\nu}^2) + (\sigma_{\alpha}^2 + \sigma_{\beta}^2). \quad (17)$$

Первая скобка выражения (17) характеризует рассеяние от функциональных факторов, вторая — от случайных.

В зависимости от доли σ_{α}^2 , σ_{ν}^2 , σ_{γ}^2 и $(\sigma_{\alpha}^2 + \sigma_{\beta}^2)$ в общей дисперсии σ_{Σ}^2 можно решить вопрос о том, к какой группе отнести изучаемый технологический процесс.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.7.1977)

მანქანათმშენობლა

ლ. ნარიმანიშვილი

ღარტვის ნახევარპროდუქტის თანაბრობის ცვალებადობის
კანონზომიერების კვლევა სტატისტიკური მეთოდით

რეზიუმე

ნართის თანაბრობის თვითმწყობი სისტემის ეფექტურობის წინასწარი განსაზღვრისათვის მოცემულია გამოწევის პროცესის კლასიფიკაცია სისტემატური ცდომილებების ხასიათის მიხედვით და წინასწარი სტატისტიკური კვლევის მეთოდიკა, დამყარებული დისპერსიულ ანალიზზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. A. NARIMANASHVILI

STUDY OF THE REGULARITIES OF THE ERROR BEHAVIOUR
OF THE SEMIPRODUCT OF SPINNING BY THE STATISTICAL
METHOD

Summary

Classification of the effect of the processes of extension on the character of behaviour of the systematic errors and a method of preliminary statistical study, based on the dispersional analysis, is given for the preliminary determination of the efficiency of the self-adjusting system of the evenness of the semiproduct of spinning.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Нариманишвили и др. Труды ГПИ № 4 (195), 1977.
2. А. А. Немура. Управление процессом вытягивания. Вильнюс, 1968.
3. Б. С. Ястремский. Некоторые вопросы математической статистики. М., 1961.

М. А. ЧЕЛИДЗЕ, М. В. ХВИНГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОРСИОННЫХ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВИБРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 9.9.1977)

Металлические упругие элементы вибрационных машин могут работать при нагрузках, которые вызывают в поперечном сечении либо нормальные (рессоры), либо касательные (пружины) напряжения [1]. К последним относятся также и торсионные упругие элементы, представляющие собой секции прямых стержней. Однако работа таких элементов еще недостаточно изучена и нет соответствующих методов расчета с учетом всех основных факторов, характерных для такой схемы [2].

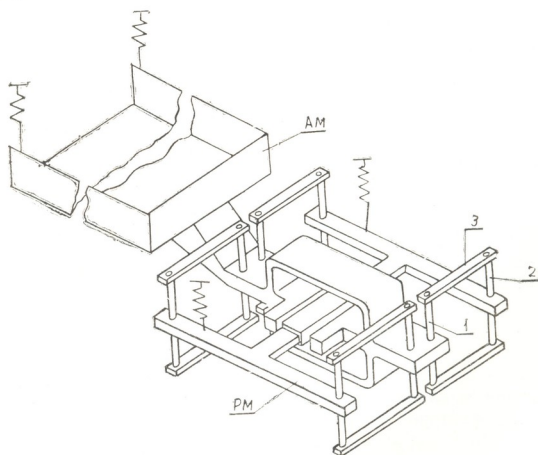


Рис. 1

На рис. 1 показана схема упругой системы из восьми торсионных упругих элементов электромагнитного питателя, из которой видно, что при перемещении активной массы (АМ) относительно реактивной массы (РМ) с помощью электромагнитной силы полуторсионы 1 и 2 подвергаются как кручению, так и изгибу. При этом перемещение АМ относительно РМ через рычаг 3 почти полностью осуществляется за счет кручения полуторсионов. Рычаг 3 также подвергается как кручению,



так и изгибу, что вызывает дополнительное перемещение АМ относительно РМ.

Обычно рассматриваемая система статически неопределима и по виду действия силы плоскопространственная. Исходя из этого, внутренние силовые факторы в сечении плоскости рамы равны нулю.

После раскрытия статической неопределимости методом сил [3] находим

$$M_{кр} = K_1 Pr, \quad M_{из} = K_2 Pl, \quad (1)$$

$$K_1 = \frac{1}{2}, \quad K_2 = \frac{0,5m + 1}{m + 1}, \quad m = \frac{I_{к0} l}{(1 + \mu) Ir},$$

где P —сила электромагнита, $I_{к}$ —крутильный момент инерции торсиона, $I_{к0}$ —крутильный момент инерции сечения рычага, l —длина полуторсиона, μ —коэффициент Пуассона, r —плечо рычага, I —осевой момент инерции сечения торсиона.

Перемещение АМ относительно РМ в плоскости, перпендикулярной осям торсионов, выражается формулой

$$\Delta = \frac{K_1 P r^2 l}{G I_k} + \frac{2 - 3K_2}{3} \frac{P l^3}{E I} + \frac{K_1^2 P r^2}{3 E I_0} + \frac{(1 - K_2) P r l^2}{G I_{к0}}, \quad (2)$$

где G — модуль сдвига, E — модуль упругости первого рода, I_0 — осевой момент инерции сечения рычага.

Представим уравнение (2) в виде

$$\Delta = \Delta_{кр \cdot \tau} (1 + n_1 + n_2 + n_3),$$

где $\Delta_{кр \cdot \tau} = K_1 P r^2 l / G I_k$ —перемещение, вызванное только кручением торсиона,

$$n_1 = \frac{2 - 3K_2}{3K_1} \frac{G I_k}{E I} \frac{l^2}{r^2}, \quad n_2 = \frac{K_1}{3} \frac{G I_k}{E I_0} \frac{r}{l}, \quad n_3 = \frac{1 - K_2}{K_1} \frac{I_k}{I_{к0}} \frac{l}{r}.$$

Коэффициенты n_1 , n_2 , n_3 показывают, какая часть Δ вызвана изгибом торсиона, изгибом и кручением рычага соответственно.

Общая жесткость упругой системы при поступательном перемещении АМ относительно РМ будет

$$C = \frac{P}{\Delta} = \frac{C_{кр \cdot \tau}}{K_1 r^2 (1 + n_1 + n_2 + n_3)}, \quad (3)$$

где $C_{кр \cdot \tau}$ — жесткость торсиона на кручение.

Отсюда, искомая жесткость торсиона с учетом основных и дополнительных факторов равна

$$C_{кр \cdot \tau} = C K_1 r^2 (1 + n_1 + n_2 + n_3). \quad (4)$$

После определения $C_{кр \cdot \tau}$ находится момент инерции торсиона

$$I_k = \frac{C_{кр \cdot \tau} l}{G}. \quad (5)$$

Для обычных соотношений размеров упругой системы машины мощностью 1 квт имеем

$$1 + n_1 + n_2 + n_3 = 1 + 0,035 + 0,016 + 0,11,$$

т. е. кручение рычага оказывает существенное влияние на жесткость системы.

С другой стороны, учитывая колебательный характер движения, линейная жесткость системы равна

$$C = m_{\text{пр}} \cdot \omega_0^2, \quad (6)$$

где $m_{\text{пр}}$ — приведенная масса, ω_0 — собственная угловая частота. Диаметр вписанного в многоугольник круга для шестиугольного поперечного сечения торсиона определяется по формуле (5) с учетом формы сечения

$$d = \sqrt[4]{\frac{C_{\text{вп.т.}} \cdot l}{0,115G}} = \sqrt[4]{\frac{CK_1 r^2 l (1 + n_1 + n_2 + n_3)}{0,115G}}. \quad (7)$$

Следует отметить, что рассматриваемая система линейна, однако учитывая ее конструктивные особенности, в плоскости рамы появляется дополнительная сила, вызванная прямолинейным параллельным перемещением АМ относительно РМ и криволинейным (по дуге r) движением концов рычагов.

Из геометрических соображений получаем зависимость между дополнительной силой и углом поворота

$$P' = \frac{3Elr}{l^3} \left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1 \right), \quad (8)$$

где φ — относительный угол скручивания торцов торсиона.

Разложим $(1/\cos\varphi - 1)$ в ряд:

$$\frac{1}{\cos\varphi} - 1 = \frac{1}{2}\varphi^2 + \frac{5}{24}\varphi^4 + \frac{61}{720}\varphi^6 + \dots - 1. \quad (9)$$

Обычно, при $\varphi < 20'$, $P' \approx 0$.

Учет этого фактора хотя и усложняет расчет, однако вносит необходимые уточнения при анализе нелинейных суб- и супергармонических колебаний в машинах большого хода.

Отношение напряжений, соответствующих действующим силам P и P' равно

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{PW_2}{P'W_1} = \frac{\Delta l^2 GI_k W_2}{3K_1 r^3 EI W_1 (1 + n_1 + n_2 + n_3) (1/\cos\varphi - 1)}, \quad (10)$$

где W_1 , W_2 — моменты сопротивления сечения торсиона при изгибе в направлениях P , P' соответственно.

Для торсиона шестиугольного поперечного сечения формула (10) принимает вид

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = 0,213 \frac{\Delta l^2}{K_1 r^3 (1 + n_1 + n_2 + n_3) (1/\cos\varphi - 1)}. \quad (11)$$

Величина P' может достигать сравнимых с P значений уже при $\varphi \geq 20'$; например, при $\varphi = 20'$ и остальных параметрах, соответствующих машине мощностью 1 квт, согласно формуле (10), получаем $P' = 0,1P$.

Формула (2) проверялась экспериментально и дает удовлетворительное совпадение с действительностью.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 9.9.1977)

მანქანათმშენობა

მ. ზელიძე, მ. ხვინგია

ტორსიონული დრეკადელემენტებიანი ვიბრაციული მანქანის
 სინისტის კვლევა

რეზიუმე

განხილულია ტორსიონული დრეკადელემენტებიანი ვიბრაციული მანქანის კვლევასთან დაკავშირებული საკითხები. მოყვანილია სისტემის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ისეთ ფაქტორებს, როგორცაა მახასიათებელი მასები, დატვირთვები და მანქანის თავისუფალი რხევების სიხშირე. ნაჩვენებია დამატებითი ძალის გათვალისწინების აუცილებლობა, რომელიც წარმოიშობა ჩარჩოს სიბრტყეში მანქანის მუშაობისას, არაწრფივი, სუბ- და სუპერჰარმონიული რხევების ანალოზისას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

M. A. CHELIDZE, M. V. KHVINGIA

INVESTIGATION OF THE RIGIDITY OF TORSIONAL ELASTIC
 MEMBERS OF A VIBRATION MACHINE

Summary

The paper deals with the problems of investigation and estimation of torsional elastic members used in vibration machines. A procedure is presented for determining the main parameters of the system with account of the factors characterizing the mass, load and frequency of the natural oscillations of the given machine. The stresses arising in the cross-section are analysed and assessed. The necessity of taking into account the additional force occurring in the plane of the frame due to the end rigidity of torsion bars in analysing nonlinear sub- and superharmonic vibrations and in designing vibration machines with torsional elastic members is indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. B. Хвингия, Б. И. Ниношвили. Электромагнитные вибраторы с регулирующей собственной частотой. Тбилиси, 1971.
2. А. М. Макаров. Обогащение руд, № 5, 1962.
3. В. И. Феодосьев. Сопrotивление материалов. М., 1963.



З. И. АСКУРАВА

ОБ УЧЕТЕ ПРОСТРАНСТВЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ РАСЧЕТАХ ОДНОРОДНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 6.5.1977)

Расчет фильтрации в однородных земляных плотинах, как известно, производится с помощью зависимостей, правомерных для плоской задачи, что по существу допустимо в тех случаях, когда длина плотины значительно превосходит ее высоту (более чем на порядок).

В большинстве случаев практики и особенно при проектировании земляных плотин в горных условиях, т. е. в узких ущельях рек, длина и высота плотин суть величины одного порядка. При этом, как правило, имеет место разность высот фильтрационного потока в поперечных сечениях тела плотин, которая и обуславливает появление поперечного градиента фильтрационного потока, а следовательно, и пространственность течения.

Строгое гидромеханическое решение пространственной фильтрации в плотине трапецеидального поперечного сечения, к которому может быть приведена с тем или иным приближением реальная плотина, вписываемая в горное ущелье, встречает большие трудности. Более доступным является гидравлическое решение, использующее принцип фрагментов, хотя и в этом случае расчетные зависимости остаются весьма громоздкими и требуют использования ЭЦВМ.

С учетом того, что в области верхового клина поперечную фильтрацию из-за малости можно считать равной нулю, для фильтрационного расхода в верховом клине могут быть использованы обычные зависимости [1]. В реализованном численном счете в качестве расчетных были приняты зависимости, данные в нашей работе [2].

Для средней части плотины приняты зависимости Г. Н. Каменского [3], учитывающие переменность фильтрационного расхода вдоль движения, которое в рассматриваемой задаче обусловлено поперечной фильтрацией между фрагментами плотины.

В области низового клина поперечная фильтрация не имеет места, так как фильтрационный поток в этой области выклинивается на свободную поверхность низового откоса плотины. Поэтому фильтрационный расход в низовом клине определялся полученными [2] зависимостями. При такой схематизации для трапецеидальной плотины получается система, состоящая из девяти уравнений. Решение этой системы производилось с помощью ЭЦВМ М-222 на языке «Алгол-60» по методу Ньютона [4].



Результаты численного счета на ЭЦВМ приводятся ниже в форме графиков. На рис. 2 и 3 приведены графики, построенные в безразмерных величинах, которые показывают зависимость относительной высоты высачивания $\frac{h_B}{H}$ от относительных ширин боковых фрагментов $B_1=B_3=\frac{B_1}{H_1}=\frac{B_3}{H_3}$ и центрального фрагмента $B_2=\frac{B_2}{H_2}$ (m_1 и m_2 — соответственно котангенсы углов верхового и низового откосов).

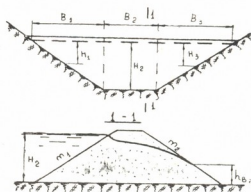


Рис. 1

Графики построены для центральной части плотины с симметричными боковыми фрагментами (рис. 1). Учет эффектов пространственности режима фильтрации для центральной части плотины представляет наибольший интерес, так как в ней увеличивается высота высачивания, что необходимо учитывать в статических расчетах, а увеличение высоты высачивания ухудшает устойчивость низовых откосов.

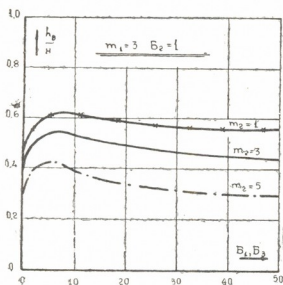


Рис. 2

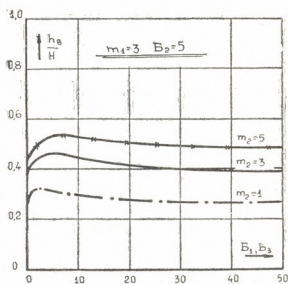


Рис. 3

Как это следует из кривых, приведенных на рис. 2 и 3, высота высачивания при учете эффектов пространственности фильтрации увеличивается с уменьшением параметра m_2 и при значениях $m_2=1$, $B_1=B_3=2,5$ и $B_2=1$ превышение последней над значением, полученным при плоской постановке данной задачи, достигает 70%. Здесь же надо отметить, что увеличение относительной ширины центральной части $B_2=5$ уменьшает разницу до 26%.

Итак, неучет эффектов пространственности фильтрации через земляные плотины может приводить к существенным просчетам при оценках статической устойчивости низовых откосов плотин и дренажных устройств в области выклинивания фильтрационного потока.

Грузинский научно-исследовательский
институт энергетики и
гидротехнических сооружений

(Поступило 16.9.1977)

ჰიდროტექნიკა

ზ. ასკურავა

ფილტრაციის სივრცული ძრავის გათვალისწინება ერთგვაროვანი მიწების კანონების ანგარიშის დროს

რეზიუმე

ჰიდრაულიკური მეთოდით შესწავლილია ერთგვაროვანი მიწის კანონებში ფილტრაციის სივრცული ძრავა. ტრადიციული ფორმის მდინარის ხეობისათვის, ფრაგმენტების პრინციპის გამოყენებით, მიღებულია 9 არაწრფივი განტოლება. ეს განტოლებათა სისტემა ამოხსნილია მზმ-ზე სასრულო სხვაობათა მეთოდის გამოყენებით.

მოყვანილია ანგარიშის შედეგები გრაფიკების საშუალებით. ნაჩვენებია ფილტრაციის სივრცული ძრავის გათვალისწინების აუცილებლობა.

HYDRAULIC ENGINEERING

Z. I. ASKURAVA

ACCOUNT OF THE THREE-DIMENSIONALITY OF FILTRATION IN THE DESIGN OF HOMOGENEOUS EARTH DAMS

Summary

The necessity of considering three-dimensionality of filtration in designing earth dams to be built in narrow river canyons is outlined in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Угинчус. Расчеты фильтрации через земляные плотины. М.—Л., 1960.
2. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, З. И. Аскурава. Сообщения АН ГССР, 74 № 2, 1975.
3. И. А. Скабалапович. Гидрогеологические расчеты. М., 1960.
4. Б. П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. М., 1966.

Н. И. ПУЛУЗАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ОДНОРОДНЫХ И СЛАБОНЕОДНОРОДНЫХ ПОЛЯХ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 13.9.1977)

Технико-экономические показатели оборудования с элегазовой изоляцией в основном зависят от того, насколько высокой может быть выбрана рабочая напряженность электрического поля на поверхности токоведущих частей с учетом надежной работы оборудования.

Для разработки методики выбора рабочих напряженностей оборудования с элегазовой изоляцией необходимо определить зависимости начальной напряженности самостоятельного разряда от параметров промежутка, давления газа, расстояния между электродами, их площади, чистоты обработки поверхности и чистоты изоляционного газа. Необходимо определить вольт-временные характеристики элегазовой изоляции при длительном воздействии напряжения промышленной частоты, а также электрическую прочность элегазовой изоляции при коммутационных импульсах [1].

При выборе рабочих напряженностей следует исходить из требования надежной работы оборудования в течение продолжительного времени без перекрытия, так как при перекрытии от воздействия силовой дуги оборудование может выйти из строя на длительное время.

С целью определения вольт-временных характеристик были проведены эксперименты в специальной испытательной камере на системе коаксиальных электродов.

Внутренние электроды изготовлялись из меди, дюралюминия марки Д1 и нержавеющей стали марки Х18Н9Т, поверхность которых обрабатывалась $\nabla 4$, $\nabla 7$ и специально заглублялась нанесением накладки по всей длине рабочей поверхности.

Для определения вольт-временных характеристик элегазовой изоляции для каждого материала электродов и класса обработки поверхности в диапазоне давления 0,1–0,4 МПа из серии 50 опытов определялась односторонняя выдерживаемая напряженность, после чего выбирались три фиксированные точки напряженности, которые на 2, 4 и 6% соответственно были ниже односторонних. При каждом фиксированном значении напряженности проводилось по 15–30 опытов.

В качестве рабочей гипотезы для обработки статистических данных по предразрядным временам были выбраны нормальный и логарифмически-нормальный законы распределения. Проверялось согласование экспериментальных распределений с теоретическими по критерию χ^2 [2]. Расчеты на ЭЦВМ показали, что при значениях среднего квадратичного отклонения $\delta < 11\%$ экспериментальные функции распределения хорошо согласуются с нормальным законом, а выше 11% —



лучше с логарифмически-нормальным. Значение χ^2 для всех экспериментальных распределений соответствует вероятности не ниже 0,4 [3]. В результате обработки экспериментальных данных определялись \bar{t} — среднее выдерживаемое время (при нормальном законе) и \bar{y} — логарифм среднего выдерживаемого времени (при логарифмически-нормальном законе) при заданной напряженности. Соответственно для обоих законов распределения находились σ_t и σ_y — средние квадратичные отклонения [2].

Теоретические функции распределения предразрядных времен определялись соотношением [4]

$$F_1(t) = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^t \exp \left[-\frac{(t_1 - \bar{t})^2}{2\sigma_1^2} \right] \cdot dt. \quad (1)$$

Экспериментальные точки обрабатывались способом наименьших квадратов [5] и было получено уравнение кривой $E=f(\bar{t})$. Длительно-допустимая напряженность выбиралась для ГЭКРУ — герметизированного элегазового распределительного устройства 750 кВ. Площадь электродов ГЭКРУ 750 кВ приблизительно на 10^4 больше, чем площадь электродов экспериментальной установки.

Если считать поверхность электродов ГЭКРУ однородной с точки зрения шероховатости, тогда можно рассматривать всю площадь ГЭКРУ как 10_4 ослабленных мест по отношению к площади экспериментальной установки, принимаемой за единичную.

Вероятность перекрытия ГЭКРУ в целом можно вычислить по формуле [4]

$$F_m(t) = m F_1(t) \left[1 - \frac{(m-1)}{2} F_1(t) + \frac{(m-1) \cdot (m-2)}{6} \cdot F_1^2(t) + \dots \right], \quad (2)$$

где $m=10^4$, $F_1(t)$ — вероятность перекрытия единичного участка.

Снижением срока службы для оборудования в целом можно оценить параметром t_m среднее выдерживаемое время при заданной напряженности электрического поля.

Вычислялись Z 50% m — разность среднего предразрядного времени для одного образца и ГЭКРУ в целом, выраженная в долях стандарта δ , для $m=10^4$ и отношение стандарта распределения предразрядных времен для ГЭКРУ по сравнению с единичным образцом по формулам [4]

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_1} = \frac{1}{m} \cdot 0,5^{\frac{1}{m}-1} \exp \left[\frac{(\bar{t}_m - \bar{t}_1)^2}{2\sigma_1^2} \right], \quad (3)$$

$$Z_{50\% m} = \frac{\bar{t}_1 - \bar{t}_m}{\sigma_1} = \sqrt{2 \ln \frac{\sigma_m}{\sigma_1} \cdot m \cdot 0,5^{1-\frac{1}{m}}}. \quad (4)$$

Расчеты по формулам (3), (4) показали, что для $m=10^4$ $Z_{50\% m} = 3,8$ и $\frac{\sigma_m}{\sigma_1} = 0,28$.

Пересчет экспериментальных данных на $m=10_4$ ослабленных мест с надежностью 0,5 можно осуществить по формуле

$$\bar{t}_m = \bar{t}_1 - Z_{50\% m} \cdot \sigma_1 = \bar{t}_1 - 3,8 \cdot \sigma_1. \quad (5)$$

В качестве предварительной оценки нами была принята величина допустимой вероятности перекрытия 0,001.

Для пересчета \bar{t}_m — 50%-ного выдерживаемого времени для ГЭКРУ 750 кВ в целом на t_m 0,001 из таблиц функции нормального распределения находим $Z_{0,001} = 3,1$ [4]. Пересчет экспериментальной точки на $m = 10^4$ ослабленных мест с вероятностью перекрытия 0,001 можно осуществить по формуле

$$t_{m 0,001} = \bar{t}_1 - (Z_{50\% m} \cdot \sigma_1 + Z_{0,001} \cdot \sigma_m) = \bar{t}_1 - 4,67 \cdot \sigma_1. \quad (6)$$

После пересчета экспериментальных точек на $m = 10^4$ с вероятностью перекрытия 0,001 способом наименьших квадратов [5] находилось уравнение кривой $E = f(t_m 0,001)$.

Экстраполяция полученных кривых на 40 лет дает величину длительно-допустимых напряженностей на электродах ГЭКРУ с вероятностью перекрытия 0,001. Результаты пересчета и уравнение кривых для медных электродов приведены в таблице.

Р МПа	$E = f(\bar{t})$	$E = f(t_m 0,001)$	E_1 минутное, кВ/см	E длительно- допустимое, кВ/см
Медный электрод с поверхностью грубой обработки				
01	$E = -1,683, X + 78,29$	$E = -1,828, X + 78,44$	76	61,8*
02	$E = -1,749, X + 94,51$	$E = -1,949, X + 94,78$	92	77
03	$E = -2,583, X + 159,72$	$E = -2,933, X + 160,16$	156	133,5
04	$E = -3,431, X + 204,9$	$E = -3,945, X + 205,6$	200	169,7
Медный электрод с поверхностью, обработанной $\nabla 4$				
01	$E = -1,653, X + 85,23$	$E = -1,836, X + 85,45$	83	68,7*
02	$E = -1,686, X + 104,4$	$E = -1,861, X + 104,64$	102	87,7
03	$E = -2,542, X + 170,7$	$E = -2,873, X + 171,2$	167	145
04	$E = -3,28, X + 235,44$	$E = -3,671, X + 235,84$	231	202,4
Медный электрод с поверхностью, обработанной $\nabla 7$				
01	$E = -1,721, X + 87,51$	$E = -1,906, X + 87,79$	85	70,4
02	$E = -1,758, X + 110,6$	$E = -1,983, X + 110,96$	108	92,9
03	$E = -2,512, X + 178,63$	$E = -2,832, X + 179,09$	175	153,3
04	$E = -3,335, X + 244,79$	$E = -3,786, X + 245,42$	240	210,9

Примечание: $X = \lg t$, t — время в секундах. * — пересчитан по нормальному закону.

На основе экспериментальных данных можно заключить, что основным законом распределения предразрядных времен является логарифмически-нормальный закон, лишь при 0,1 МПа экспериментальные данные лучше согласуются с нормальным законом распределения.

Значительное влияние оказывают на E длительно-допустимый материал электрода и класс чистоты обработки поверхности.

Предложенная методика выбора длительно-допустимых рабочих напряженностей не учитывает конструктивные и технологические факторы. Эти факторы можно учитывать коэффициентом запаса прочности, выбранного для конкретного оборудования.

Ленинградский политехнический институт
 им. М. И. Калинина

(Поступило 14.3.1977)

ინფორმაცია

ნ. კულუშაშვილი

ერთგვაროვან და სუსტ არაერთგვაროვან ველებში ელემენტით იზოლიაციის ელექტრული სიმტკიცის გამოკვლევა სამრეწველო სიხშირის ძაბვის ხანგრძლივი ზემოქმედების დროს

რეზიუმე

მოცემულია ხანგრძლივად დასაშვები ელექტრული ველის დაძაბულობის არჩევის მეთოდика, განსაზღვრულია გარღვევის წინა დროების განაწილების ფუნქციის ძირითადი კანონი, ზედაპირის დამუშავების სისუფთავის კლასის, ელექტროდის მასალის და საიზოლაციო გაზის წნევის გავლენა ხანგრძლივად დასაშვები ელექტრული ველის დაძაბულობის სიდიდეზე რეალურ მაღალი ძაბვის კონსტრუქციებში, სადაც გამოყენებულია ელემენტით იზოლაცია.

წინასწარი შეფასებისათვის მოცემულია დასაშვები გარღვევის ალბათობის სიდიდე.

POWER ENGINEERING

N. I. PULUZASHVILI

INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL STRENGTH OF SF₆ INSULATION IN HOMOGENEOUS AND WEAKLY INHOMOGENEOUS FIELDS UNDER PROLONGED EXPOSURE TO INDUSTRIAL VOLTAGE

Summary

A method of long-term permissible intensity of the electric field is suggested.

The general functional law of distribution of predischage periods, electrode material influence, its surface treatment, cleanness and insulating gas pressure upon prolonged permissible intensity of the electric field in high voltage equipment real constructions with insulation SF₆ have been determined.

As a preliminary estimation the value of overlap permissible probability is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Бортник. Электричество, № 12, 1974, 20—27.
2. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., 1969.
3. Л. Н. Большов, Н. В. Смирнов. Таблицы математической статистики. М., 1965.
4. Г. Н. Александров, В. Л. Иванов, В. Е. Кизиветтер. Электрическая прочность наружной высоковольтной изоляции. М., 1969.
5. В. Ф. Пирятин. Обработка результатов экспериментальных исследований по способу наименьших квадратов. Харьков, 1962.

Г. Г. ПЕТРИАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ РЕАКТОРА С ОРТОГОНАЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 22.9.1977)

Принцип действия и некоторые вопросы экспериментального и теоретического исследования реактора с ортогональным магнитным управлением приведены в [1—3].

Для построения математической теории реактора с ортогональным магнитным управлением необходимо описать нелинейные магнитные характеристики магнитопровода с учетом неоднородности анизотропии гистерезисного характера. Аналитическое выражение нелинейных магнитных характеристик дано в [4].

Как известно, магнитные характеристики в продольном (Z) и поперечном (φ) направлениях описываются соотношениями

$$H_z = \alpha_z [B_z + \varepsilon_z (B_z^2 + B_\varphi^2) B_z], \quad H_\varphi = \alpha_\varphi (B_\varphi + \varepsilon_\varphi (B_z^2 + B_\varphi^2) B_\varphi). \quad (1)$$

Продольное B_z^0 и поперечное B_φ^0 магнитные поля аппарата условно разделяются на основное продольное B_z и поперечное B_φ , а также на поля рассеяния B_{z1} , $B_{\varphi1}$; причем индуктивности рассеяния рабочей обмотки (Z) и обмотки управления (φ) не зависят от интенсивности модуля $(B_z^2 + B_\varphi^2)^{1/2}$ результирующего магнитного поля.

При таком допущении процесс работы аппарата с ортогональным магнитным управлением во взаимных ортогональных направлениях описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{W_z}{l_z} \cdot U_{mz} \cos(\omega t - \Psi_u) = r_z H_z + L_{1z} \frac{dH_z}{dt} + S_z \frac{W_z^2}{l_z} \frac{dB_z}{dt}, \quad (2)$$

$$\frac{W_\varphi}{l_\varphi} U_\varphi = r_\varphi H_\varphi + L_{1\varphi} \frac{dH_\varphi}{dt} + S_\varphi \frac{W_\varphi^2}{l_\varphi} \frac{dB_\varphi}{dt},$$

где r_z , L_{1z} , W_z — активное сопротивление, индуктивность рассеяния и число витков рабочей обмотки соответственно; r_φ , $L_{1\varphi}$, W_φ — активное сопротивление, индуктивность рассеяния и число витков цепи управления; l_z , l_φ и S_z , S_φ — средняя длина магнитной цепи и активное сечение магнитопровода в продольном и поперечном направлениях; α_z , α_φ — коэффициенты аппроксимации магнитных характеристик в продольном и поперечном направлениях; ε_z , ε_φ — малые параметры.



Для решения системы нелинейных дифференциальных уравнений (1), (2) следует воспользоваться методом возмущений по параметру [5]. Приближенное решение уравнений (1), (2) ищем в виде

$$\begin{aligned} H_z &= H_{z1}^{(0)} + \varepsilon_z (H_{z1}^{(1)} + H_{z3}^{(1)}), & H_\varphi &= H_{\varphi 0}^{(0)} + \varepsilon_\varphi (H_{\varphi 0}^{(1)} + H_{\varphi 2}^{(1)}), \\ B_z &= B_{z1}^{(0)} + \varepsilon_z (B_{z1}^{(1)} + B_{z3}^{(1)}), & B_\varphi &= B_{\varphi 0}^{(0)} + \varepsilon_\varphi (B_{\varphi 0}^{(1)} + B_{\varphi 2}^{(1)}). \end{aligned} \quad (3)$$

Для первого приближения ($\varepsilon_z = \varepsilon_\varphi = 0$) периодическое решение системы (1), (2) будет

$$\begin{aligned} H_{z1}^{(0)} &= H_{mz1}^{(0)} \cos(\omega t - \Psi_u - \varphi_{H0}), & H_{\varphi 0}^{(0)} &= H_{\varphi 0}^{(0)}, \\ B_{z1}^{(0)} &= B_{mz1}^{(0)} \cos(\omega t - \Psi_u - \varphi_{B0}), & B_{\varphi 0}^{(0)} &= B_{\varphi 0}^{(0)}, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} H_{mz1}^{(0)} &= \frac{W_z U_{mz}}{l_z Z_{1z\mu}} = \frac{W_z U_{mz}}{l_z [r_z^2 + (\omega L_{1z\mu})^2]^{1/2}}, & B_{mz1}^{(0)} &= \frac{H_{mz1}^{(0)}}{\alpha_z}, \\ \operatorname{tg} \varphi_{H0} &= \operatorname{tg} \varphi_{B0} = \frac{\omega L_{1z\mu}}{r_z} = \frac{\omega (L_{1z} + S_z W_z^2 / \alpha_z l_z)}{r_z}, & H_{\varphi 0}^{(0)} &= \frac{W_\varphi U_\varphi}{l_\varphi r_\varphi}, \\ B_{\varphi 0}^{(0)} &= H_{\varphi 0}^{(0)} / \alpha_\varphi. \end{aligned}$$

Из полученных выражений (4) следует, что при линейной зависимости между рабочей обмоткой и обмоткой управления электромагнитная связь отсутствует.

В нелинейном случае ($\varepsilon_z \neq 0$, $\varepsilon_\varphi \neq 0$) для второго приближения система дифференциальных уравнений имеет вид

$$\begin{aligned} S_z \frac{W_z^2}{l_z} \frac{dB_z^{(1)}}{dt} + L_{1z} \frac{dH_z^{(1)}}{dt} + r_z \cdot H_z^{(1)} &= 0, \\ S_\varphi \frac{W_\varphi^2}{l_\varphi} \frac{dB_\varphi^{(1)}}{dt} + L_{1\varphi} \frac{dH_\varphi^{(1)}}{dt} + r_\varphi H_\varphi^{(1)} &= 0, \\ H_z^{(1)} &= \alpha_z B_z^{(1)} + \alpha_z \left[\left(\frac{3}{4} B_{mz1}^{(0)3} + B_{mz1}^{(0)} B_{\varphi 0}^{(0)2} \right) \cos(\omega t - \Psi_u - \varphi_{H0}) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{4} B_{mz1}^{(0)3} \cos 3(\omega t - \Psi_u - \varphi_{H0}) \right], \\ H_\varphi^{(1)} &= \alpha_\varphi B_\varphi^{(1)} + \alpha_\varphi \left[\left(\frac{1}{2} \cdot B_{mz1}^{(0)2} B_{\varphi 0}^{(0)} + B_{\varphi 0}^{(0)3} + \frac{1}{2} B_{mz1}^{(0)2} \times \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \times B_{\varphi 0}^{(0)} \cdot \cos [2(\omega t - \Psi_u - \varphi_{H0})] \right) \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Решение системы (5) будет

$$\begin{aligned} H_z^{(1)} &= H_{z1}^{(1)} + H_{z3}^{(1)} = H_{mz1}^{(1)} \cos(\omega t - \Psi_u - \varphi_{H1}) + H_{mz3}^{(1)} \cos [3(\omega t - \Psi_u) - \varphi_{H3}], \\ B_z^{(1)} &= B_{z1}^{(1)} + B_{z3}^{(1)} = B_{mz1}^{(1)} \cos(\omega t - \Psi_u - \varphi_{B1}) + B_{mz3}^{(1)} \cos [3(\omega t - \Psi_u) - \varphi_{B3}], \\ B_\varphi^{(1)} &= B_{\varphi 0}^{(1)} + B_{\varphi 2}^{(1)} = B_{\varphi 10}^{(1)} + B_{\varphi m\varphi 2}^{(1)} \cos [2(\omega t - \Psi_u) - \varphi_{B2}], \\ H_\varphi^{(1)} &= H_{\varphi 0}^{(1)} + H_{\varphi 2}^{(1)} = H_{\varphi 10}^{(1)} + H_{\varphi m\varphi 2}^{(1)} \cos [2(\omega t - \Psi_u) - \varphi_{H2}], \end{aligned}$$

где

$$H_{mz1}^{(1)} = \frac{\omega S_z U_{mz} W_z^2}{\alpha_z l_z^2 Z_{1z\mu}^2} \left[\frac{3}{4} \left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^2 + \left(\frac{W_\varphi U_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi r_\varphi} \right)^2 \right],$$

$$H_{mz3} = \frac{3\omega S_z W_z^5 U_{mz}^3}{4\alpha_z^3 l_z^4 Z_{1z\mu}^2 Z_{3z\mu}},$$

$$B_{mz1}^{(1)} = \frac{Z_{1z} W_z U_{mz}}{Z_{1z\mu} l_z \alpha_z} \left[\frac{3}{4} \left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^2 + \left(\frac{W_\varphi U_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi r_\varphi} \right)^2 \right] \left[Z_{1z} + 2S_z \frac{\omega^2 L_{1z} W_z}{\alpha_z l_z} + \left(\frac{\omega S_z W_z}{\alpha_z l_z} \right)^2 \right]^{1/2},$$

$$B_{mz3}^{(1)} = \frac{Z_{3z}}{4Z_{3z\mu}} \cdot \left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^3 \left[Z_{3z}^2 + 2S_z \frac{9\omega^2 W_z^2 L_{1z}}{\alpha_z l_z} + \left(\frac{3\omega S_z W_z}{\alpha_z l_z} \right)^2 \right]^{1/2},$$

$$B_{\varphi 2}^{(1)} = \frac{Z_{2\varphi}}{2Z_{2\varphi\mu}} \cdot \left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^2 \cdot \frac{W_\varphi U_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi r_\varphi} \left[Z_{2\varphi}^2 + 2S_\varphi \frac{2\omega^2 W_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi} \cdot L_{1\varphi} + \left(\frac{2\omega S_\varphi W_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi} \right)^2 \right]^{1/2},$$

$$H_{\varphi 2}^{(1)} = \frac{\omega W_\varphi^2 S_\varphi U_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi^2 r_\varphi Z_{2\varphi\mu}} \left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^2, \quad B_{\varphi 10}^{(1)} = -\frac{W_\varphi U_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi r_\varphi} \left[\left(\frac{W_z U_{mz}}{\alpha_z l_z Z_{1z\mu}} \right)^2 + \left(\frac{U_\varphi W_\varphi}{\alpha_\varphi l_\varphi r_\varphi} \right)^2 \right],$$

$$H_{\varphi 10}^{(1)} = 0, \quad Z_{3z}^2 = r_z^2 + (\omega 3L_{1z})^2, \quad Z_{2\varphi}^2 = r_\varphi^2 + (2\omega L_{1\varphi})^2,$$

$$Z_{n2\mu}^2 = r_z^2 + n^2 \left(L_{1z} + \frac{W_z^2 S_z}{\alpha_z l_z} \right)^2, \quad n = \omega, \quad 3\omega \cdot Z_{2\varphi\mu}^2 = r_\varphi^2 + 4\omega^2 \left(L_{1\varphi} + S_\varphi \frac{W_\varphi^2}{\alpha_\varphi l_\varphi} \right)^2,$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{H2} = \frac{2\omega L_{1\varphi\mu} \operatorname{tg} \varphi_{H0} - r_\varphi}{2\omega L_{1\varphi\mu} + r_\varphi \operatorname{tg} \varphi_{H0}},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{B1} = \frac{\left(Z_{1z}^2 + S_z \frac{\omega^2 W_z^2 L_{1z}}{\alpha_z l_z} \right) \operatorname{tg} \varphi_{H0} + \frac{\omega W_z^2 S_z}{\alpha_z l_z} r_z}{\left(Z_{1z}^2 + S_z \frac{\omega^2 W_z^2 L_{1z}}{\alpha_z l_z} \right) - \frac{\omega W_z^2 S_z}{\alpha_z l_z} r_z \cdot \operatorname{tg} \varphi_{H0}},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{H1} = \frac{\omega L_{1z\mu} \operatorname{tg} \varphi_{H0} - r_z}{\omega L_{1z\mu} + r_z \operatorname{tg} \varphi_{H0}}.$$

Выражения для $\operatorname{tg} \varphi_{H3}$, $\operatorname{tg} \varphi_{B3}$ получаются из выражений $\operatorname{tg} \varphi_{H1}$, $\operatorname{tg} \varphi_{B1}$, если ω и $\operatorname{tg} \varphi_{H0}$ заменим на 3ω и $\operatorname{tg} 3\varphi_{H0}$ соответственно, а выражение $\operatorname{tg} \varphi_{B2}$ получается из выражения $\operatorname{tg} \varphi_{B1}$, если индекс „z“ заменим индексом „ φ “, а ω , $\operatorname{tg} \varphi_{H0}$ — на 2ω и $\operatorname{tg} 2\varphi_{H0}$.

Действующие значения тока и потокосцепления в продольном направлении, а также тока и потокосцепления цепи управления в поперечном направлении определяются следующими выражениями:

$$I_z = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{l_z}{W_z} \cdot [H_{mz1}^{(0)2} + \varepsilon_z^2 (H_{mz1}^{(1)2} + H_{mz3}^{(1)2}) + 2\varepsilon_z H_{mz1}^{(0)} H_{mz1}^{(1)} \cos(\varphi_{H0} - \varphi_{H1})]^{1/2},$$

$$\bar{\Psi}_z = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{l_z}{S_z W_z^2} [B_{mz1}^{(0)2} + \varepsilon_z^2 (B_{mz1}^{(1)2} + B_{mz3}^{(1)2}) + 2\varepsilon_z B_{mz1}^{(0)} B_{mz1}^{(1)} \cos(\varphi_{H0} - \varphi_{H1})]^{1/2},$$

$$I_\varphi = \frac{l_\varphi}{W_\varphi} \cdot [H_{\varphi 0}^{(0)2} + \varepsilon_\varphi H_{m\varphi 2}^{(1)2} / 2]^{1/2}, \quad \bar{\Psi}_\varphi = \frac{l_\varphi}{S_\varphi W_\varphi^2} \cdot [(B_{\varphi 0}^{(0)} - \varepsilon_\varphi B_{\varphi 10}^{(1)})^2 + \varepsilon_\varphi^2 B_{m\varphi 2}^2 / 2]^{1/2}.$$



Для активных мощностей рабочей обмотки и обмотки управления
имеем

$$P_z = U_z [I_{z1}^{(0)} \cos \varphi_{H0} + \varepsilon_z (I_{z1}^{(1)} \cos \varphi_{H1} + I_{z3}^{(1)} \cos \varphi_{H3})],$$

$$P_\varphi = U_\varphi [I_{\varphi 0}^{(0)} + \varepsilon_\varphi I_{\varphi 2}^{(1)} \cos \varphi_{H2}].$$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.9.1977)

ელექტროტექნიკა

ბ. კატეგორიის

ორთოგონალური მაგნიტულად მართვადი რეაქტორის მუშაობის
სტაციონარული პროცესის გამოკვლევა

რეზიუმე

მოცემულია ანიზოტროპულ ფერომაგნიტურ გულარზე ორ ურთიერთ-მართობლად განლაგებულ გრანილებს შორის არსებული ელექტრომაგნიტური კავშირის ანალიზური ჩაწერა. არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის საშუალებით შესწავლილია რეაქტორის მუშაობის სტაციონარული პროცესი შემფოთების მეთოდის გამოყენებით. განსაზღვრულია მაგნიტური ველის დაძაბულობის და ინდუქციის გრძივი და განივი კომპონენტების მყისიერი მნიშვნელობები, ხოლო მუშა და მართვის დენებისა და ნაკადშემგებისათვის — მოქმედი მნიშვნელობები. გამოყვანილია აგრეთვე აქტიური სიმძლავრის საანგარიშო ფორმულები.

ELECTROTECHNICS

G. G. PETRIASHVILI

STUDY OF STEADY OPERATION PROCESS OF A REACTOR WITH ORTHOGONAL MAGNETIC CONTROL

Summary

The article considers the analytical record of the electromagnetic coupling of two mutually orthogonal magnetizing contours placed in an anisotropic ferromagnetic medium. The steady process of reactor operation is studied by solving a system of nonlinear differential equations by the perturbation method. The instantaneous values of magnetic field intensity and induction and operating values of currents and flux-linkages in mutually perpendicular directions are determined. The calculating formulas for active powers for the windings are also derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Либкинд, Л. И. Дорожко. Электричество, № 1, 1967.
2. Г. Г. Петриашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина «Энергетика и электромеханика», № 3 (151), 1972.
3. Г. Г. Петриашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина «Электромеханика», № 1 (155), 1974.
4. Г. Г. Петриашвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.
5. А. Х. Найфэ. Методы возмущения. М., 1976.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Г. Н. МУСХЕЛИШВИЛИ, Н. М. ПОЛИЕВКОВ-НИКОЛАДЗЕ,
Г. Н. ЧЕРКЕСОВ

К УЧЕТУ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЯ
ПОЛОЖЕНИЯ ЗОНЫ РЕАКЦИИ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ
БАЛАНСА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 27.7.1977)

В химических насадочных реакторах непрерывного действия характер движения и конфигурация зоны реакции определяют соотношения материальных и тепловых потоков, поступающих и извлекаемых из реакторов. По поведению зоны реакции в реакторах для обращения фаз химобменных установок, разделяющих изотопные смеси, регулируют материальный баланс реагентов двухконтурными адаптирующимися регуляторами типа P2 [1, 2]. Измерителем положения зоны реакции (ИПЗ) в простейшем варианте служит уравновешенный мост переменного тока с двумя терморезисторами в соответствующих плечах, который формирует электрический сигнал, подаваемый на один из входов P2 (рис. 1). Этот сигнал зависит от распределения температур в окрестности экзотермической зоны реакции. Точное определение положения и поведения зоны требует учета статических и динамических погрешностей ИПЗ. Наиболее опасны динамические погрешности, вызванные инерционностью тепловых потоков внутри реактора, поскольку они могут явиться причиной не только несвоевременного регулирования, но и потери устойчивости. Следовательно, для построения регуляторов баланса материальных потоков необходима математическая модель ИПЗ, позволяющая анализировать динамические характеристики как самого ИПЗ, так и контура регулирования в целом.

Представляя реактор в виде бесконечно протяженного цилиндра, запишем уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial \theta(x, t)}{\partial t} = k \frac{\partial^2}{\partial x^2} \theta(x, t) - q(x, t), \quad (1)$$

где k —коэффициент теплопроводности, θ —средняя по сечению температура в точке x в момент времени t , $q(x, t) = -\frac{k}{S} \oint \frac{\partial T}{\partial n} dl$, S —площадь сечения цилиндра, n —внешняя нормаль, $\left(-k \frac{\partial T}{\partial n}\right)$ —температурный поток через поверхность цилиндра в данной точке. Источник теплового потока представим как плоский диск с равномерным по площади выделением тепла,



расположенный в нормальном сечении и перемещаемый вдоль оси x по закону $x = x(t)$. После подстановки $\xi = x - x(t)$ из (1) получим

$$\frac{\partial F(\xi, t)}{\partial t} = k \frac{\partial^2 F(\xi, t)}{\partial \xi^2} + v(t) \frac{\partial F}{\partial \xi} - q_1(\xi, t), \quad (2)$$

где

$$v(t) = x'(t), \quad F(\xi, t) = \theta(\xi + x(t), t), \quad q_1(\xi, t) = q(\xi + x(t), t).$$

Граничные и начальные условия

$$F(0, t) = \theta_0(t), \quad \frac{\partial F(0, t)}{\partial \xi} = -\alpha(t), \quad F(\xi, 0) = F_0(\xi). \quad (3)$$

Для интегрирования (3) необходимо сделать некоторые предположения относительно θ_0 , α и q . Если возмущения реагирующих в реак-

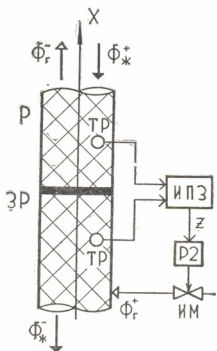


Рис. 1. Контур регулирования материального баланса. ЗР — зона реакции, ИМ — исполнительный механизм, П — насадочный реактор, ТР — терморезисторы, $\Phi_{ж}^+$, $\Phi_{г}^+$ — потоки жидкости и газа, поступающие в реактор, $\Phi_{ж}^-$, $\Phi_{г}^-$ — потоки, выходящие из реактора

торе потоков незначительны и условия отвода тепла из реактора стационарны, то с достаточной точностью можно считать, что $\theta_0(t) = \theta_0$, $\alpha(t) = \alpha$. Вид $q(\xi, t)$ зависит от условий охлаждения реактора. При $q(\xi, t) = q$ и $v(t) = v$ из (2) и (3) находим стационарное распределение температур

$$F(\xi) = \frac{q}{v} \xi - \frac{k(q + \alpha v)}{v^2} \left(1 - \exp \left\{ -\frac{v}{k} \right\} \right) + \theta_0. \quad (4)$$

Коэффициенты θ_0 , α , q и k определяют следующим образом. Сначала экспериментально измеряют значения $F_i = F(\xi_i)$, $i = 1, 2, 3$ при $v = 0$ и из (4) находят α , θ_0 и q/k . Затем, измерив $F(\xi)$ при $v = \text{const}$ для $\xi = \xi_4$, при известных α , θ_0 и q/k из (4) находят v/k и k , после чего нетрудно найти (стандартным методом операционного исчисления) решение и при любых $v(t)$, которое мы, ввиду громоздкости, здесь не приводим.

Если удельный тепловой поток во внешнюю среду через оболочку реактора изменяется линейно в зависимости от перепада температур,

то $q_1(\xi, t) = \beta F(\xi, t)$. Граничные и начальные условия $F(0, t) = \theta_{01}(t)$, $F(\infty, t) = 0$, $F(\xi, 0) = F_0(\xi)$. Решение снова строится операционным методом.

Параметры θ_{01} , β и k определяют аналогично предыдущему случаю: θ_{01} и β/k — по распределению температур при $v(t) = 0$, а k — при $v(t) = v$. Поскольку значение параметров определяется только для участков, расположенных над и под зоной реакции, распределение температур получается, вообще говоря, несимметричным, что соответствует реальной картине процесса (при прохождении зоны реакции резко изменяются физико-химические свойства жидкости, текущей по реактору, в том числе повышается ее температура).

Введение модели теплопередачи в модель замкнутого контура регулирования баланса потоков осуществляют следующим образом. При $v(t) = 0$ и $v(t) = v$ экспериментально устанавливают зависимости сигнала z на выходе ИПЗ от положения зоны реакции $f_1(x)$ и от сопротивления терморезисторов $f_{2i}(R)$, $i = 1, 2$. Используя паспортные данные $R = f_3(F)$, находят $F(\xi) = f_3^{-1}(f_2^{-1}(f_1(\xi)))$, а затем и коэффициенты уравнений. Далее уравнения теплопередачи интегрируют отдельно для каждого терморезистора при произвольной зависимости $v(t)$. Моменты скачкообразного изменения $v(t)$ определяют с помощью алгоритма работы регулятора. В частности, при ступенчатом возмущении с амплитудой l потока жидкости, поступающей в реактор, скорость $v(t) = \frac{l}{\Omega}$, где Ω — удерживающая способность насадки реактора. По уравнению теплопередачи находят зависимость $\theta(x_i, t) = F\left(x_i - x_0 - \frac{lt}{\Omega}, t\right)$, где x_i — положение i -го терморезистора x_0 — начальное положение зоны реакции. По значениям $\theta(x_i, t)$ определяют $z(t)$, а затем момент пересечения уровня z_1 , после чего скорость изменяется скачкообразно на величину $\gamma Q/\Omega$, где Q — компенсирующее управляющее воздействие, γ — постоянный коэффициент. Далее уравнение интегрируют снова при постоянном значении $v(t)$ и так до следующего скачка.

Результаты исследования динамики теплопередачи позволяют определить условие устойчивой работы замкнутого контура регулирования, а также наиболее рациональное расположение терморезисторов в реакторе.

Академия наук Грузинской ССР
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

Тбилисский государственный университет
Ленинградский политехнический
институт
им. М. И. Калинина



ბ. მუსხელიშვილი, ნ. პოლიევკტოვი-ნიკოლაძე, გ. ჩერკესოვი

მატერიალური ნაკადის ბალანსის მარეგულირებელ კონტურში
რეაქციის ზონის მდგომარეობის გამზომის დინამიკური
მახასიათებლების გათვალისწინებისათვის

რ ე ზ ი ე მ ე

მიღებულია უწყვეტად მოქმედ ქიმიურ წყობურიან რეაქტორში ეგზო-თერმული ზონის გამზომის დინამიკური მოდელი, რომელიც შედის მატერიალური ნაკადების ბალანსის მარეგულირებელ ჩაკეტილი კონტურის მოდელში. მიღებული მოდელი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს რეგულირების კონტურის მდგრადობის პირობები და შეირჩეს ადგილი გამზომის თერმორეზისტორების რეაქტორში რაციონალური განლაგებისათვის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

G. N. MUSKHELISHVILI, N. M. POLIEVKTOV-NIKOLADZE, G. N. CHERKESOV
ON THE CONSIDERATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS
OF THE GAUGE OF THE STATE OF REACTION ZONE OF THE
CIRCUIT REGULATION OF THE BALANCE OF MATERIAL FLOWS

Summary

The paper presents a dynamic model of the gauge of state of zone of exothermic reaction in a packing chemical reactor of continuous operation involved in the model of the closed circuit of regulating the balance of material flows. The model enables to determine the conditions of stable work of the regulation circuit and choose the rational arrangement of the gauge of thermoresistors in the reactor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Мухелишвили. Элементы, устройства и системы автоматического управления процессами концентрирования стабильных изотопов в насадочных колоннах. Тбилиси, 1977.
2. Г. Н. Мухелишвили, Г. Н. Черкесов. Сообщения АН ГССР, 80, № 3, 1975.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ, Р. В. КАКУБАВА

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭВМ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ И
ДОСТОВЕРНОСТИ АППАРАТУРЫ КОНТРОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Лоладзе 8.9.1977)

В работе [1] рассмотрен вопрос определения вероятностной характеристики производительности контролируемой восстанавливаемой ЭВМ с учетом надежности как самой ЭВМ, так и надежности и достоверности системы контроля. В данной работе рассматриваются аналогичные вопросы при двух вариантах исполнения системы непрерывного аппаратного контроля ЭВМ: первый — с определенной достоверностью обнаруживаются одиночные отказы, но порождаемые ими ошибки не обесценивают ранее проделанной работы; второй — системой контроля обнаруживаются двойные и корректируются одиночные ошибки, но при этом после восстановления ЭВМ продолжается решение с пересчетом определенной части программы.

Пусть в обоих вариантах время решения задачи является случайной величиной с безгранично-делимым распределением $\Psi(t)$; количество этапов составляет n ; время решения каждого этапа является независимой одинаково распределенной случайной величиной с функцией распределения вероятности (ф. р. в.) $F(t)$, причем время решения этапа включает: собственное время решения этапа с ф. р. в. $F_1(t)$ и время, необходимое для образования этапа с ф. р. в. $F_2(t)$, т. е. $F(t) = F_1(t) * F_2(t)$ и $\Psi(t) = F_1^{(n)}(t)$ (здесь $*$ символ свертки); для первого варианта $G(t)$ и $V(t)$ — ф. р. в. времени восстановления и периодического контроля в конце каждого этапа соответственно; для второго варианта ф. р. в. $V(t)$ времени контроля включает в случае необходимости и время восстановления; поток отказов ЭВМ распределен по закону Пуассона с интенсивностью λ , включающей интенсивность отказов контрольной аппаратуры λ_k ; вероятность обнаружения отказов аппаратурой непрерывного контроля составляет R ; отказ аппаратуры контроля по своим последствиям эквивалентен отказу основной аппаратуры ЭВМ.

Очевидно, что интенсивность обнаруживаемых отказов составляет $\alpha = \lambda_k + R(\lambda - \lambda_k)$, а необнаруживаемых $\beta = (1 - R)(\lambda - \lambda_k)$. Имеет место равенство $\alpha + \beta = \lambda$.

При наличии необнаруживаемых аппаратурным контролем отказов ЭВМ продолжает вычисление до тех пор, пока не возникает обнаруживаемый отказ или не наступает момент периодического контроля.

Введем $\Phi_j(t)$ — ф. р. в. времени решения задачи за время, меньшее t при условии, что решение задачи начнется с j -го этапа при исправной ЭВМ; преобразования Лапласа—Стилтьеса вышеупомянутых ф. р. в. будут



$$\varphi_j(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \Phi_j(t) dt, \quad g(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dG(t), \quad v(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dV(t),$$

$$f_i(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dF_i(t), \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

$$f(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dF(t), \quad \psi(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} d\Psi(t), \quad \phi(s) = f_1^n(s), \quad f(s) = f_1(s) \cdot f_2(s).$$

Обозначим: $G_*^{(k)}(x)$ и $F_*^{(k)}(x)$ — k -кратные свертки $G(x)$ $F(x)$ соответственно; $\tau_k = -v'(0)$, $\tau_n = -g'(0)$, $\tau_3 = -f_2'(0)$ — средние значения времен периодического контроля и восстановления ЭВМ и образования этапов соответственно; $T = -\psi'(0) = -nf'(0)$ — среднее время решения задачи в условиях отсутствия ошибок.

И вариант. В этом варианте для наших целей безразлично, в какой момент ЭВМ решает задачу, а в какой исправляет обнаруженную ошибку (так как нас интересует в целом реальное время решения всей задачи), поэтому на основе обычных вероятностных рассуждений для определения ф. р. в. времени решения задачи на ЭВМ составляем следующую систему интегральных уравнений:

$$\Phi_j(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \int_0^t \frac{(\alpha x)^k}{k!} e^{-\lambda x} dF(x) \int_0^{t-x} dG_*^{(k)}(y) \int_0^{t-x-y} dV(z) \Phi_{j+1}(t-x-y-z) +$$

$$+ \sum_{k=0}^{\infty} \int_0^t \frac{(\alpha x)^k}{k!} e^{-\alpha x} (1 - e^{-\beta x}) dF(x) \int_0^{t-x} dG_*^{(k)}(y) \int_0^{t-x-y} dV(z) \Phi_j(t-x-y-z),$$

$$j = \overline{1, n}, \quad \Phi_{n+1}(t) = 1, \quad (2)$$

где первый член — вероятность следующих совместных событий: решение j -го этапа закончится за время x ($dF(x)$), за это время будет k обнаруживаемых отказов ($(\alpha x)^k \exp(-\alpha x)/k!$), необнаруживаемых отказов не будет ($\exp(-\beta x)$), ЭВМ будет восстановлена k раз и на это потребуется время y ($dG_*^{(k)}(y)$), в конце этапа будет проведен периодический контроль, на что потребуется время z ($dV(z)$), а решение задачи закончится за время, меньшее $t-x-y-z$, начиная с $j+1$ -го этапа ($\Phi_{j+1}(t-x-y-z)$); второй член отличается от первого члена тем, что за время x (окончания решения j -го этапа) будет хотя бы один необнаруженный отказ ($1 - \exp(-\beta x)$), который обнаружится в процессе периодического контроля (одновременно произойдет и восстановление ЭВМ), после чего решение задачи продолжится с пересчетом искаженного j -го этапа. В этом варианте необнаруживаемые отказы, в отличие от второго варианта, обнаруживаются только в процессе периодического контроля.

Применив к (2) преобразование Лапласа—Стилтьеса, получим $\varphi_1(s) = v^n(s) f^n [s + \lambda - \alpha g(s)] / \{ [1 - v(s)] f [s + \alpha(1 - g(s))] + v(s) f [s + \lambda - \alpha g(s)] \}^n \cdot s. \quad (3)$

С учетом $T_1 = -|\varphi_1(s)|'_{s=0}$, где T_1 — среднее время решения задачи, из (3) будем иметь

$$T_1 = [n\tau_h + (n\tau_э + T)(1 + \alpha\tau_в)] / f(\beta). \quad (4)$$

II вариант. Ф. р. в. времени решения задачи на ЭВМ в данном случае определяется из решения следующей системы интегральных уравнений:

$$\begin{aligned} \Phi_j(t) = & \int_0^t dF_*^{(n-i+1)}(x) e^{-\lambda x} (1 + \alpha x) V(t-x) + \int_0^t dF_*^{(n-i+1)}(x) e^{-\alpha x} (1 + \alpha x) \times \\ & \times (1 - e^{-\beta x}) \int_0^{t-x} dV(y) \Phi_j(t-x-y) + \sum_{i=0}^{n-j} \int_0^t \alpha(\alpha x) e^{-\alpha x} (1 - e^{-\beta x}) \times \\ & \times [F_*^{(i)}(x) - F_*^{(i+1)}(x)] dx \int_0^{t-x} dV(y) \Phi_j(t-x-y) + \sum_{i=0}^{n-j} \int_0^t \alpha(\alpha x) e^{-\lambda x} \times \\ & \times [F_*^{(i)}(x) - F_*^{(i+1)}(x)] dx \int_0^{t-x} dV(y) \Phi_{j+i}(t-x-y), \quad j = \overline{1, n}, \quad \Phi_{n+1}(t) = 1, \end{aligned} \quad (5)$$

где первый член — вероятность того, что решение оставшихся $n-j+1$ этапов закончится за время x ($dF_*^{(n-i+1)}(x)$), за это время не будет ни обнаруживаемых, ни необнаруживаемых отказов ($\exp(-\lambda x)$) или будет один обнаруживаемый отказ ($\alpha x \exp(-\alpha x)$), но необнаруживаемых отказов не будет ($\exp(-\beta x)$) и время контроля будет меньше, чем $t-x$ ($V(t-x)$); второй член отличается от первого тем, что за время x возникнет хотя бы один необнаруживаемый отказ ($1 - \exp(-\beta x)$), который будет обнаружен в конце решения задачи в процессе периодического контроля и восстановления, на что потребуется время y ($dV(y)$), после чего решение продолжится с пересчетом j -го искаженного этапа ($\Phi_j(t-x-y)$); третий член — вероятность того, что в момент x возникнет второй обнаруживаемый отказ ($\alpha(\alpha x) \exp(-\alpha x) dx$), после чего ЭВМ передастся на ремонт, но за это время возник хотя бы один необнаруживаемый отказ ($1 - \exp(-\beta x)$) и было выполнено i этапов ($F_*^{(i)}(x) - F_*^{(i+1)}(x)$); время восстановления составит y ($dG(y)$), после чего решение начнется с j -го этапа (обесценится вся выполненная работа с j -го этапа) и закончится за время, меньшее $t-x-y$ ($\Phi_j(t-x-y)$); четвертый член отличается от третьего тем, что за время x не появятся необнаруживаемые отказы и после восстановления ЭВМ, решение задачи начнется с $j+i$ -го этапа, т. е. выполненное количество этапов — i не обесценится.

Применив преобразование Лапласа—Стилтьеса к (5), получим

$$a_j \varphi_j(s) + \sum_{i=1}^{n-j} b_i \varphi_{j+i}(s) = c_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad \varphi_{n+1}(s) = 1/s,$$

где

$$\alpha_j = 1 - g(s) \left\{ \left[\frac{f(p_0) - f^{n-j+1}(p_0)}{p_0} + \frac{f^{n-j+1}(p)}{p} \right] + [f^{n-j+1}(p) - f^{n-j+1}(p_0)] - \right. \\ \left. - \alpha(n-j+1)f^{n-j}(p)f'(p) + \alpha(n-j+1)f^{n-j}(p_0)f'(p_0) + \alpha^2/p^2 \right\};$$

$$b_i = \alpha^2 g(s) [(f^i(p_0) - f^{i+1}(p_0))/p_0]'; \quad c_j = g(s) [f^{n-j+1}(p_0) - \alpha(n-j+1)f^{n-j}(p_0)f'(p_0)]; \\ p_0 = s + \lambda; \quad p = s + \alpha. \quad (6)$$

Аналогично первому варианту с учетом $T_j = -|s\varphi_j(s)|'_{s=0}$ переходим из (6) к средним значениям времени решения задачи, если ее решение начнется с j -го этапа. В результате этих преобразований будем иметь

$$d_j T_j + \sum_{i=1}^{n-j} e_i T_{j+i} = m_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (7)$$

где

$$\{\alpha^2 [f(\lambda) - \lambda f'(\lambda)] / \lambda^2\} - \{\alpha\beta(n-j+1)f^{n-j}(\lambda)f'(\lambda) / \lambda\} = d_j;$$

$$e_i = -\alpha^2 f^{i-1}(\lambda) [-\lambda i f'(\lambda) + \lambda(i+1)f(\lambda)f'(\lambda) + f(\lambda) - f^2(\lambda)];$$

$$m_j = \tau_k + \frac{2}{\alpha} (1 - f^{n-j+1}(\alpha)) + (n-j+1)f^{n-j}(\alpha)f'(\alpha).$$

В результате решения системы (7) находим интересующее нас значение T_1 при каждом конкретном значении количества этапов n .
НПО «ЭЛВА»

(Поступило 9.9.1977)

ავტომატური მართვა და ბამოთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე, რ. კაკუბავა

მზმ-ის წარმადობა მისი კონტროლის აპარატურის იმედინაობის და სარწმუნოდ მუშაობის გათვალისწინებით

რეზიუმე

მიღებულია მზმ-ის წარმადობის ანალიზური გამოსახულება საკონტროლო აპარატურის იმედინაობისა და სარწმუნოდ მუშაობის გათვალისწინებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE, R. V. KAKUBAVA

PRODUCTIVITY OF A COMPUTER WITH ACCOUNT OF ITS RELIABILITY AND AUTHENTICITY OF CONTROL EQUIPMENT

Summary

An analytical expression of the productivity of a computer with account of its reliability and authenticity is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Микадзе, Р. В. Какубава. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1977.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. В. МДЗИНАРИШВИЛИ

ОЦЕНКА АПОСТЕРИОРНОЙ ПЛОТНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПУТЕМ СИНТЕЗА ФИЛЬТРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 14.9.1977)

Для подхода к управлению нелинейными стохастическими системами [1], основанного на использовании апостериорной плотности, необходимо иметь метод, позволяющий получить решение уравнения апостериорной плотности в текущем времени. В данной работе предлагается оценить условную плотность путем фильтрации. Излагаемый ниже подход основан на рассмотрении уравнения апостериорной плотности как линейного стохастического дифференциального уравнения с распределенными параметрами и шумом, зависящим от плотности

$$\frac{\partial}{\partial t} P(x, t) = A_x P(x, t) + P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t), \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Delta \\ P(x, t_0) &= P(x, t_0/y) = P_0(x), \quad x \in D, \\ P(x, t) &= 0, \quad x \in \partial D. \end{aligned}$$

В уравнении (1) приняты следующие обозначения:

$$\begin{aligned} A_x(\cdot) &= L_x(\cdot) + C(x, t), \\ C(x, t) &= \|g(x, t) - Eg(x, t)\|_{M(t)}^2, \\ L_x(\cdot) &= - \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T [f(x, t) \cdot] + \frac{1}{2} \operatorname{tr} \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T Q(x, t) Q^T(x, t) \cdot \right], \\ \Gamma(x, t) &= [g(x, t) - Eg(x, t)]^T M^{-1}(t), \end{aligned}$$

$\zeta(t)$ — белый гауссов шум с нулевым математическим ожиданием и с корреляционной матрицей $M(t)$.

В качестве области D взято пространство $L_1^n(-\infty, \infty) = L_1(-\infty, \infty) \times \dots \times L_1(-\infty, \infty)$ с границами $\partial D = \pm \infty$. Причем $P(D, t) = \{P(x, t); x \in D\}$ — векторная функция плотности, а $P_0(x)$ — нормально распределенная случайная величина с нулевым математическим ожиданием, некоррелированная с $\zeta(t)$ и имеющая корреляционную матрицу $E[P_0(x) P_0^T(x)] = R_0(x, x_1)$. Член $P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t)$ в уравнении (1) рассматривается как эквивалентный распределенный по пространству гауссовый процесс с нулевым математическим ожиданием и корреляционной матрицей

$$\begin{aligned} B(x, x_1, t) \delta(t - \tau) &= E \{ [P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t)] [P(x_1, \tau) \Gamma(x_1, \tau) \zeta(\tau)]^T \} = \\ &= \operatorname{tr} [R(x, x_1) \Gamma(x, t) M(t) \Gamma^T(x_1, \tau)] \delta(t - \tau). \end{aligned}$$



Функция плотности $P(x, t)$, удовлетворяющая уравнению (1), является случайной величиной, которая, обычно, наблюдается (измеряется) на фоне аддитивно наложенной гауссовой марковской распределенной помехи $v(x, t)$. В результате каналу наблюдения ставится в соответствие уравнение

$$S(x, t) = H(x, t) P(x, t) + v(x, t), \quad (2)$$

$H(x, t)$ —заданная матричная функция.

Формирующий помеху $v(x, t)$ фильтр описывается стохастическим дифференциальным уравнением с распределенными параметрами

$$\frac{\partial v(x, t)}{\partial t} = a_x v(x, t) + b(x, t) \mu(x, t), \quad (3)$$

$$v(x, t_0) = v_0(x), \quad x \in D,$$

$$\alpha_x(x, t) = 0, \quad x \in \partial D,$$

где $b(x, t)$ —известная матричная функция, a_x и α_x —пространственные операторы, $v_0(x)$ —гауссовая случайная величина с нулевым математическим ожиданием, независящим от $P_0(x)$, и имеющая корреляционную матрицу $E[v_0(x) v_0^T(x_1)] = \Psi(x, x_1)$; $\mu(x, t)$ —распределенный по пространству гауссовый случайный процесс с нулевым математическим ожиданием и корреляционной функцией

$$E[\mu(x, t) \mu^T(x_1, \tau)] = W(x, x_1, t) \delta(t - \tau), \quad x, x_1 \in D.$$

Взаимная корреляционная функция процессов $P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t)$ и $\mu(x, t)$ равна

$$E[P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t) \mu^T(x_1, \tau)] = V(x, x_1, \tau) \delta(t - \tau), \quad x, x_1 \in D.$$

Задача оценки плотности $P(x, t)$ ставится так. По записи наблюдаемого процесса $S(x, t)$, $x \in D$ на временном интервале $\tau \in [t_0, t]$ требуется определить фильтр, на вход которого поступают данные $S(x, t)$, а выходом которого является оптимальная оценка $\widehat{P}(x, t)$ функции плотности вероятности $P(x, t)$. Термин «оптимальная» понимается в том смысле, что вся информация, содержащаяся в данных наблюдений вплоть до последнего момента времени, полностью используется для получения оценки состояния $P(x, t)$. Поскольку плотность вероятности условной функции плотности $P(x, t)$, которая в данном случае гауссова и полностью определяется своим математическим ожиданием $\widehat{P}(x, t)$ и корреляционной матрицей $R(D, D, t)$, содержит в себе всю информацию, находящуюся в наблюдениях $S(x, \tau)$, то эти два условных момента действительно являются достаточными статистиками в указанном выше смысле.

В дальнейшем для получения уравнений фильтра используется теорема обучения, устанавливающая взаимосвязь между математическими ожиданиями и корреляционными функциями двух коррелированных гауссовых распределенных по пространству случайных величин.

На основе использования уравнений (1)—(3), применения теоремы обучения, а также преобразований, связанных с получением условного среднего и условной корреляционной матрицы в дискретной временной области и последующего перехода к непрерывному времени, приходим к уравнениям фильтра

$$\frac{\partial}{\partial t} \widehat{P}(x, t) = A_x \widehat{P}(x, t) + \int_D \int_D \Phi(x, x', t) W^*(x', x'', t) S^*(x'', t) dD' dD'', \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} R(x, x_1, t) &= A_x R(x, x_1, t) + R(x, x_1, t) A_{x_1}^T + P(x, t) \Gamma(x, t) \times \\ &\times M(t) P^T(x, t) \Gamma^T(x, t) - \int_D \int_D \Phi(x, x', t) W^*(x', x'', t) \Phi^T(x'', x_1, t) dD' dD''. \end{aligned} \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) описывают работу фильтра, позволяющего получить оценку $\widehat{P}(x, t)$ апостериорной плотности. Эти уравнения должны решаться со следующими граничными условиями:

$$\widehat{P}(x, t) = 0, \quad R(x, x_1, t) = 0; \quad x \in \partial D, \quad x_1 \in D$$

и начальными условиями

$$\widehat{P}(x, t)|_{t=t_0} = \int_D \int_D R_0(x, x') H^T(x', t_0) \Lambda^+(x', x'', t_0) S(x, t_0) dD' dD'',$$

$$\begin{aligned} R(x, x_1, t)|_{t=t_0} &= R_0(x, x_1) - \int_D \int_D R_0(x, x') H^T(x', t_0) \Lambda^+(x', x'', t_0) \times \\ &\times H(x'', t_0) R_0(x'', x_1) dD' dD'', \end{aligned}$$

где

$$S^*(x, t_0) = \frac{\partial}{\partial t} S(x, t) - a_x S(x, t) - H^*(x, t) \widehat{P}(x, t),$$

$$\Phi(x, x', t) = R(x, x', t) H^{*T}(x', t) + P(x, t) \Gamma(x, t) V^*(x, x', t),$$

$$H^*(x, t) = \frac{\partial}{\partial t} H(x, t) + H(x, t) A_x - a_x H(x, t),$$

$$E[\mu^*(x, t) \mu^{*T}(x, \tau)] = W^*(x, x_1, t) \delta(t - \tau),$$

$$\mu^*(x, t) = H(x, t) P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t) + b(x, t) \mu(x, t),$$

$$E[P(x, t) \Gamma(x, t) \zeta(t) \mu^{*T}(x_1, \tau)] = V^*(x, x_1, \tau) \delta(t - \tau),$$

$$\Lambda(x', x'', t_0) = H(x', t_0) R_0(x', x'') H^T(x'', t_0) + \Psi(x', x'').$$

Матричные функции $W^*(x, x_1, t)$ и $\Lambda(x', x'', t_0)$ должны быть положительно определены. Уравнение (4) задает структуру фильтра, а уравнение (5) позволяет вычислить условную корреляционную матрицу апостериорной плотности.

НИИ автоматизации
производственных процессов
в промышленности

3. მძინარიშვილი

არაწრფივი სტოქასტიკური სისტემების პირობითი ალბათობის
 შეფასება ფილტრის სინთეზის საშუალებით

რ ე ზ ი უ მ ე

პირობითი ალბათობის შეფასებისათვის გეგმარდება ფილტრი, რომელსაც შეესაბამება ორი განტოლება. პირველი მათგანი განსაზღვრავს ფილტრის სტრუქტურას, მეორე კი შეფასებული პირობითი ალბათობის კორელაციურ მატრიცას.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. V. MDZINARISHVILI

ESTIMATION OF THE APOSTERIORI DENSITY OF NONLINEAR
 STOCHASTIC SYSTEMS UNDER FILTER SYNTHESIS

S u m m a r y

An a posteriori density equation is considered to be a linear stochastic differential equation with distributed parameters and noise, dependent on density. In order to estimate the a posteriori density satisfying this equation, a filter to which two equations correspond is designed, one prescribing the structure of the filter and the other the correlation matrix of a posteriori density estimation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. B. Мдзинარიшვილი. Сообщения АИ ГССР, 87, № 2, 1977.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Г. Л. ДАЛАКИШВИЛИ, Ш. Д. КАКИЧАШВИЛИ, З. Н. ЦИЛОСАНИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ УСАДКИ БЕТОНА МЕТОДОМ
ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 24.7.1977)

Одним из главных факторов, определяющих долговечность железобетона, является его трещиностойкость. Последняя в сильной степени зависит от склонности цементного камня к усадочным деформациям. В связи с этим очевидна значимость исследований динамики развития деформаций усадки цементного камня и бетона. В частности, вызывают большой интерес структурные напряжения, возникающие в бетоне в результате несогласованности деформаций цементного камня и зерен заполнителя [1—4].

Исследование этих напряжений связано со значительными трудностями из-за сложного строения бетона — композиционного материала, в цементно-песочной матрице которого с той или иной плотностью упаковки и нерегулярностью расположения вкраплены зерна крупного заполнителя различного очертания и размеров. Точное математическое описание напряженного состояния такого тела практически не представляется возможным, и приходится прибегать к анализу сильно упрощенных моделей, по которым можно лишь весьма приближенно судить о величинах, развивающихся в бетоне структурных напряжений.

Чаще прибегают поэтому к исследованиям физических моделей. В качестве последних применяются комбинации оптически-чувствительных материалов и одного из компонентов бетона — цементного камня, цементно-песчаной матрицы или зерен заполнителя [4—7]. Однако нельзя не заметить, что при замене цементного камня или заполнителя модельными материалами не удается полностью воспроизвести характер взаимодействия между его структурными элементами. Это в первую очередь касается моделирования характера адгезии (хотя такие попытки делались [6]), а также характера массообмена между структурными элементами.

Устранить этот недостаток позволяет метод голографической интерферометрии, применение которого не связано с необходимостью использования оптически-чувствительных материалов [8, 9]. Голографическая интерферометрия обладает несомненными преимуществами и перед часто применяемыми методами замера деформации при помощи электрических датчиков сопротивления.

В настоящее время при исследовании бетона голографическая интерферометрия пока не нашла широкого применения. Имеется лишь несколько работ, иллюстрирующих возможности голографии при изучении напряженно-деформированного состояния бетона [10—11]. При этом в указанных работах исследовались процессы, протекающие за сравнительно короткое время, исчисляемое минутами. Попытки применения метода голографической интерферометрии для исследования длительно протекающих процессов деформирования бетона (усадки,

ползучести) нам не известны. Очевидно, они не ставились в связи с экспериментальными трудностями, заключающимися в обеспечении условий, исключающих появление помех от внешних воздействий за достаточно длительные промежутки времени.

Специальное помещение и массивный стол для лазерной установки позволили провести серию съемок качественных интерферограмм на протяжении более 25 часов. Исследовались деформации усадки цементного камня в раннем возрасте, а также деформации, возникающие в зрелом цементном камне при его попеременном насыщении водой и высушивании.

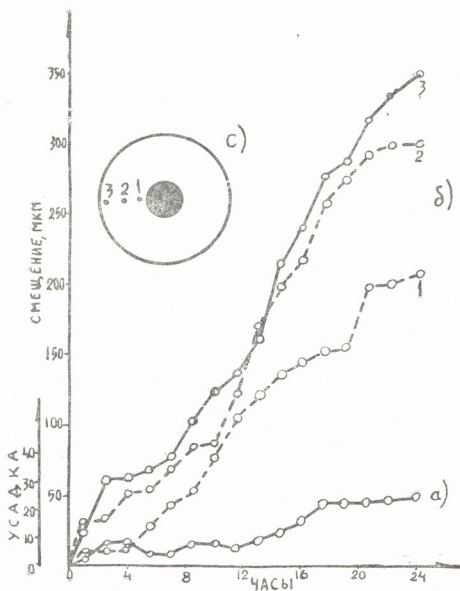


Рис. 1. а — Кривая усадки (сближения точек 1 и 3) цементного камня. Возраст камня в момент первой экспозиции — 10 часов. Расстояние между точками 1 и 3 — 13,5 см. б — Кривые смещения точек 1, 2 и 3 в направлении нормали к поверхности образца; с — схема образца

Образцы имели форму диска диаметром 150 и толщиной 10 мм. До заливки в форму (в металлическое кольцо) цементного теста в ней укладывалось зерно заполнителя (цилиндр из мелкозернистого гранита диаметром 20 мм). Первая голограмма снималась после 10-часового нахождения образца во влажной среде. Во время съемки образец находился в металлическом кольце и испарение влаги происходило с его боковых поверхностей.

Голограммы снимались одноименным гелий-неоновым лазером $\lambda = 6328 \text{ \AA}$ мощностью 20 мВт по двухлучевой схеме на голографических фотопластинках ВР-Л двойной экспозицией. Интервалы между экспозициями устанавливались предварительными съемками и в среднем составляли 1 час. Время экспозиции было 5 мин. Голограммы отбеливались [12].

По полученным интерферограммам определялись смещения, происходящие в цементном камне в результате его усадки как в плоскости образца, так и по направлению нормали к ней. Деформация усадки определялась как разность величин смещений в указанных точках.

На рис. 1 приведены кривые усадки в плоскости образца из цементного камня раннего возраста и кривые смещения в направлении ее нормали.

Следует отметить, что величина смещений в направлении нормали к плоскости образца оказалась в 5 раз больше, чем в плоскости образца. Такой результат может показаться неправдоподобным, так как протяженность участка, на котором накапливалась деформация в плоскости образца, во много раз больше, чем по направлению нормали (по ее толщине). Объяснение этого, очевидно, следует искать в следующем.

В раннем возрасте цементный камень обладал значительной текучестью и для его деформирования достаточно было возникновения незначительных капиллярных сил, вызывающих усадку — сокращение объема цементного камня при испарении влаги [13]. Но так как в плоскости образца развитие деформации было стеснено из-за сцепления цементного камня с зерном заполнителя и механическим кольцом, деформирование в основном происходило по направлению к нормали.

Отмеченное показывает, насколько сильным может быть влияние адгезии между структурными элементами бетона на развитие деформации усадки цементного камня раннего возраста, и игнорирование ее роли, часто наблюдаемое при модельных исследованиях деформаций усадки бетона, может привести к искаженным результатам.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило 29.7.1977)

მასალათა ტექნოლოგია

ბ. დალაძიშვილი, ზ. ყაყიჩაშვილი, ზ. წილოსანი

ბეტონის უშკლავის დეფორმაციის უმსაველას ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის მეთოდით

რეზიუმე

მოდელზე იმ სტრუქტურულ ძაბვათა კვლევისას, რომლებიც წარმოიქმნება ბეტონში მისი უმდგენების დეფორმაციათა შეუთანხმებლობის შედეგად, ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის მეთოდს უპირატესობა გააჩნია: არაა აუცილებელი ვიშუაით სამოდლო (მაგ. ოპტიკურკრძნობიერ) მასალაზე, რომლებიც ცემენტის ქვასა და შემვსების მარცვლებს შორის აღჭეზიისა და მასის ცვლის ხასიათის აღწარმოების საშუალებას არ იძლევიან.



თუ რა დიდ როლს თამაშობენ უკანასკნელნი, ჩანს ახალგაზრდა ცემენტის ქვის შეკლებით გამოწვეული დეფორმაციის ექსპერიმენტული მონაცემებიდან, რომლებიც ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის მეთოდითაა მიღებული.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

G. L. DALAKISHVILI, Sh. D. KAKICHASHVILI, Z. N. TSILOSANI

INVESTIGATION OF CONCRETE SHRINKAGE DEFORMATION BY HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY

Summary

It is shown that the holographic interferometry method is preferable in model investigations of structural stresses induced in concrete as a result of the lack of coordination in deformations of its components: it removes the necessity of working with model (e. g. optically sensitive) materials not reproducing the character of adhesion and mass exchange between cement stone and concrete aggregate grains.

The importance of the latter is demonstrated by the data—obtained by the holographic interferometry method—on the deformation resulting from the shrinkage of cement stone in the initial period of its hardening.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Десов. Сб. «Структура, прочность и деформации бетонов». М., 1966.
2. Т. С. Thomas. Hsu. J. of the Amer. Congr. Inst, March, 1963.
3. З. Н. Циლოსани, А. В. Сакварелидзе. Труды VI Междунар. конгр. химии цемента, т. II, кн. I, М., 1976.
4. Состав, структура и свойства цементных бетонов. Под ред. Г. И. Герцакова. М., 1976.
5. И. Н. Чернышев, А. Е. Десов. Бетон и железобетон, № 12, 1969.
6. И. Н. Ахвредов, А. Е. Смольский, В. В. Скочеляс. Моделирование напряженного состояния бетона и железобетона. Минск, 1973.
7. А. П. Попов, Л. П. Орендлихер, И. П. Новиков. Бетон и железобетон, № 5, 1972.
8. Р. Кольер, К. Беркхарт, Л. Лин. Оптическая голография. М., 1973.
9. К. А. Stetson, R. L. Powell. J. OSA 55, 1694. 1965.
10. Ю. М. Баженов, Е. М. Любимов. Бетон и железобетон, № 8, 1972.
11. И. А. Паньшин, В. Н. Частной. Труды МИИТ, вып. 406, 1972.
12. Ш. Д. Какичаშვილი, Р. Н. Ахобадзе. Оптико-механическая промышленность, № 9, 1970.
13. З. Н. Циლოსани. Усадка и ползучесть бетона. Тбилиси, 1963.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. М. ГЕДЕВАНИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
Г. С. САНАДИРАДЗЕ

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩЕЙ
ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕГУЛЯРНОГО РИТМА ППД

На хронически-спинальных лягушках, а также крысах и кроликах показана возможность возникновения в периферических нервах и мышцах при их рефлекторном возбуждении продленных потенциалов действия (ППД) — двухфазных негативно-позитивных волн длительностью до 18 мс и высказана гипотеза их происхождения [1—4]. При ритмическом электрическом раздражении кожи (50—70 гц) эти волны плавно переходят одна в другую («регулярный ритм ППД») при том условии, что очередная волна возникает в конце нисходящей ветви позитивной фазы предшествующего ППД⁽¹⁾. Волны же, возникающие на восходящей ветви позитивной фазы, имеют «перегиб», конфигурация их неправильная. Однако при длительном ритмическом раздражении эти волны постепенно могут приобретать гладкий вид благодаря укорочению латентного периода и увеличению длительности негативных фаз [5])⁽²⁾. В связи с вышесказанным естественно возникает вопрос — нельзя ли предсказать ту частоту ритмического раздражения, которая обеспечила бы плавный переход каждой волны в последующую, используя с этой целью те или иные параметры ППД, которые в разных опытах могут быть различными.

Графический анализ ППД, полученных в разных опытах, позволил выявить прямую зависимость длительности нисходящей ветви позитивной фазы ППД от длительности его негативной фазы⁽³⁾: длительность негативной фазы ППД (n) больше длительности нисходящей ветви позитивной фазы приблизительно в 2 раза, а значит, длительность нисходящей ветви позитивной фазы равна $1/2n$ (рис. 1). Поскольку ППД, возникший при ритмическом раздражении от очередного стимула, имеет свою позитивную фазу с длительностью нисходящей ветви, также равной $1/2n$, общая длительность очередного ППД (и всех последующих) равна $2n$:

$$1n + 1/2n + 1/2n = 2n, \quad (1)$$

т. е. она в 2 раза больше негативной фазы первого, исходного ППД (рис. 2).

Оказалось, что на этом основании, базируясь на длительности негативной фазы первого, исходного ППД, возможно заранее определить

⁽¹⁾ Не касаясь пока природы «позитивной» фазы ППД, к позитивным относим колебания биопотенциалов ниже изолинии.

⁽²⁾ Описание методики для вызова и регистрации ППД см. в [1—5].

⁽³⁾ Длительность измеряли во время отражения слайда на экран, при десятикратном увеличении.



ту частоту ритмического раздражения, которая обеспечит плавный переход одной волны в другую, а именно

$$f = \frac{1000}{2n}, \quad (2)$$

где f — необходимая частота ритмического раздражения; n — длительность негативной фазы исходного ППД в мс.

На рис. 3 длительность негативной фазы первого, исходного ППД равна 7 мс. Следовательно, согласно формуле (2), образование продленных гладких волн и их ритмическое течение в данном случае могла обеспечить частота 71 в секунду, которая и была применена:

$$f = \frac{1000}{2n} = \frac{1000}{14} = 71. \quad (3)$$

Было дано пять стимулов в этом ритме. В результате имело место постепенное увеличение в 2 раза (в сравнении с первым, исходным ППД) длительности последующих ППД; волны были гладкой конфигурации и плавно переходили одна в другую. Иное видим на рис. 4. Здесь

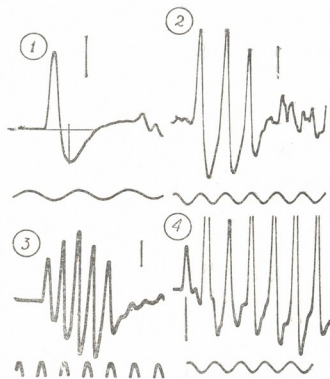


Рис. 1—4. Время — 20 мс, калибровка — 100 мкв

также длительность негативной фазы первого, исходного ППД равна 7 мс. Однако вместо необходимой частоты раздражения — 71 гц было нарочито применено раздражение 50 гц. В результате очередные ППД возникали во время восходящей ветви позитивной фазы предшествующих ППД и вследствие этого имели «перегиб» в начале волны⁽¹⁾.

При прогнозировании необходимой частоты раздражения, обеспечивающей получение регулярного ритма ППД, следует принимать во внимание не только длительность негативной фазы ППД, но и латентный период его возникновения. Графический анализ позволил выявить значение и этого фактора, а именно, ритмически текущие ППД

(¹) Четыре вышеприведенных рисунка взяты из работ [4, 5].

с плавным переходом одной волны в другую можно получить лишь при следующем условии:

$$\frac{l - 1/2n}{2n} \leq 1, \quad (4)$$

где l — длительность латентного периода исходного ППД в мс; n — длительность негативной фазы исходного ППД в мс.

На рис. 5, 6 графически воспроизведены два крайних случая различной длительности латентных периодов исходного ППД, которые при ритмическом раздражении могут обеспечить возникновение гладких волн с плавным переходом каждой очередной волны в последующую: случай наибольшего латентного периода (20 мс), когда, согласно формуле (4), имеем 1, и случай наименьшего латентного периода (6 мс), когда эта величина < 1 ⁽¹⁾:

$$\frac{20 - 4}{16} = 1, \quad \frac{6 - 4}{16} = 1/8. \quad (5)$$

В обоих случаях и, понятно, при всех промежуточных величинах латентного периода очередная волна при ритмическом раздражении будет возникать точно в конце нисходящей ветви пози-

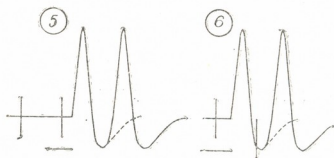


Рис. 5—6. Вертикальной черточкой отмечены моменты нанесения стимулов, горизонтальная линия под графиком — 10 мс

тивной фазы предшествующего ППД. При всех же других величинах латентного периода очередные волны в приведенном случае будут возникать в другие моменты позитивных фаз предшествующих ППД, что исключает возможность образования гладких волн и их ритмического течения⁽²⁾.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 7.7.1977)

⁽¹⁾ Наименьший латентный период равен 6 мс, ни в одном опыте не был отмечен более короткий скрытый период.

⁽²⁾ Относительно возможности образования при длительном ритмическом раздражении гладких волн из волн неправильной конфигурации, возникших вследствие неправильно подобранной частоты раздражения, см. в [5].



დ. ბედვანიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი), გ. სანადირაძე

ელექტრული გაღიზიანების სიხშირის პროგნოზირების
 შესაძლებლობის შესახებ, რომელიც უზრუნველყოფს ბმპ-ს
 რეგულარული რიტმის წარმოშობას

რეზიუმე

რიტმული ელექტრული გაღიზიანების სიხშირის პროგნოზირება, რომელიც უზრუნველყოფს ორფაზიანი ნეგატიურ-პოზიტიური ტალღების მდოვრე მიმდინარეობას, ხერხდება ფორმულის მიხედვით, რომელიც ემყარება აღნიშ-

ნული ტალღების გრაფიკულ ანალიზს $f = \frac{1000}{2n}$, სადაც f საჭირო სიხშირეა, ხოლო n — ტალღის ნეგატიური ფაზის ხანგრძლივობა მილისეკუნდებში. სათანადო სიხშირის პროგნოზირება მართებულია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ $\frac{l-1/2n}{2n} \leq 1$, სადაც l ბმპ-ს ლატენტური პერიოდია, ხოლო n — მისი ნეგატიური ფაზის ხანგრძლივობა მილისეკუნდებში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. M. GEDEVANISHVILI, G. S. SANADIRADZE

ON THE POSSIBILITY OF PREDICTING THE STIMULATION FREQUENCY CAUSING THE APPEARANCE OF THE EAP REGULAR RHYTHM

Summary

Prediction of the frequency of rhythmic stimulation ensuring smooth travelling of biphasic negative-positive waves (reflexly evoked extended action potentials-EAP) is possible according to the formula based on the graphical analysis of the mentioned waves: $f = \frac{1000}{2n}$, where f is the required frequency, n is the duration of the wave negative phase in msec. However, prediction of the frequency is valid only under the condition if $\frac{(l-1/2n)}{2n} \leq 1$, where l is the latent period of EAP, n is the duration of its negative phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Гедевани. Бюлл. экп. биол. и мед., 2, 1936.
2. Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Вепхвадзе, Г. С. Санадирадзе. Тез. науч. сообщ. XII съезда Всесоюз. физиол. о-ва, 2, Л., 1975.
3. Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Вепхвадзе, Г. С. Санадирадзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.
4. Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Вепхвадзе, Г. С. Санадирадзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977.
5. Д. М. Гедеванишвили, Г. Л. Вепхвадзе, Г. С. Санадирадзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.

В. П. УЛАРДЖИШВИЛИ, Р. К. МИНДАДЗЕ, А. И. СЕЙДЕР,
Е. Н. ДАТУНАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ о-ДИФЕНОЛОКСИДАЗЫ ЯБЛОК

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 2.9.1977)

о-Дифенолоксидаза (о-дифенол:О₂-оксидоредуктаза КФ:1.10.3.1) играет важную роль при созревании плодов [1]. Согласно многочисленным исследованиям, фермент локализован главным образом в клеточных структурах плода, и для перевода его в растворимое состояние в настоящее время широко применяются нейтральные буферные растворы, детергенты и адсорбенты полифенолов [2—3]. Электрофоретические исследования и гельфильтрация белка, обладающего о-дифенолоксидазной активностью, показали, что фермент представлен по крайней мере тремя изоферментами [1—4]. Существует, однако, мнение, что это различные агрегативные состояния одного и того же фермента [5]. Недавно сообщалось, что взаимодействие пирокатехина с мономером фермента носит аллостерический характер, а с димером описывается классической кривой Михаэлиса—Мэнтена [5]. Обнаруживаются также два оптимума рН: более низкий (5,1; 5,5) характерен для о-дифенолоксидазы хлоропластов, более высокий (7,1; 9,5) — для фермента, выделенного из митохондрий [3, 6].

Задача исследований состояла в уточнении оптимальных условий перевода высокоактивного фермента плодов яблок в растворимое состояние, максимальной его очистке от эндогенных субстратов и частично от балластных белков, в изучении некоторых свойств и активности о-дифенолоксидазы в зрелых яблоках.

Объектом исследований служили четыре сорта яблок: Боровинка (летний сорт), Пармен зимний золотой (осенний сорт), Ренет шампанский и Ренет Семиренко (осенне-зимние сорта).

Выделение о-дифенолоксидазы и ее электрофоретическое исследование проводились как описано ранее [7—8], а активность определялась полярографическим методом [9].

Изучением субстратной специфичности о-дифенолоксидазы яблок установлено, что фермент всех четырех сортов лучше всего окисляет о-дифенолы в следующей последовательности: хлорогеновая кислота > пирокатехин > кофейная кислота > ДОПА. Из фенольных веществ с рядовым расположением ОН-групп хорошо окисляется пирогаллол и не окисляется галловая кислота.

Оптимум рН действия для осенне-зимних сортов в стадии технической зрелости примерно одинаков, максимальная активность проявляется при рН 3,8—4,0 с небольшим плечом при рН 6,8—7,2. Фермент, выделенный из сорта Пармен зимний золотой, проявляет оптимум при рН 5,0, небольшая активность обнаруживается и при рН 7,0. Исключение составляет фермент сорта Боровинка, оптимум действия которого проявляется при рН 6,5 (рис. 1).



Зависимость скорости окисления пирокатехнина от его концентрации для сорта Ренет Семиренко выражается классической кривой Михаэлиса—Мэнтена. Константа Михаэлиса, вычисленная по методу двойных обратных величин, равна $1,7 \times 10^{-3}$ М (рис. 2,а). Для сортов Пармен зимний золотой и Ренет шампанский наблюдается некоторое отклонение от гиперболической формы, но коэффициент Хилла приближается к единице ($n=0,9$), что свидетельствует об отсутствии аллостерического эффекта (рис. 2,б).

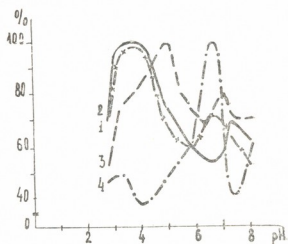


Рис. 1. Влияние pH на активность о-дифенолоксидазы плодов: — Ренет шампанский, —х—х— Ренет Семиренко, — — — Пармен зимний золотой, — · — · Боровинка

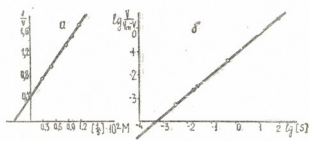


Рис. 2. Зависимость активности о-дифенолоксидазы от концентрации пирокатехнина: а — сорт Ренет Семиренко, б — сорт Пармен зимний золотой

Электрофоретические исследования показали, что в основном для всех сортов о-дифенолоксидаза представлена быстро и медленно движущимися изоферментами. Следует отметить, что в выделенном ферментном растворе после двухдневного хранения в холодильнике активность быстро движущихся изоферментов значительно уменьшается, доходя иногда для сорта Боровинка до нуля. Активность медленно движущихся изоферментов, наоборот, увеличивается. Возможно, происходит превращение одних изоферментов в другие.

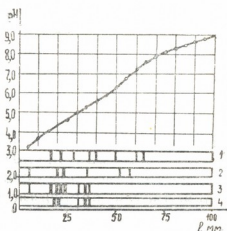


Рис. 3. Изоэлектрофокусирование изоферментов о-дифенолоксидазы яблок: 1 — Ренет Шампанский, 2 — Ренет Семиренко, 3 — Пармен зимний золотой, 4 — Боровинка

Изоэлектрические точки основных изоферментов всех изученных сортов находятся в слабокислой зоне pH (рис. 3). Имеются и некоторые различия: если зимние сорта, наряду со слабокислыми изоферментами, содержат изоферменты с изоэлектрическими точками в нейтральной и слабощелочной зоне pH, то фермент в летних и осенних сор-

тах яблок представлен фракциями, изоэлектрические точки которых расположены в кислой зоне рН (до 5,0).

Определение молекулярных масс ферментного белка двух сортов яблок Ренет шампанский и Ренет Семиренко методом гельфильтрации на сефадексе Г-100 показало, что в случае сорта Ренет шампанский часть белка, обладающего о-дифенолоксидазной активностью, выходит в свободном объеме, а часть — в области 80 000—100 000. Фермент сорта Ренет Семиренко элюируется сплошным пиком в области 50 000—80 000. Значительно лучшие результаты были получены при определении молекулярных масс методом электрофореза в различных концентрациях полиакриламидного геля (рис. 4).

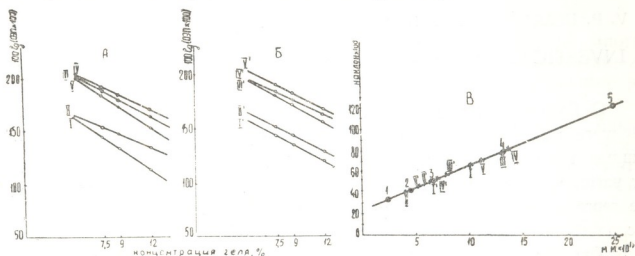


Рис. 4. Определение молекулярных масс изоферментов о-дифенолоксидазы яблок: А—Ренет шампанский, Б—Ренет Семиренко. А, Б. — графическое выражение зависимости подвижности изоферментов яблок Ренет шампанский (А) и Ренет Семиренко (Б) от концентрации полиакриламидного геля (наклон), В — калибровочная кривая, построенная в координатах: ось абсцисс — величина молекулярной массы, ось ординат — угол наклона прямой зависимости концентрации полиакриламидного геля от величин подвижности белка; 1 — трипсин, 2 — яичный альбумин, 3 — бычий альбумин-мономер, 4 — бычий альбумин-димер, 5 — каталаза; I, II, III, IV, V — изоферменты о-дифенолоксидазы Ренет шампанский, I', II', III', IV', V' — изоферменты о-дифенолоксидазы Ренет Семиренко

В этом случае препарат из сорта Ренет Семиренко удалось четко разделить на изоферменты (№ 1 и 4), обладающие почти одинаковой молекулярной массой (64—66 тыс.) в силу больших различий в их заряде.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт виноделия и
виноградарства «Магарач»
Ялта

(Поступило 2.9.1977)

აივობიბი

3. შლარჯიშვილი, რ. მინდაძე, ა. სეიფერი, მ. მათუშაშვილი

ვაშლები ო-დიფენოლქსიდაზას თვისებების გამოკვლევა

რეზიუმე

ოთხი ჯიშის ვაშლიდან გამოყოფილია ო-დიფენოლქსიდაზა, შესწავლილია მისი ზოგიერთი თვისება. ნაჩვენებია, რომ გამოყოფილი ფერმენტი საზაფხულო ვაშლიდან (ბორჯინკა) ხასიათდება ოპტიმუმით pH 7,0; ხოლო სა-

ზამთრო ჯიშები ხასიათდებიან ოპტიმუმით pH 4—5. მოლეკულური ფორმები და იზოფერმენტები წარმოდგენილია მოლეკულური მასით 40 000—140 000 ფარგლებში, მათი იზოელექტრული წერტილები განლაგებულია pH-ის სუსტი მკაეის არეში. მიხეაღისის კონსტანტა რენეტ სემირენკოსთვის უღრის 1,7.10⁻³ მოლ. (სუბსტრატი — პიროკატეხინი), ხოლო დანარჩენი შესწავლილი ჯიშებისთვის ჰილის კოეფიციენტი ერთს უახლოვდება ($n_H=0,9$), რაც მოწმობს ალოსტერული ეფექტის უქონლობას.

BIOCHEMISTRY

V. P. ULARJISHVILI, R. K. MINDADZE, A. I. SEIDER, E. N. DATUNASHVILI

INVESTIGATION OF APPLE O-DIPHENOLOXIDASE PROPERTIES

Summary

O-diphenoloxidase was isolated from four apple varieties and its properties were studied. It is shown that the enzyme separated from the Borovinka summer apple variety is characterized by the pH optimum of 6.5, while winter varieties have the optimum at pH 4.5. Molecular forms and isoenzymes are represented by molecular mass of about 40.000-140.000 and their isoelectric points are located in the low acid pH zone.

The Michaelis constant for the Rainette Semirenko variety is equal to 1.7×10^{-3} M. And for the remaining varieties investigated the Hill coefficient approximates one unit ($N_H=0.9$), pointing to the absence of allosteric effect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Harel, A. M. Mayer. *Phytochemistry* 7, 199, 1968.
2. Г. Б. Самородова-Бианки, В. И. Базарова. *Физиол. раст.*, 13, 1971, 1031.
3. E. Harel, A. M. Mayer, J. Shain. *Phytochemistry* 4, 183, 1965.
4. S. M. Constantinides, C. H. Bedford. *J. Food Sci.* 32, 446, 1967.
5. Г. Б. Самородова-Бианки, С. А. Стрельцина, М. Н. Запрометов. *Биохимия*, 42, 1977, 443.
6. А. Н. Нижарадзе, М. Н. Деменюк, Е. Г. Салькова. *Сб. «Иммунитет и покой растений»*. М., 1972, 299.
7. М. А. Бокучава, Е. Н. Датунашвили, Г. А. Соболева, Р. К. Миндадзе. *Прикладная биохимия и микробиология*, 10, 1974, 275.
8. Р. К. Миндадзе, Е. Н. Датунашвили, Г. А. Соболева, М. А. Бокучава. *Сообщения АН ГССР*, 79, № 2, 1975, 465.
9. Г. А. Бузун, К. М. Джемухадзе, Л. Ф. Милешко. *Биохимия*, 35, 1970, 5.



Н. И. СКОБЕЛЕВА, И. А. ЕГОРОВ, Т. А. ПЕТРОВА,
М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР)

АРОМАТИЗАЦИЯ ЧАЯ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Вопросы ароматизации чая давно привлекали внимание многих исследователей. В таких странах, как Китай, Япония, Индокитай, издавна широко использовались для этой цели цветы различных растений.

Одним из первых исследователей ароматизации черного байхового чая в СССР был В. Е. Воронцов, который в качестве ароматизаторов использовал цветы различных растений и эфирные масла из этих цветов. Он считал, что подбор ароматизаторов должен, в конечном счете, определяться близостью их аромата к аромату чая, а следовательно, и к составу чайного эфирного масла [1].

В последние годы вопрос ароматизации чая приобретает особую актуальность в связи с расширяющимся во всем мире производством растворимого чая, который является мало ароматным.

Растворимый чай является новым, весьма перспективным видом чая. Объясняется это удобством потребления и его высоким тонизирующим действием. Однако основным недостатком растворимого чая является отсутствие аромата, который теряется в процессе производства.

Еще в 1946 г. у нас в стране были предприняты работы по растворимому чаю и его ароматизации цветами ряда растений и эфирными маслами из этих цветов, а также из корок цитрусовых [2, 3].

В последние годы за рубежом появился ряд работ, в которых предлагаются способы ароматизации растворимого чая, предусматривающие улавливание, очистку и возвращение эфирных масел чая готовому продукту [4—7]. Однако эти способы не позволяют выработать ароматный продукт, так как в процессе получения и очистки эфирные масла меняют аромат, обуславливающий аромат натурального чая.

В связи с этим улучшение аромата растворимого чая является очень важной задачей на современном этапе развития производства. Этот вопрос не теряет своей актуальности и для улучшения аромата и вкуса черного байхового чая.

Настоящая работа посвящена изысканию ароматизаторов растительного происхождения, позволяющих улучшить аромат и вкус чая. При этом нами был избран принципиально новый подход к ароматизации чая. Если ранее исследователи стремились к улучшению аромата чая, то мы ставили себе целью улучшение также вкуса и биологической ценности.

Для этой цели были использованы мажариновые и лимонные корки, листья черной смородины, а также аскорбиновая кислота. Сочетание этих компонентов не только улучшает вкус и аромат чая, но и повышает его биологическую ценность.



В наших опытах мандариновые и лимонные корки предварительно сушились при комнатной температуре до влажности 8—10%, а листья черной смородины — 4—7%.

Таблица 1

Химический состав растительных добавок, используемых для ароматизации чая

Добавки	Танин	Экстрактивность	Кофеин	Аминокислоты в пересчете на глутаминовую к-ту	Терпеновые соединения в пересчете на гераниол	Аскорбиновая к-та
Высушенные лимонные корки	3,42	41,02	0	0,43	62,5	24,1
Высушенные мандариновые корки	1,25	45,66	0	0,31	17,60	21,6
Высушенные листья черной смородины	6,36	35,45	0	0,86	31,6	12,6

В табл. 1 представлены данные химического анализа высушенных мандариновых, лимонных корок и листьев черной смородины.

Таблица 2

Химический состав ароматизированного растворимого чая

Продукты	Танин	Экстрактивность	Кофеин	Аминокислоты в пересчете на глутаминовую к-ту	Терпеновые соединения в пересчете на гераниол	Аскорбиновая к-та
Исходное чайное сырье, из которого получен растворимый чай	10,57	34,0	2,86	2,03	8,83	9,0
Растворимый чай (контроль)	26,9	100	3,75	3,46	4,43	45,0
Растворимый чай, ароматизированный мандариновыми корками	24,6	100	3,65	3,75	7,83	55,0
Растворимый чай, ароматизированный листьями черной смородины	29,4	100	3,64	3,64	9,33	47,0

Примечание: химические показатели в табл. 2 приведены для черного чая в пересчете на общий сухой вес — разварка+экстракт, в случае растворимого чая пересчет сделан на сухой вес экстракта.

Данные табл. 1 показывают, что применяемые нами добавки богаты терпеновыми соединениями, имеющими важное значение для аромата чая, экстрактивными веществами, аскорбиновой кислотой (витамин С). Интересно отметить, что терпеновые соединения применяемых добавок и чая близки по своему составу.



Добавки в измельченном виде вводились в процессе производства растворимого чая, а также в обычный чай до расфасовки в пакетики разовой заварки в следующих количествах: лимонные и мандариновые корки — 20%, листья черной смородины — 3%. Аскорбиновая кислота добавлялась из расчета 20—50 мг на пакетик разовой заварки (2 г) в случае применения лимонных корок. Сырьем для производства растворимого чая служил готовый чай II сорта, а разовой заварки — чай I сорта. Данные химического анализа растворимого чая с добавками представлены в табл. 2, а чая разовой заварки с добавками — в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав ароматизированного черного байхового чая

Продукты	Танин	Экстрак- тивность	Кофеин	Аминокисло- ты в пере- счете на глутамино- вую к-ту	Терпеновые соединения в пересчете на гераниол	Аскорби- новая к-та
Грузинский черный чай I сорта	9,28	32,6	2,61	1,18	6,5	13,5
Грузинский черный чай I сорта + 20% лимонных корок + 1% аскорбиновой к-ты	9,28	41,2	2,59	1,24	28,9	41,0
Грузинский черный чай I сорта + 20% мандариновых корок	9,28	43,7	2,60	1,20	11,5	17,25
Грузинский черный чай I сорта + 3% листьев черной смородины	10,52	34,38	2,61	1,20	18,50	15,75

Данные табл. 2 и 3 показывают, что введение добавок как в процессе производства растворимого чая, так и в черный байховый чай позволяет улучшить химический состав готового продукта путем увеличения содержания терпеновых соединений, витамина С, экстрактивных веществ, танина. Одновременно улучшается биологическая ценность продукта.

Полученные образцы были опробованы на Московской чаеразвсочной фабрике и было отмечено улучшение вкуса и аромата чая.

Таким образом, можно заключить, что применяемые нами растительные добавки позволяют значительно повысить качество и биологическую ценность черного байхового и растворимого чая. Добавление аскорбиновой кислоты обогащает готовый продукт и улучшает его витаминную ценность. Сочетание аскорбиновой кислоты с витамином Р чая способствует лучшему использованию организмом аскорбиновой кислоты и повышает сопротивляемость к инфекционным заболеваниям.

Работа по данному вопросу продолжается.

Академия наук СССР

Институт биохимии

им. А. Н. Баха

(Поступило 2.9.1977)

5. სკობელევა, ი. ეგოროვი, ტ. პეტროვა, მ. ბოკუჩავა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის
წევრ-კორესპონდენტი)

ჩაის არომატიზაცია ხარისხისა და ბიოლოგიური ღირსების
გაუმჯობესების მიზნით

რეზიუმე

გამოკვლეულია მცენარეული წარმოშობის არომატიზატორები, რომლებიც
აუმჯობესებენ შავი ბაიხისა და ხსნადი ჩაის არომატს და გემოს, ამაღლებენ მათ
კვებით და ბიოლოგიურ ღირსებას.

BIOCHEMISTRY

N. I. SKOBELEVA, I. A. EGOROV, T. A. PETROVA, M. A. BOKUCHAVA
AROMATIZATION OF TEA WITH A VIEW TO IMPROVING ITS
QUALITY AND BIOLOGICAL VALUE

Summary

A study of scenters of plant origin has demonstrated that these com-
pounds can improve the aroma and taste of black tea and instant tea and
raise their nutritive and biological quality.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Е. Воронцов. Ароматизация чая. Тбилиси, 1939.
2. А. И. Опарин. Биохимия чайного производства, сб. 5, 1946, 153.
3. М. А. Бокучава, К. М. Джемухадзе. Там же, стр. 143.
4. G. W. Sanderson. Патент США, кл. 99—77, № 3222182, 1960.
5. H. G. Furlong. Патент Англии, № 805269 от 3.12.1958.
6. Von Ike Clayton. Патент США, кл. 99—71, № 3224880, 1965.
7. G. W. Sanderson. World Coffee and Tea, 1972, 54.

Д. Ш. УГРЕХЕЛИДЗЕ, Д. И. ЧРИКИШВИЛИ, Т. И. МИТАИШВИЛИ

ГИДРОКСИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА В РАСТЕНИЯХ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 22.7.1977)

В настоящее время установлено, что бензол в растениях окисляется с расщеплением ядра и с образованием муконовой кислоты; последняя в результате β -окисления превращается в фумаровую кислоту и таким путем углеродный скелет бензола включается в общий метаболизм клетки [1, 2].

Однако первичная стадия окисления бензола в растениях все еще недостаточно изучена. Предполагается, что первичным этапом окисления бензола в растениях является гидроксилирование. В пользу этой гипотезы свидетельствует тот факт, что бензол в гомогенатах растительных тканей и в системах растительных суммарных ферментных препаратов гидроксилируется в фенол [3]. Следует отметить, что в микроорганизмах образование фенола считается сомнительным, так как нет доказательств его образования в качестве промежуточного продукта при микробиологическом окислении бензола [4, 5].

Настоящая работа посвящена выяснению возможности образования фенола при детоксикации бензола в растениях.

Опыты проводили с 10-дневными проростками кукурузы, гороха и тыквы, выращенными в стерильных условиях на питательной среде Кюпа. Растения подкармливали водным раствором меченого бензола через корни. Концентрация раствора бензола — 0,01 мол/л, радиоактивность — 0,1 мКи/л, продолжительность инкубации с бензолом — 72 часа, температура — 22—25°C.

Биоматериал гомогенизировали в жидком азоте и делили на две части. В одну часть пропускали водяной пар. Затем дистиллят подкисляли соляной кислотой, насыщали хлористым натрием и трехкратно экстрагировали эфиром. Эфирный раствор концентрировали в вакууме и подвергали анализу с целью идентификации меченого фенола. Ко второй части биоматериала добавляли нерадиоактивный фенол, перегоняли с водяным паром и к дистилляту добавляли бромную воду с целью идентификации меченого трибромфенола. Выпавший осадок перекристаллизовывали из водно-спиртовой смеси, затем растворяли в 5%-ном водном растворе сульфата и осаждали концентрированной соляной кислотой. Полученный белый порошок многократно промывали дистиллированной холодной водой.

В другом варианте опытов биоматериал фиксировали 80%-ным этанолом. Смесь низкомолекулярных веществ (растворимая в 80% спирте реакция) методом бумажной хроматографии разделяли на три основные фракции — органических кислот, аминокислот и сахаров. Полученные фракции анализировали радиоавтографическим методом. Фракцию биополимеров подвергали гель-электрофорезу, затем после предварительного кислотного гидролиза анализировали методом бумажной хроматографии с последующей радиоавтографией.



Радиоактивность измеряли на сцинтилляционном счетчике SL-30 с эффективностью 90%. ИК-спектры снимали на спектрофотометре UR-10, УФ-спектры — на регистрирующем спектрофотометре Spegord *in vis*. Молекулярные веса определяли эбулиоскопическим методом с применением высокочувствительных термисторов.

Известно, что основным путем детоксикации многоатомных фенолов в высших растениях является их гликозилирование. Рядом авторов показано, что чужеродные фенолы в высших растениях быстро превращаются в производные моно-β-глюкопиранозиды [6—8].

Исходя из вышесказанного, мы предполагали, что если при превращении бензола образуется фенол, то он должен существовать в растительной клетке в виде гликозида. С целью выделения и идентификации искомого гликозида было синтезировано аутентичное вещество фенол-β-гликозид по известной методике [8].

Было установлено, что в процессе хроматографирования на бумаге данный гликозид мигрирует в состав фракций органических кислот. Хроматографический анализ фракций органических кислот и дальнейшее радиоавтографическое изучение этих радиоавтограмм показали, что в состав этих фракций, кроме меченых органических кислот, входят и неидентифицированные вещества, которые не дают качественных реакций на свободную карбоксильную группу (табл. 1). Указан-

Таблица 1

Включение углерода 1—6 C¹⁴-бензола в органические кислоты (усвоение бензола через корни). Экспозиция—72 часа, t=25°, концентрация—0.01 моль/л

Растение	Радиоактивность фракций органических кислот, тыс. имп/мин на 1 г сырого веса	Радиоактивность кислот, % от общей радиоактивности фракции органических кислот
Кукуруза		
Корни	78,4	Муконовая 32,5, фумаровая 28,0 гликолевая 8,8, янтарная 19,5, х 11,2
Листья	30,5	Муконовая 22,6 фумаровая 20,0 янтарная 11,5, яблочная 13,3, х 22,6
Горох		
Корни	56,6	Янтарная 31,5, муконовая 20,5 фумаровая 10,7, х 37,5
Листья	18,0	Янтарная 30,0, малоновая 22,0 гликолевая 31,5, х 16,5

х — неидентифицированные вещества

ные неидентифицированные вещества после кислотного гидролиза не образуют фенол.

Неидентифицированные меченые вещества содержались также в составе фракций аминокислот (табл. 2). Согласно анализу этих веществ, они также не являются гликозидами фенола. Следовательно, можно заключить, что в условиях наших опытов не происходит образования фенолгликозида. В связи с этим следует отметить, что в литературе до настоящего времени не известен факт гликозилирования экзогенных одноатомных фенолов и все существующие данные относятся к многоатомным фенолам [6]. Так как поиски фенолгликозида

оказались безуспешными, то решено было выяснить, не присутствует ли продукт гидроксילирования бензола—фенол в исследуемых растениях в свободном виде.

Таблица 2

Включение углерода 1—6 C^{14} -бензола в аминокислоты кукурузы (усвоение бензола через корни). Экспозиция— 72 часа, $t=25^\circ$, концентрация—0,01 моль/л

Часть растения	Радиоактивность фракции аминокислот, 10^3 имп/мин на 1 г сырого веса	Радиоактивность аминокислот, % от общей радиоактивности фракции аминокислот
Корни	60,2	Фенилаланин 58,0, тирозин 12,5, лейцин 12,5, валин 8,0, х 9,0
Листья	40,0	Фенилаланин 43,5, лейцин 12,5, триптофан 15,6, тирозин 9,3, х 19,1

х — неидентифицированные вещества

С этой целью инкубированные с меченым бензолом растения измельчали в жидком азоте и в порошок пропускали водяной пар. Использованием высокоэффективных методов выделения и очистки нам удалось из дистиллята препаративно выделить и идентифицировать фенол. Идентификация фенола включала радиоавтографию, хроматографический анализ (метод смешанной пробы), проведение качественных реакций (реакции Миллона, Либермана, диазосочетания, формилирования). Полученное вещество в 2% растворе метанола в воде имеет характерные для фенола максимумы поглощения в ультрафиолетовой области $\lambda=210,5$ и 270 нм. С бромной водой то же вещество дает меченый трибромфенол; последний после перекристаллизации из водно-спиртовой смеси образует белые кристаллы с $T_{пл} 95^\circ$, что соответствует литературным данным. Молекулярный вес полученного трибромфенола, определенный эбулиоскопическим методом в бензоле, составляет 333,6 (вычислено 330,8). Спектр поглощения в инфракрасной области идентичен спектру аутентичного трибромфенола.

Исследование белковой фракции показало, что лишь часть образующегося фенола находится в свободном виде, другая же часть связана с белками. Электрофоретическим изучением белковой фракции выявлено, что связь фенола с белками довольно прочная и не обусловлена лишь адсорбционными силами. При кислотном гидролизе белковых фракций в гидролизатах обнаруживается свободный радиоактивный фенол. Следует отметить, что белковые аминокислоты гидролизата нерадиоактивны.

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что первичным этапом превращения бензола в растениях является его гидроксילирование с образованием фенола, который, в отличие от многоатомных фенолов, не гликозилируется.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 28.7.1977)

დ. შპრახელიძე, დ. პრიკიშვილი, თ. მითაიშვილი

ბენზოლის ჰიდროქსილირება მცენარეებში

რეზიუმე

1—6¹⁴-ბენზოლთან ინკუბირებული სტერილურად გაზრდილი ერთწლიანი მცენარეებიდან პრეპარატულად გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია ბენზოლის ჟანგვის პირველადი პროდუქტი — ფენოლი.

ბენზოლის გარდაქმნის პროდუქტებში ფენილგლიკოზიდი არ აღმოჩნდა, რაც მიუთითებს ბენზოლის დეტოქსიკაციის პროცესში გლიკოზილირების რეაქციის უმნიშვნელოვანეს როლზე.

BIOCHEMISTRY

D. Sh. UGREKHELIDZE, D. I. CHRIKISHVILI, T. I. MITAISHVILI

BENZENE HYDROXYLATION IN PLANTS

Summary

Phenol—primary product of benzene oxidation—has been isolated and identified from one-year plants grown sterily and incubated with 1-6 C¹⁴-benzene.

Phenylglycoside was not present among the products of benzene conversion, pointing to the insignificant role of glycosylation reaction in the process of benzene detoxication.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе, Д. Ш. Угрехелидзе, А. Н. Джикия. Физиология и биохимия культурных растений, 6, № 3, 1974, 271.
2. С. В. Дурмишидзе, Д. Ш. Угрехелидзе, А. Н. Джикия. Прикладная биохимия и микробиология, 10, № 3, 1974, 472.
3. С. В. Дурмишидзе, Д. Ш. Угрехелидзе, А. Н. Джикия, Д. Ш. Цевелидзе. ДАН СССР, 184, № 2, 1969, 466.
4. D. T. Gibson. Science, 161, 1093 (1968).
5. D. T. Gibson, J. R. Koch, R. E. Kallio. Biochemistry 7, №7, 1968, 2653.
6. J. B. Pridham. Phytochemistry 3, № 4, 1964, 494—497.
7. J. B. Pridham, M. J. Saltmarsh. Biochem J. 87, 1963, 218.
8. V. C. Runeckles, Woolrich. Phytochemistry 2, № 1, 1963.
9. Методы химии углеводов. М., 1967, 179.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

М. Д. ЧАДУНЕЛИ, Д. А. МЕНАБДЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ЛАТЕНТНЫХ ВИРУСОВ ЯБЛОНИ В ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Качавели 1.9.1977)

Латентные вирусы являются наиболее распространенными вирусами яблони. Впервые они были описаны в США в 1946—1959 гг. [1—3], в настоящее время обнаруживаются повсеместно [4, 5]. В Советском Союзе встречаются во многих республиках страны [6—9].

Цель данной работы — выявление и установление состава латентных вирусов яблони (ЛВЯ) в условиях Грузии и отбор исходных здоровых растений для получения безвирусного посадочного материала.

Для изучения вопроса нами в 1975 г. были заложены опыты по проверке на ЛВЯ 45 маточных деревьев девяти сортов яблони. Образцы проверяемых сортов были взяты в основном из Бебнисского государственного питомнического хозяйства, часть — из Киднисского. Для проверки отбиралось по пяти деревьев каждого сорта. Отобранные деревья были внешне здоровыми. Опыты по индексации проводились в Тбилисском государственном питомническом хозяйстве методом двойной окулировки [10] с применением стандартных древесных индикаторов *M. platycarpa*, R—12740/7A, V. scab и Spy—227. Каждый образец исследовался на четырех индикаторах в 8-кратной повторности. Учеты проводились весной и осенью 1976—1977 гг.

В результате проведенных исследований на маточных деревьях яблони выявлены латентные вирусы хлоротической пятнистости листьев (CLSV), отмирания Spy—227 (Spy decline), ямчатости (stem pitting) и бороздчатости (stem grooving) древесины. Они встречались преимущественно комплексно. Индексация на древесных индикаторах показала, что сорта яблони были заражены латентными вирусами на 60%. Наиболее распространенным из ЛВЯ оказался вирус хлоротической пятнистости листьев. Он был обнаружен в 27 образцах из 45 (60%). Выделенные нами изоляты вируса на *M. platycarpa* вызвали типичные симптомы поражения листьев: ленточный узор, кольца и бледно-зеленые или желтоватые пятна. Симптомы проявлялись с первого года после заражения, более четко наблюдались весной и осенью. На Spy-227 выявились симптомы крапчатости, ленточного узора и кольцевой пятнистости листьев. На R-12740/7A наблюдалось отмирание глазков индикатора до их пробуждения. Вирус отмирания Spy-227 был обнаружен в 20 образцах из 45 (44,4%). На индикаторе Spy-227 симптомы проявились в первый год после заражения в виде скручивания листьев — эпинастии. На второй год наблюдались измельченность, хлоричность листьев, трещины на коре, сильное подавление роста и отмирание растений. Вирус ямчатости древесины был обнаружен в 14 образцах из 45 (31,1%). Симптомы проявились на V. scab в основном на второй год после заражения. При снятии коры на древесине от ме-



სტა პრивივკი და ვიშე ოტმეჩალის გლუბოკი ბოროზდო რაზლიჩნოი დლინი და იაკი, ა ნა კორე — სოოტვესტვუიოე იმ ვირუსი. სიმპტომი ბოროზდოტოტი ობიჩნო პრიაველიას ნა პრивоე, რედკო და ნა პოდვოე. ო ბოლშინსტვა რასენი ბოროზდოტოტი დრევესინი ნაბოლდალას ნა სტვოლახ, ინოგდა და ნა სკელეტნიხ ვეტვიახ. ვირუს ბოროზდოტოტი დრევესინი ბილ ობნარუჟენ ვა შესტი ობრაზცაჲ იზ 45 (13,3%). იზოლიატი ვირუსა ნა V. stab ვიკლავალი პოდაველიე როსტა, ვდუთია ვა მესტახ სოედინენია პრивоა ს პოდვოე, ნეკროზ ტკანეი ვა მესტახ სპაიკი და ბოროზდოტოტი დრევესინი, ობნარუჟივაემე პრი სიათიი კორე.

პროვერკა პოკაზალა, ცო ობრაზცო სორტო პარმენ ვიშნიი ვოლოთი, პენინ ლონდონსკიი და ბელფლორ ჯელთი ბილი პოლნოშტო ვარაჟენი კომპლექსო ლვია, ბანან ვიშნიი — ვირუსო ხლოროტიცესკოი პიათნიოსტი ლისტვე. იზ 45 პროვერენნიხ მატოჩნიხ დრევევ სვობოდნიი ოტ ლვია ოკაზალის 18 (40%), იზ ნიხ ცეტყე ობრაზცო სორტა გრუზინსკიი სინაპ, ტრი ობრაზცო რენეტ კანადსკიი და ოდინ ობრაზეც რენეტ შამპანსკიი. პოლნოშტო სვობოდნიი ოტ ლვია ბილი ვსე ობრაზცო გრუზინსკიი სორტო ჰეხურა და ივერია.

ოდნიმ იზ პუტეი ინტენსიფიკაციაი სადოვოდსტვა ნაშეი რესპუბლიკი ივლესტა ვაკლადკა ნოვიხ სადოვ ბეზვირუსნიმ პოსადოჩნიმ მატერიალომ. ვიკლენენი ნაში ბეზვირუსნი კლონი იაბლონი ბუდუტ ისპოლზოვანი პრი სოვდანიი ბეზვირუსნიხ მატოჩნიხ სადოვ.

ნაუჩნო-ისლედოვატელსკიი ინსტიტუტი
ვაშტი რასენი
მსხ გსსრ

(პოსტუპილო 13.10.1977)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ა. ჩადუნელი, დ. მენაბდე

ვაშლის ლატენტური ვირუსების შესწავლისათვის საქართველოში

რეზიუმე

1975—1977 წწ. ჩატარებული კვლევის შედეგად საქართველოს პირობებში ვაშლის ჯიშებზე გამოვლინებულია ოთხი ლატენტური ვირუსი: ფოთლის ქლოროზული ლაქიანობისა — (CLSV), Spy-277 — ხმობისა (Spy decline), მერქნის დაფოსოებისა — (stem pitting) და დაღარვის (stem grooving). ვაშლის 9 ჯიშის 45 სადედე ზიდან ლატენტური ვირუსებით დავადეებული აღმოჩნდა 27 (60%), მათგან ფოთლის ქლოროზული ლაქიანობით — 27 (60%), Spy-227 ხმობით — 20 (44,4%), მერქნის დაფოსოებით — 14 (31,1%), ხოლო მერქნის დაღარვით — 6 (13,3%). ლატენტური ვირუსები უმეტესად კომპლექსურად გვხვდება. გამოვლინებულია ვაშლის შემდეგ ჯიშებზე: ზამთრის ოქროს პარმენი, ლონდონის პეპინი, ყვითელი ბელფორი, ზამთრის ბანანი, შამპანური რენეტი, ქართული სინაპი, კანადური რენეტი. ქართული ჯიშების — კეხურას და ივერიას — ყველა შემოწმებული ნიმუში ვირუსებისაგან თავისუფალი აღმოჩნდა.

M. D. CHADUNELI, D. A. MENABDE

TOWARDS THE STUDY OF LATENT VIRUSES OF APPLE IN
GEORGIA

Summary

Under the conditions of Georgia 4 latent viruses were discovered on apple varieties: CLSV, Spy-227 decline, stem pitting and stem grooving. Of 45 apple plants of 9 varieties 27 (60%) were infected by latent viruses: CLSV 27 trees (60%), spy-227 decline 20 (44.4%), stem pitting 14 (31.1%) and by stem grooving 6 (13.3%). The viruses in question mostly occurred in complex.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. E. Gardner, P. C. Marth, J. R. Magness. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 48, 1946, 195-199.
2. W. W. Smith. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63, 1954, 101-113.
3. G. I. Mink, J. R. Shay. Pl. Dis. Repr. Suppl. 254, 1959. 13-17.
4. C. Marenaud, M. Lansac, G. Olivier, G. Llacer. Le Sélectionneur. Français. 6. Juin, 1969.
5. Д. Трифионов. Вирусни болести по овощните дървета. София, 1972.
6. T. Verderevskaya, T. Vivol. Ann. Phytopath. 3. N. H. S. 1971. 347-357.
7. М. А. Килевич. Труды ИСХА, вып. 69, 1972, 39-45.
8. Т. И. Зирка, П. Е. Бондаренко, А. В. Куприй. Выращивание безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур, т. V. М., 1972, 40-44.
9. О. С. Мерцалова. Плодоводство, вып. 2, 1974, 113-116.
10. R. Copley. Sci. Hort. 11, 1954, 75-97.

О. Н. ЦИКАРИДЗЕ, Г. Л. ЦЕРЕТЕЛИ, Т. И. ГОГАВА

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ В СТЕБЛЕВОЙ И БУРОЙ РЖАВЧИНЕ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 8.8.1977)

Посевы пшеницы в Грузии почти ежегодно поражаются стеблевой и бурой ржавчиной, а в отдельные годы наблюдаются особенно сильные вспышки [1, 2]. Абсолютно иммунные к ржавчинным паразитам формы пшеницы в природе отсутствуют [3, 4]. Выявление устойчивых форм или создание их путем селекции и гибридизации остается одним из важнейших разделов растениеводства [5].

Успех селекционной работы зависит от правильного подбора исходного материала, в данном случае от точной оценки устойчивости во время эпифитотии болезни, но комплексно-массовое проявление всех форм ржавчины пшеницы в природных условиях ежегодно не происходит. Возникает необходимость искусственного создания условий, обеспечивающих комплексно-массовое заражение сортов, гибридов и гибридных комбинаций пшеницы, имеющих в коллекциях мира. В связи с этим большое значение имеет методически правильный подход к использованию инфекционного материала нужных форм заболеваний [6].

В последние годы в СССР начато изучение расового состава на генной основе. Выявлены 23 генетические расы стеблевой ржавчины пшеницы, среди которых наибольшее распространение имеют Su_9 , Su_{13} , Su_{16} , имеющие наибольшее число генов вирулентности к растениям хозяина [7].

В популяции стеблевой ржавчины преобладающими на территории Грузии являются расы с формулой вирулентности Su_{13} с геном эффективности растения-хозяина Sr_{11} ; Su_{16} , поражающие в наборе все сорта моногенных линий, и генотип Su^{19} , имеющий гены эффективности растения-хозяина Sr_8 , Sr_{11} .

Среди проанализированных (22) генетических рас бурой ржавчины пшеницы в большинстве случаев эффективные гены содержат сорта моногенных линий канадской серии Lg_{19} , Lg_{17} , Lg_{10} .

Вирулентные генотипы стеблевой ржавчины $Su_{13} \cdot 16 \cdot 19$ и генотипы бурой ржавчины с геном эффективности растения хозяина $Lg_{19} \cdot 17 \cdot 10$ испытывались комплексно в двух вариантах каждой отдельной формы ржавчины на полевых посевах сортов озимой и яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекций на 688 сортах для стеблевой и на 204 сортах для бурой ржавчины из коллекции Грузинского НИИ земледелия.

Инокуляция растений в полевых условиях проводилась в фазе кушения — начала трубкования путем опыления смесью спор генотипов с тальком в соотношении 1:100 при нагрузке 2 мг/м²; всхожесть спор 80—90%. Проявление инфекции учитывалось по трем показателям: процент пораженных растений, процент покрытия пустулами поверхности ткани растений и тип реакции в баллах.



Результаты исследований по ценным сортам яровой и озимой пшеницы для селекций на устойчивость к стеблевой и бурой ржавчине приведены в таблице.

Распределение устойчивости среди пшениц различных эколого-географических групп (коллекция Грузинского НИИ земледелия)

№	Эколого-географические группы	Стеблевая ржавчина		Бурая ржавчина	
		К-во испытанных сортов	К-во устойчивых сортов	К-во испытанных сортов	К-во устойчивых сортов
1	Южная Америка	104	4	14	4
2	Северная Америка	50	0	9	0
3	СССР	106	4	38	6
4	Юго-Западная, Центральная и Восточная Азия	63	0	53	3
5	Индостан	71	12	4	1
6	Северная и Западная Европа	81	3	48	5
7	Ближний и Средний Восток, Средиземноморье	75	6	12	2
8	Австралия и Новая Зеландия	19	1	5	1
9	Центральная и Южная Африка	43	8	18	2
10	Придунайская и балканская экологические группы	35	0	12	0

Из пшениц СССР изучались сорта из Закавказья, Украины, Молдавии, Среднеазиатских республик, с Урала, из Сибири, с Дальнего Востока, Казахстана, РСФСР и Прибалтийских республик. Почти все сорта сильно восприимчивы к стеблевой и бурой ржавчине. Из 106 испытанных сортов устойчивыми к стеблевой ржавчине оказались четыре: Грожунай из Литвы, Варгиси и Цезум 3/10 из Грузии и Серебрянка из селекционно-опытной станции Москвы. Из 38 сортов устойчивыми к бурой ржавчине оказались шесть (приводим под номером каталога или по названию сорта): № 40236 из Северной Осетии, № 40649, 40651, 40652 из Краснодара, Южанка из Одесского селекционно-генетического института и Маргарет из Армении.

Пшеницы Северной и Западной Европы отличаются многими благоприятными свойствами (скоропелость, продуктивность, крупность зерна и др.) [8, 9]. Но в наших опытах они сильно поражаются. Из 81 сорта этой экологической группы устойчивыми к стеблевой ржавчине оказались только три французских сорта: № 230707, 234582, 41618, а из 48 к бурой ржавчине — пять: № 26184 и 41519 из Австрии, № 42346 из Португалии, № 42658 из Чехословакии и № 41539 из Румынии.

Из 63 сортов юго-западной, центральной и восточноазиатской экологических групп устойчивых к стеблевой ржавчине не отмечено, а к бурой ржавчине из 53 сортов три сорта оказались стойкими: № 43593 из Монголии и № 143022, 43365 из Китая.

Из 71 сорта индостанской группы 11 индийских сортов были устойчивыми к стеблевой ржавчине: № 48169, 298638, 298648, 298646, 298643, 298634, 2986600, 298586, 298630, 298631, 48176; к бурой ржавчине были испытаны только четыре сорта этой группы и один из них, пакистанского происхождения № 43201 оказался устойчивым.

Предполагалось, что из 75 сортов, которыми мы располагали из Ближнего и Среднего Востока и Средиземноморья, являющегося центром происхождения многих видов пшениц [10, 11], можно выделить сравнительно большое количество устойчивых сортов, но лишь шесть

сорт (пять из них итальянского происхождения) оказались устойчивыми к стеблевой ржавчине (№ 282956, 282960, 45282, 44540, 299467), бурой ржавчиной не поражались два итальянских сорта (№ 43147, 43150) из 12 испытанных.

По литературным данным [12], пшеницы придунайской и балканской экогрупп характеризуются восприимчивостью к ржавчине. Из 35 испытанных сортов этой группы устойчивые не отмечены.

Австралийская и новозеландская экологические группы [13] характеризуются устойчивостью. Из испытанных нами сортов (19 к стеблевой и 5 к бурой) выделено по одному устойчивому сорту австралийского происхождения (№ 295580, 25626).

Устойчивость пшениц Кении и Эфиопии общепризнана [14—16], тем более что Эфиопия является вторичным географическим и генетическим центром происхождения пшениц. Из 43 испытанных к стеблевой ржавчине сортов центральной и южноафриканской экологических групп устойчивость показали №232433, 232426, 232439, 232407, 42216, 232416, 46372, 46373 и из 18 испытанных к бурой ржавчине — № 232423, 232430.

Испытано 154 сорта из Северной и Южной Америки и выявлено только четыре устойчивых к стеблевой ржавчине сорта: № 43141 (Чили), 290781, 289963 и 43029 (Мексика). Следует отметить, что № 43029 показал комплексную устойчивость к обеим формам болезни. К бурой ржавчине из обеих экологических групп устойчивы четыре сорта (из 23 испытанных): № 43105 из Чили, № 41887 из Аргентины, № 43029 и 43030 из Мексики.

Таким образом, оценен на устойчивость коллекционный материал яровой и озимой пшеницы Грузинского НИИ земледелия из десяти эколого-географических групп 52 стран: 688 сортов к комплексу превалирующих в Грузии рас стеблевой ржавчины генотипов Su_{13} , Su_{16} Su_{19} и 204 сортов к бурой ржавчине с генами эффективности растения-хозяина Lr_{19} , Lr_{17} , Lr_{10} .

Выделено 38 сортов, устойчивых к популяциям стеблевой и 25 к популяциям бурой ржавчины пшеницы.

Выделенные устойчивые сорта или производные их линий можно использовать в качестве исходного материала при отборе родительских пар для выведения ржавчиноустойчивых сортов пшеницы.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ СССР

(Поступило 2.9.1977)

ფიზიოლოგია

ო. წიპარიძე, ზ. წიბოთელი, თ. გოგავა

სორბლის ჯიშთა იმუნოლოგიური შეფასება ღეროს და მურა
ჟანგას მიმართ გამძლეობაზე

რეზიუმე

საქართველოში ჭარბად გავრცელებული სორბლის ღეროს ჟანგას რასების გენოტიპთა კომპლექსის Su_{13} , Su_{16} და Su_{19} და მურა ჟანგას პატრონმენზარის ეფექტური გენების Lr_{19} , Lr_{17} , Lr_{10} მიმართ გამძლეობაზე გამოცდილი იქნა საქართველოს მიწათმოქმედების ინსტიტუტში არსებული სორბლის სა-



შემოდგომო და საგაზაფხულო ჯიშთა კოლექცია, მსოფლიოს 52 ქვეყნის 10 ეკოლოგიურ-გეოგრაფიული ჯგუფიდან, 688 ჯიში ლეროს და 204 ჯიში მურა ჟანგას მიმართ.

გამოვლინებულია ლეროს ჟანგასადმი გამძლე 38 და მურა ჟანგასადმი გამძლე 25 ჯიში. ამ ჯიშებისა და მათგან წარმოებული ხაზების მშობლიურ წყვილებად გამოყენება სასურველ შედეგს მოიტანს ჟანგა გამძლეა ჯიშთა სელექციაში.

PHYTOPATHOLOGY

O. N. TSIKARIDZE, G. L. TSERETELI, T. I. GOGAVA

IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF WHEAT VARIETIES FOR RESISTANCE TO BLACK STEM RUST AND BROWN RUST

Summary

The collection material (688 varieties) of spring- and winter wheat from 10 ecologo-geographic groups of 55 countries preserved at the Georgian Research Institute of Agriculture has been assessed for resistance to black stem rust genotype: Su 13, Su 16 and Su 19 and 204 varieties to brown stem rust with the gene of effectiveness of the host-plant: Lr 19, Lr 17 and Lr 10.

38 varieties of resistant to populations of black stem rust and 25 resistant to brown stem rust have been identified.

The resistant varieties in question or their derivatives may be used as initial material in selecting parental pairs for growing rust-resistant varieties of wheat.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. Л., 1964.
2. И. Б. Шошиашвили. Ржавчина хлебных злаков. Тбилиси, 1954.
3. М. М. Якубцинер. Социалистическое растениеводство, т. 11, 1934.
4. Н. И. Вавилов. Учение об иммунитете растений. М.—Л., 1935.
5. Н. И. Вавилов. Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, 1961, 117.
6. И. Т. Одинцова и др. Микология и фитопатология, т. 8, № 1, 1974.
7. Н. Е. Коновалова и др. Сб. «Ржавчина хлебных злаков». М., 1975.
8. М. М. Якубцинер. Материалы Всесоюзного совещания по селекции. Саратов, 1975.
9. М. М. Якубцинер и др. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 43, вып. 3, 1971.
10. Н. И. Вавилов. Избр. произв. М.—Л., 1967.
11. К. З. Будин. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 45, № 2, 1971.
12. В. В. Плахотник, Л. А. Троицкая. Сб. статей ВАСХНИЛ, ВИЗР. М., 1975.
13. Н. С. Твердохлеб. Вестник с/х науки, № 8, 1969.
14. М. М. Якубцинер. Сельскохозяйственная биология, IV, № 6, 1969.
15. Н. А. Кобылянская. Селекция и семеноводство, № 1, 1969.



Т. Д. ЛОБЖАНИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ НА УГЛЕВОДНЫЙ И АЗОТНЫЙ ОБМЕН В ЛИСТЬЯХ ЯБЛОНИ И ЕГО ВОЗМОЖНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ТЕТРАНИХОВЫХ КЛЕЩЕЙ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 1.7.1977)

Изменение биохимического состава тканей растений под влиянием пестицидов рассматривается как необходимая основа реализации их стимулирующего действия на растение [1].

Многие исследователи связывают численность вредителей с уровнем содержания азотистых веществ в тканях растений [2—6]. Этот уровень, в свою очередь, может изменяться под влиянием как используемых минеральных удобрений, так и применяемых пестицидов. Вопрос о влиянии пестицидов на динамику накопления сахаров и азотистых веществ в растениях, а также на динамику численности обыкновенного паутинного клеща рассматривается Л. А. Ерофеевой [7].

В Варианском плодородческом совхозе (Горийский район, Грузинская ССР) против ряда главнейших вредителей с успехом применяются препараты из группы фосфорорганических соединений и производных карбаминовой кислоты. Несмотря на большую эффективность их применения против вредных насекомых, на протяжении ряда лет происходит бурное накопление численности и увеличение хозяйственного значения тетраниховых клещей — боярышникового и обыкновенного паутинного. Из них наиболее многочислен и вредоносен на яблоне боярышниковый клещ.

Нами обнаружено, что применение в плодовом саду севина и метатиона вызывает активацию численности боярышникового клеща на обработанных растениях; при увеличении кратности обработок степень активации увеличивается. Инсектициды ДДВФ и гардоны при однократном и особенно при четырехкратном применении показали угнетающее действие на численность этого вредителя [8].

Для установления возможных количественных изменений в углеводном и азотистом обмене веществ листьев яблони под влиянием этих инсектицидов дерева (сорт Ренет Шампанский) были обработаны однократно ДДВФ, гардоной, метатионом и севином.

Результаты анализов на содержание общего азота и углеводов в листьях яблони на протяжении 40 дней после обработки представлены в таблице.

ДДВФ в отдельные сроки учета увеличивал суммарное количество сахаров до 10,3% к контролю, редуцирующих сахаров — до 12,2%, общего и белкового азота — до 17,3 и до 11,2% соответственно.

При применении гардоны во все сроки учета, за исключением первого, снижалось содержание азотистых веществ, суммы сахаров и моносахаридов.

Биохимические показатели в листьях яблони, обработанных различными инсектицидами

Вариант опыта	Содержание в тканях растений по дням после обработки. % к контролю															
	общего азота				белкового азота				суммы сахаров				моносахаридов			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
ДДВФ—																
50 % э. к.	95,7	117,5	110,1	99,5	92,8	105,5	111,2	89,5	90,0	110,3	108,1	102,9	105,7	112,2	110,7	94,7
Гардона—																
50 % с. п.	92,6	98,8	92,2	105,4	90,3	96,4	90,8	99,7	127,9	88,9	96,2	93,8	123,1	92,3	85,9	75,8
Метатион—																
50 % э. к.	104,6	97,9	118,5	115,0	109,0	115,2	120,0	114,0	98,1	121,1	101,2	115,3	126,5	117,0	118,3	109,5
Севин—																
80 % с. п.	102,9	93,8	123,8	114,5	115,4	95,5	124,2	116,8	107,6	102,5	82,4	77,2	126,8	131,7	119,9	113,5

При использовании метатиона увеличивалось количество общего азота на 10-й, 30-й и 40-й дни (4,6; 18,5; 15,0%), белкового азота — во все сроки учета (9,0; 15,2; 20,0; 14,0%), суммы сахаров — на 20-й и 40-й дни (21,1; 15,5%) и моносахаридов — во все сроки учета (26,5, 17,0; 18,3; 12,5%).

В варианте с севином на 30-й и 40-й дни учета увеличивалось количество общего азота (на 23,8; 14,5%) и на 10-й, 30-й и 40-й дни — содержание белкового азота (15,4; 24,2; 16,8%). На протяжении 40 дней содержание моносахаридов превышало контроль на 26,8—31,7—19,9—13,5%.

На основании полученных данных можно полагать, что угнетение численности клещей при применении ДДВФ, несмотря на его благоприятное действие на азотный и углеводный обмен веществ растений, объясняется акарицидным действием и, по-видимому, отсутствием непосредственного стимулирующего влияния на вредителя.

Наблюдаемое угнетение численности и плодовитости боярышничкового клеща после применения гардоны обусловлено сочетанием ее акарицидных свойств с неблагоприятным влиянием на пищевую ценность растения для вредителя.

Существенное увеличение количества азотистых веществ и моносахаридов в листьях яблони под влиянием обработки севином и метатионом можно связать с повышенной плодовитостью и продолжительностью жизни боярышничкового клеща.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ ГССР

(Поступило 1.7.1977)

ენტომოლოგია

თ. ლომახინიძე

ზოგიერთი ინსექტიციდის გავლენა ვაშლის ფოთლებზე
ნახშირწყლუბისა და აზოტოვან ნივთიერებათა ცვლაზე და მათი
შეხამლო მნიშვნელობა ტიტრანიქსეზური ტიპების გამრავლების
ინტენსივობისათვის

რეზიუმე

კუნელის ტიპის მალალი ნაყოფიერება და სიცოცხლის გახანგრძლივება სევინისა და მეტათიონის გამოყენების შემდეგ შეიძლება დავუკავშიროთ ვაშლის ფოთლებში აზოტოვანი ნივთიერებებისა და მონოშაქრების დიდი რაოდენობით დაგროვებას ამ პრეპარატების გავლენით.

მიუხედავად იმისა, რომ მცენარის ფოთლებში დღვზ გარკვეული პერიოდის განმავლობაში იწვევს ზემოაღნიშნული ნივთიერებების რაოდენობრივ ზრდას, მისი გამოყენების შემდეგ აღნიშნულია ტეტრანიქსეზური ტიპების რიცხოვნობის შემცირება რასაც, როგორც ჩანს, განაპირობებს დღვზ-ის აკარიციდული თვისებები და ის, რომ იგი არ ახდენს მავნებელზე პირდაპირ მასტიმულირებელ გავლენას.



T. D. LOBZHANIDZE

THE EFFECT OF SOME PESTICIDES ON CARBOHYDRATE AND
NITROGEN METABOLISM IN APPLE TREE LEAVES AND ITS
POSSIBLE SIGNIFICANCE IN THE INTENSIVE REPRODUCTION OF
TETRANYCHUS MITES

Summary

The increased fertility and life span of *Tetranychus viennensis* Zacher and *T. urticae* Koch following the use of sevin and methathion may be linked with the substantial increase of the amount of nitrogenous substances and monosaccharides in apple tree leaves due to treatment with these preparations.

Depression of the number of phytophages on application of DDVP to apple trees is—in spite of its beneficial effect on nitrogen and carbohydrate metabolism of plant substances—explained by acaricidal action and, presumably, by the absence of a direct stimulating influence on the pest.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Богдарина. Физиологические основы действия инсектицидов на растение. М.—Л., 1961.
2. E. Le Roux. Review of Applied Entomology, 43, 1955.
3. R. Fritzsche. H. Oppel. Zeitschr. Pflanzenkrankh., 78, 1957.
4. T. J. Hennenberry. J. Ec. Ent., 55, № 1, 1961.
5. Н. А. Зинина. Тез. докл. V Всесоюзного энтомологического совещания. М.—Л., 1963.
6. T. E. Watson. Hilgardia, 35, № 11, 1964.
7. Л. А. Ерофеева. Бюлл. ВНИИЗРа, № 31, Л., 1974.
8. Т. Д. Лобжанидзе. Бюлл. ВНИИЗРа, № 35, Л., 1976.

ბ. ალექსიძე, ა. კაკულია

რაფსის ყვავილჭამიას მიმართ თანამედროვე პესტიციდების შეღარავითი ტოქსიკურობის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 16.9.1977)

რაფსის ყვავილჭამია (*Meligethes aeneus* F.) ჯვაროსანთა ოჯახში შემავალი სათესლე კულტურების (კომბოსტო, ბოლოკი, წიწმბატი, რაფსი, ტურნეფსი) ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მავნებელია, გავრცელებულია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, სადაც ამ კულტურების მოყვანას მისდევენ. საქართველოში ეს მავნებელი აღნიშნულია მრავალი მკვლევარის მიერ.

რაფსის ყვავილჭამია მავნებლს მატლის და ხოჭოს ფაზაში. ხოჭო იკვებება ფოთლებით და ყვავილებით (ჯამის და გვირგვინის ფურცლებით, იშვიათად ჭოტაკებით), მატლი კი ბუტკოთი და მტვრიანებით.

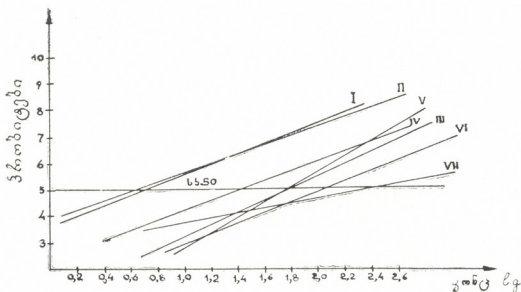
მავნებელი ჩვენს პირობებში იძლევა სამ გენერაციას [1, 2]. ჯვაროსანთა კულტურების სათესლე ნაკვეთებისათვის განსაკუთრებული მავნეობით ხასიათდება მუხამთრობიდან გამოსული და პირველი თაობის ხოჭოები, რომლებიც აზიანებენ ახლად აყვავილებულ სათესლე კომბოსტოს და ბოლოკის სათესლე ნაკვეთებს. მეორე თაობის ხოჭოები გვხვდებიან გვიანი ნათესების ყვავილებზე და სარეველებზე, მესამე თაობისა — ჯვაროსანთა ოჯახში შემავალ სარეველ ბალახებზე და გარდამავალ ნათესებზე.

რაფსის ყვავილჭამიას წინააღმდეგ ბრძოლისათვის რეკომენდებულია ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური მეთოდები [3—5]. მიუხედავად ამისა მავნებელი საქართველოში უკანასკნელ წლებში მომრავლდა და მნიშვნელოვანი ზიანი მოაქვს ჯვაროსანთა კულტურების სათესლე ნაკვეთებზე. მავალით, ერთ სათესლე კომბოსტოზე საგარეუბნო ზონაში აღინიშნებოდა 200—300 ცალი ხოჭო, თითოეულ კოკორში საშუალოდ 1—5 ცალი მატლი. ყოველივე ეს მოსავლის რაოდენობას მნიშვნელოვნად ამცირებს. ამიტომ აუცილებელი გახდა რაფსის ყვავილჭამიას წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური ქიმიური საშუალებების ძიება, რაც ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა.

პესტიციდებიდან გამოვცადეთ: 50% ხოსტაკვიკი, 10% ოლეოდიზინონი, 35% ფოზალონი, 30% კარბოფოსი, 50% ბი-58 და 50% ეტაფოსი. ეტალონად აღებული გვქონდა წარმოების პირობებში გამოყენებული 80% ქლოროფოსი, კონცენტრაციები შერჩეული გვქონდა ძრითადი მოქმედი საწყისის მიხედვით, შეფარდებით $d=2$. პესტიციდები გამოვცადეთ ლაბორატორიულ პირობებში შესხურების მეთოდით. თითოეულ ვარიანტში აღებული გვქონდა 60 მატლი და ხოჭო. მასალა დამუშავდა პრობიტ-ანალიზის მეთოდით [6], სადაც განისაზღვრა სპ-50 და მისი ცდომილების ზღვრები. შედეგები მოცემულია ცხრილსა და ნახაზებში.

როგორც მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ (ცხრილი, ნახ. 1,2) რაფსის ყვავილჭამიას მატლების მიმართ გამოცდილი პესტიციდები ტოქსიკურობის სიძლიერის (სპ-50) მიხედვით შემდეგნაირად ლაგდებიან: ოლეოდიზინონი > ეტაფოსი > ფოზალონი > ხოსტაკვიკი > ბი-58 > კარბოფოსი > ქლოროფოსი. სპ-50-ის ცდომილების ზღვრების განხილვა გვიჩვენებს, რომ არასარწმუნო სხვაობაა ოლეოდიზინონსა და ეტაფოსს, აგრეთვე ბი-58 და ხოსტაკვიკის ტოქსიკურობას შორის. სარწმუნო სხვაობაა ყველა დანარჩენ პრეპარატს შორის.

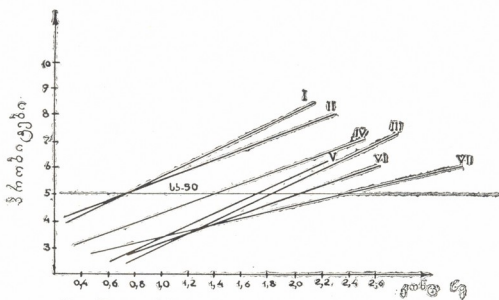
ხოჭოების მიმართ პესტიციდები შემდეგი სიძლიერით ლაგდებიან: ოლეო-
 დიაზინონი > ეტაფოსი > ფოზალონი > ხოსტაჟიკი > ბი-58 > კარბოფოსი >



ნახ. 1 კვლის ყვავილქამიას მატყვის მივართ
 პესტიციდების უეფარეოთი ტოქსიკოზი.

I- ოლეოდიანონი, II- ეტაფოსი, III- ბი-58, IV- ფოზალონი,
 V- ხოსტაჟიკი, VI- კარბოფოსი, VII- ქლოროფოსი.

ქლოროფოსი. ცდომილების ზღვრები კი გვიჩვენებენ რომ არასარწმუნო განს-
 ხვავებაა მხოლოდ ოლეოდიანონისა და ეტაფოსის ტოქსიკურობას შორის.



ნახ. 2 კვლის ყვავილქამიას სოჭოების მივართ
 პესტიციდების უეფარეოთი ტოქსიკოზი.

I- ოლეოდიანონი, II- ეტაფოსი, III- ბი-58, IV- ფოზალონი,
 V- ხოსტაჟიკი, VI- კარბოფოსი, VII- ქლოროფოსი.

გამოცდილი პესტიციდები რაფსის ყვავილქამიას მატყლების და ხოჭოების
 მიმართ ტოქსიკურობის სიძლიერის მიხედვით შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად:
 ძლიერი ტოქსიკურობისა — ოლეოდიანონი, ეტაფოსი; საშუალო ტოქსიკუ-

რობისა — ფოზალონი, ხოსტაკეიკი, ბი-58 და კარბოფოსი; სუსტი ტოქსიკუ-
რობისა — ქლოროფოსი.

ცხრილი 1

პესტიციდების შედარებითი ტოქსიკურობა რაფსის ყვავილქამაის მიმართ

№	პესტიციდები	კონცენტრაცია, %		მატლები		ხოჭოები	
		პრეპარა- ტის მიხედვით	მოქმედი საწყისის მიხედვით	სიკვდილი- ანობა, %	სკ-50 მგ/ლ და მისი ცდომილების ზღვრები	სიკვდილი- ანობა, %	სკ-50 მგ/ლ და მისი ცდომილების ზღვრები
1	ოლეოლია- ზინონი	0,00312	0,000312	33,0	4,5	43,3	5,5
		0,00625	0,000625	65,0		68,3	
		0,0125	0,00125	71,0		75,0	
		0,025	0,0025	96,0		95,3	
		0,05	0,005	100		100	
2	ეტაფოსი	0,00156	0,00078	60,0	5,1	65,0	6,3
		0,00312	0,00156	76,0		80,0	
		0,00625	0,003125	90,0		90,0	
		0,0125	0,00625	95,0		100	
		0,025	0,0125	100		—	
3	ფოზალონი	0,00625	0,0021875	40,0	30,2	33,3	25,1
		0,0125	0,04375	55,0		40,0	
		0,025	0,00875	83,0		51,6	
		0,05	0,0175	85,0		66,6	
		0,1	0,035	100		100	
4	ხოსტაკეიკი	0,00312	0,00156	8,0	57,5	18,0	54,9
		0,00625	0,003125	28,0		26,6	
		0,0125	0,00625	38,0		45,0	
		0,025	0,0125	70,0		100	
		0,05	0,025	100		—	
5	ბი-58	0,00625	0,003125	21,6	69,1	28,6	79,4
		0,0125	0,00625	43,3		41,6	
		0,025	0,0125	63,3		70,0	
		0,05	0,025	90,0		95,0	
		0,1	0,05	100		100	
6	კარბოფოსი	0,00625	0,001875	—	95,5	31,6	100,0
		0,0125	0,00375	18,0		38,3	
		0,025	0,0075	41,0		48,3	
		0,05	0,015	60,0		73,3	
		0,1	0,03	100		100	
7	ქლოროფოსი	0,025	0,02	40,0	251,2	53,0	257,0
		0,05	0,04	53,0		56,0	
		0,1	0,08	66,0		70,0	
		0,2	0,16	70,0		78,0	
		0,3	0,24	93,0		90,0	
		0,4	0,32	100		100	
8	კონტროლი	—	—	0,0	—	0,0	—

როგორც განხილული მასალიდან ჩანს, ყველა გამოცდილი პრეპარატი ქლო-
როფოსთან შედარებით ხასიათდება მეტი ტოქსიკურობით, რის გამოც მათი
გამოყენება წარმოებაში მიზანშეწონილია.

საქართველოს მეცნარეთა დაცვის
ინსტიტუტი



Г. Н. АЛЕКСИДЗЕ, М. Д. КАКУЛИЯ

კ იზუჩენიუ სრავნითელი ტოქსიჩნოსი
 სოვრენენიქ პესტიციდოვ ვ ოთნოშენი რაქსოვოგო
 ცვტოედა

Резюме

Представлены данные об испытании современных пестицидов в отношении личинок и жуков рапсового цветоеда.

Анализ токсического действия пестицидов позволил нам разделить их на три группы: сильнотоксичные — олеодиазинон, этафос (СК-50 от 4,5 до 6,3 мг/л), среднетоксичные — фозалон, хостакик, БИ-58, карбофос (СК-50 от 25,1 до 100 мг/л) и слаботоксичный — хлорофос (СК-50 от 251,2 до 257,0 мг/л).

ENTOMOLOGY

G. N. ALEKSIDZE, M. D. KAKULIA

ON THE STUDY OF THE COMPARATIVE TOXICITY OF MODERN
 PESTICIDES IN RELATION TO *MELIGETHES AENEUS* F.

Summary

Data on the testing of modern pesticides in relation to *Meligethes aeneus* F. larvae and beetles are presented.

Analysis of the toxic action of pesticides permitted the authors to divide them into three groups: highly toxic: oleodiazinone, ethaphos. (CK-50 from 4.5 to 6.3 mg/l.)

Medium-toxic: phozalone, chostaquick, BI-58, carbophos (CK-50 from 25.1 to 100 mg/l, and weakly toxic: chlorophos (CK-50 from 251.2 to 257.0 mg/l).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ე. ჭიბაბერაშვილი. მასალები კომპლექტის მენეჯერების ენტომოლოგიის შესწავლისათვის საქართველოში. თბილისი, 1946.
2. გ. ალექსიძე. ბოსტნისა და ბაღის კულტურების მანებლები და მათთან ბრძოლა. თბილისი, 1952.
3. А. Т. Абашидзе, В. М. Келенджеридзе, Д. Н. Кобахидзе. Вредители и болезни семенников овощных культур в связи с искусственным дождем. Тбилиси, 1968.
4. В. П. Блинова, Н. С. Каравянский. Защита растений, № 8, 1970.
5. К. Г. Титов. Сельское хоз-во северо-западной зоны, № 7, 1960.
6. Г. В. Гегенава. Труды ин-та защиты растений ГССР, т. 13, 1960.

Н. К. ТОТИБАДЗЕ, Р. А. КАНДЕЛАКИ

О ПРЯМЫХ СВЯЗЯХ ПЕРЕДНИХ БУГРОВ ЧЕТВЕРОХОЛМИЯ КОШКИ С КОРОЙ КОНТРАЛАТЕРАЛЬНОГО ПОЛУШАРИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 21.9.1977)

Ряд экспериментальных данных свидетельствует о наличии прямых ипсилатеральных текто-кортикальных связей [1—6]. Не исключена возможность существования и контралатеральных корковых проекций передних бугров четверохолмия (ПБЧ). Это тем более возможно, что описаны направляющиеся к контралатеральной зрительной коре транскаллозальные волокна от подкоркового зрительного центра — дорзального коленчатого тела [7—9].

Для выявления контралатеральных, транскаллозальных корковых проекций ПБЧ мы изучали мозг пяти взрослых кошек. У трех из них на одной стороне, соответственно координатам атласа [10], электродом, проведенным стереотаксически вертикально через полушарие, электролитически повреждали ПБЧ (постоянный ток 0,7 МА в течение 40—60 сек). Четвертая кошка служила контролем (по тем же координатам вводили электрод до ПБЧ без пропуска повреждающего тока). С целью исключения повреждения каллозальных волокон при прохождении электрода у пятой кошки ПБЧ повреждали электродом, введенным параллельно передней поверхности палатки мозжечка, не затрагивая большие полушария. Операции производили под нембуталовым наркозом с соблюдением асептики.

Постоперационный период у первых четырех кошек длился 11 дней, у пятой — 8 дней. Животных умерщвляли под эфирным наркозом. Мозг перфузировали и сохраняли в 10% растворе нейтрального формалина. Материал обрабатывали методом Наута—Гигакса в модификации И. А. Замбрицкого [11]. На замораживающем микротоме со всего контралатерального полушария брали каждый пятый срез в 25 м. Результаты изучения препаратов наносили на схематический рисунок мозга кошки с обозначением полей по атласу Рейносо-Суареса [12].

В случае вертикального введения электрода повреждение ПБЧ охватывало все слои центральной его части, от уровня А2 до А3,5 (диаметр повреждения 1,2 мм), интактной оставалась латеральная треть ПБЧ. У кошки № 5 повреждение охватывало все слои медиальных 2/3 ПБЧ на уровне от АР=0 до А=3 с вовлечением дорзального края центрального серого вещества.

Изучение распределения волокон в мозолистом теле (МТ) у трех подопытных кошек выявило большое количество перерожденных волокон по всему сечению валика (А=3, А=4) и его колена (А=16, А=17) (рис. 1, а, б). В колена МТ фрагментированные волокна распределены в центральной его части. В стволе МТ встречаются единичные перерожденные волокна.

У кошки № 5 распределение дегенерированных волокон в МТ оказалось таким же, как у трех предыдущих, но количество их было больше из-за более обширного повреждения ПБЧ.

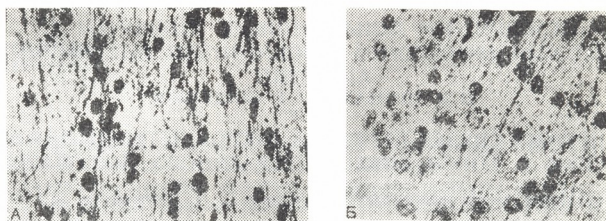


Рис 1. а — Перерожденные волокна в колене мозолистого тела; б — перерожденные волокна в валике мозолистого тела. Импрегнация по Наута—Замбрицкому (микрофото 5×40)

Перерожденные волокна, перешедшие через валик МТ, проходят в заднюю ножку внутренней капсулы и распределяются в основном в V, VI слоях краевой (поля 17, 18), супрасильвиевой (поля 21, 7), средней и задней эктосильвиевой извилин (поля 22, 20). В данных участках коры, за исключением полей 21, 7, в которых дегенерация обильная и достигает 4-го слоя, отмечается малое количество фрагментов перерожденных волокон. В поле 7 обильная дегенерация прослеживается до уровня А=5. Малое количество волокон, перешедших в контралатеральное полушарие (в пределах ствола МТ), заканчивается в VI слое краевой, супрасильвиевой и эктосильвиевой извилин (поля 18, 5, 50).

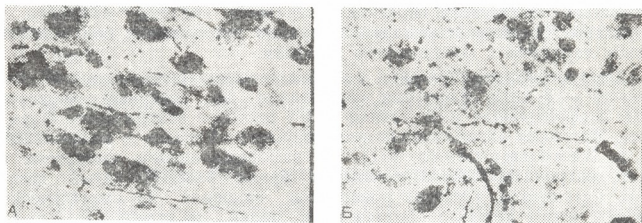


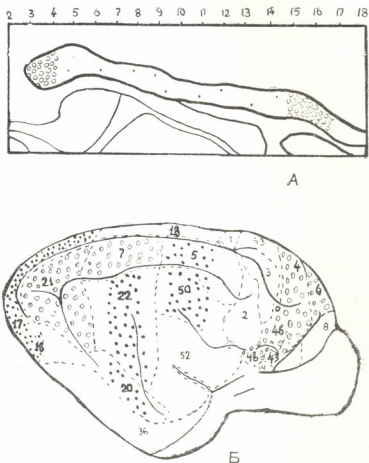
Рис. 2. а — Перерождение волокна в III слое супрасильвиевой извилины (поле 7); б — перерожденные волокна в III слое задней крестовидной извилины (поле 4). Импрегнация по Наута—Замбрицкому (микрофото 5×40)

Большое количество перерожденных волокон, перешедших через колена МТ в переднюю ножку внутренней капсулы, распределяется в задней и передней сигмовидной, коронарной и орбитальной извилинах (поля 4, 4В, 6, 43). В этих участках дегенерированные волокна прослеживаются до III слоя включительно (рис. 2, а, б). Обилие перерожденных волокон в контралатеральном полушарии отмечается также на медиальной поверхности зрительной коры (поле 17), в лобной (поле 32), прямой (поле 12), задней сигмовидной извилинах (поле 4) и в

крестовидной борозде, где дегенерация достигает средних слоев (см. схему на рис. 3).

Таким образом, можно заключить, что ПБЧ посылает аксоны своих нейронов в кору противоположного полушария в основном через валик и колено мозолистого тела. Хорошо выраженная прямая связь отмечается с сенсомоторной (поля 6, 4, 4В, 4З) и ассоциативной корой (поля 7, 21), а также с медиальной поверхностью зрительной и фронтальной коры (поля 17, 32, 12, 4).

Рис. 3. А—Распространение дегенерированных волокон в сагитальной плоскости мозолистого тела. Кружочками обозначены места основного перехода транскаллозальных волокон от ПБЧ; Б — поля латеральной поверхности полушария мозга кошки по Рейносо-Суаресу. Точками обозначены участки коры, в которых дегенерация захватывает VI слой коры, контралатеральный в отношении односторонне поврежденного ПБЧ. Кружочками обозначены участки, в которых дегенерированные волокна достигают средних и верхних слоев коры



То обстоятельство, что данные изучения мозга кошки № 5 совпали с результатами, полученными у первых трех кошек, у которых повреждение производили электродом, введенным вертикально через полушарие, еще раз доказывает, что изменения, обнаруженные у последних, не обусловлены повреждением, вызванным прохождением электрода, и что ход электрода не искажает истинную картину дегенерации волокон, отходящих от изучаемого ядра.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 22.9.1977)

ჰისტოლოგია

ბ. თოთიბაძე, რ. კანდელაკი

კატის ოთხგორაკის წინა ბორცვების პირდაპირი კავშირების
შესახებ კონტრალატერალურ ჰემისფეროს ქერქთან

რეზიუმე

კატის ოთხგორაკის წინა ბორცვების (მწზ) ცალმხრივი ელექტროლიზური დაზიანების შემდეგ ნაუტას ტერმინალური დეგენერაციის მეოთხით შევის-

წავლეთ მისი ტრანსკალოზური კავშირები კონტრალატერალურ ჰემისფეროს ქერქთან.

დადგინდა, რომ ოწზ-დან გამომავალი პირდაპირი ბოჭკოები კონტრალატერალურ ჰემისფეროს ქერქს აღწევს კორძიანი სხეულის მორგვისა და მუხლის საშუალებით. ოწზ-ს აღნიშნული ბოჭკოები პროეცირდება კონტრალატერალურ ჰემისფეროს ქერქის სენსომოტორულ (ველები 6, 4, 4b, 42), ასოციაციურ (ველები 7, 21) უბნებზე და აგრეთვე მხედველობისა და ფრონტალური ქერქის მედიალურ ზედაპირზე (ველები 17, 32, 12, 4).

HISTOLOGY

N. K. TOTIBADZE, R. A. KANDELAKI

DIRECT PROJECTION OF THE ANTERIOR COLLICULUS ON THE CONTRALATERAL HEMISPHERE OF THE CORTEX IN CATS

Summary

Using the terminal degeneration method of Nauta, as modified by Zambrzhitski, prominent connections of the anterior colliculus with the contralateral cortical areas have been revealed up to III-IV layers: sensorimotor (fields 6, 4, 4b, 43), association cortex (fields 21, 7) and also with medial surface of the optic and frontal cortices (fields 17, 32, 12, 4).

These fibres proceed to the contralateral side through the splenium and genu corporis callosi.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Бехтерев. Проводящие пути спинного и головного мозга, ч. I. СПб, 1895, 236, 250.
2. E. C. Crosby, T. Humphrey, E. W. Lauer. Correlative Anatomy of the Nervous System. New York. The Macmillan Company 1962, 225.
3. Ю. В. Бирючков. Структура и функция нервной системы. М., 1965, 40.
4. З. С. Ханаева. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 177.
5. З. С. Ханаева. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977, 439.
6. Н. К. Тотибадзе, P. A. Канделаки. Изв. АН ГССР, сер. биол., 3, 5, 1977, 94.
7. M. G. Glickstein, R. A. King, J. Miller, M. Berkley. J. Comp. Neurol., 130, 1967, 55.
8. M. G. Glickstein. Science, 164, 1969, 917.
9. Н. К. Тотибадзе, К. К. Акбардия, М. Ш. Пирцхалайшвили. Сообщения АН ГССР, 59, 2, 1970, 474.
10. H. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat. Ottawa, Canada, 1954.
11. И. А. Замбръжницкий. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 4, 1963, 119.
12. F. Reinoso-Suarez. Topographischer Hirnatlas der Katze für experimental physiologische untersuchungen. Herausgegeben von E. Merck. A. G. Darmstadt, 1961.

Е. Ш. ШТЕНГОЛЬД, Г. П. ИТКИН, Е. А. ШИРКОВЕЦ,
Р. Д. МАГАЛАШВИЛИ, Р. А. СТЕПАНИЩЕВА, О. П. БЕРДЫШЕВА

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АНАЭРОБНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ КИСЛОРОДНОГО ДОЛГА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14. 9.1977)

Понятие о кислородном долге было впервые предложено Хилом более 50 лет назад. При изучении причин кислородной задолженности во время мышечной деятельности был сделан вывод, что она является прямым результатом накопления молочной кислоты [1]. В дальнейшем было показано, что при тетанусе в анаэробных условиях в мышце накапливается молочная кислота и уменьшается содержание органического фосфата, что короткий тетанус сопровождается фосфорилированием [2, 3]. В последующих исследованиях В. А. Белицер и Е. Т. Цибакова (1939) обнаружили, что добавление креатина к мышечной ткани увеличивает потребление ею кислорода, в то время как добавление фосфокреатина не дает такого эффекта. Авторы заключили, что при добавлении фосфатных акцепторов дыхание увеличивается [4]. На основании этих работ экспериментально было показано, что кислородный долг зависит от исчерпания высокоэнергетических фосфатов и накопления молочной кислоты, а механизм образования кислородного долга не может быть объяснен только образованием молочной кислоты [5].

Как известно, прямым источником механической энергии при мышечном сокращении является анаэробная реакция, т. е. расход АТФ и креатинфосфата, сумма которых названа фосфогеном [6]. Окислительные реакции и, следовательно, потребление кислорода начинают играть роль на более поздней стадии, обеспечивающей энергию для ресинтеза фосфогена, необходимого для того, чтобы восстановить первоначальное химическое состояние мышечной ткани. В конечном счете энергия мышечного сокращения развивается полностью за счет окислительных реакций. Поэтому обычно считают, что в начале работы образуется кислородный долг, который ликвидируется после работы, во время отдыха. Устойчивым считается то состояние, в котором во время работы расщепляется столько же фосфокреатина, сколько синтезируется вновь.

В чрезвычайной обстановке, когда нагрузка (скорость расщепления фосфокреатина) превышает ту величину, которая может поддерживаться окислительными реакциями, вступает в действие дополнительный экзорганический механизм для увеличения скорости расщепления фосфогена — превращение гликогена в молочную кислоту. Это также анаэробный механизм, связанный с образованием кислородного долга, который должен быть оплачен после работы. Эти два разных механизма обуславливают кислородный долг, определяющий два компонента общей кислородной задолженности, называемых алактацидным и лактацидным [6].



Таким образом, в условиях нарушенного притока энергии работа тканей осуществляется за счет креатинфосфата, являющегося донором фосфатных групп, перекидываемых на АДФ; при исчерпании этого источника энергии в процесс включается гликоген, который расщеп-

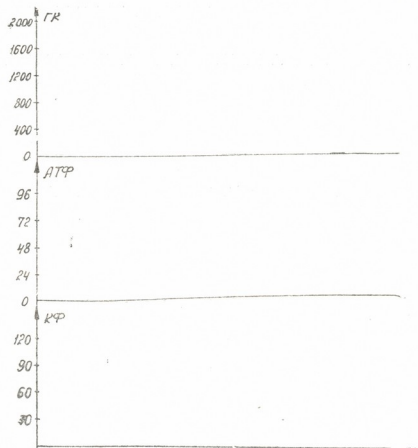
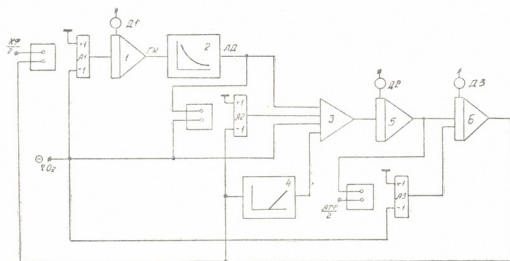


Рис. 1

ляется до молочной кислоты, при этом восполняя энергетическую емкость клеток. Следовательно, как установлено, алактационный кислородный долг — это та часть кислорода, которая идет в восстановительном периоде на ресинтез израсходованного креатинфосфата в [6]. Лактатная фракция кислородного долга — это кислород, использующийся для ресинтеза гликогена из молочной кислоты [7].



Блок-схема механизма образования лактационного и алактационного долга

Рис. 2

В связи с тем что механизмы образования кислородного долга являются очень сложными и связаны с одновременным изменением на уровне всей клеточной системы энергоснабжения, а также в целях ко-

личественной оценки различных компонентов кислородного долга организма нами построена математическая модель анаэробного энергетического обмена (рис. 1).

Внешним сигналом в модели является скачкообразное изменение электрического сигнала rO_2 , эквивалентного физической нагрузке и выраженного в $млO_2/сек$. Этот сигнал с отрицательным знаком подается на вход интегратора 1 и при включении модели вычитается со скоростью, определяемой постоянной времени интегратора, от начального значения, установленного на интеграторе потенциометром Д1 перед включением. Выход интегратора 1, характеризующий уровень утилизации гликогена (ГК) в мышечной ткани, подается на вход нелинейности Z, описывающей зависимость образования молочной кислоты и лактацидного долга (ЛД) от уровня ГК. Выход нелинейности Z подается с положительным знаком на один из входов сумматора 3, формирующего на выходе сигнал, эквивалентный скорости образования аденозинтрифосфата (АТФ). Одновременно на сумматор 3 поступает еще один положительный сигнал. Нелинейность 4 описывает зависимость скорости образования АТФ от уровня креатинфосфата (КФ). Линейная зависимость скорости нарастания АТФ при распаде креатинфосфата описывается до достижения 50% уровня КФ от исходного. Ниже этого уровня на выходе блока 4 будет нулевой сигнал. На третий вход сумматора со знаком минус подается входной сигнал rO_2 , уменьшающий скорость образования АТФ в ткани. Когда сигнал ЛД с выхода нелинейности превышает входной сигнал rO_2 , на четвертый вход сумматора 3 со знаком минус через контакты релейного элемента А₂ подается сигнал с выхода интегратора 6, эквивалентный концентрации КФ в клетке. Выходной сигнал сумматора 3 накапливается интегратором 5, на выходе которого формируется сигнал, эквивалентный уровню распада АТФ. Выход интегратора 5 подается с положительным знаком на вход интегратора 6, увеличивая концентрацию КФ. На его другой вход через релейный элемент с отрицательным знаком подается входной сигнал rO_2 . Включение релейного элемента А₃ происходит при снижении уровня АТФ ниже 50% исходного, определяемом потенциометром Д₂. Выход интегратора 6, кроме нелинейности 4, подается на релейный блок А₆, который отключает входной сигнал rO_2 от интегратора 1 при уменьшении уровня КФ ниже 50% от исходного, устанавливаемого потенциометром Д₃.

В аналитическом виде уравнения, описывающие модель образования лактацидного долга, приведены ниже:

$$\frac{d(rk)}{dt} = rK_0 - K_1 - rO_2, \quad (1) \quad \text{ЛД} = f(rk), \quad (2)$$

$$\frac{d(\text{АТФ})}{dt} = K_2 \cdot K_3 \cdot f_1(\text{КФ}) - K_3 \cdot rO_2 - K_4 \cdot \text{КФ} \cdot f(\text{КФ}, \text{АД}), \quad (3)$$

$$\text{АТФ} = \text{АТФ}_0 + \int d(\text{АТФ}), \quad (4)$$

$$\frac{d(\text{КФ})}{dt} = \text{АТФ} - K_5 \times rO_2 \cdot f(\text{АТФ}) + \text{КФ}_0, \quad (5) \quad K_1 \cdot rO_2 = f_2(\text{КФ}), \quad (6)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 — постоянные коэффициенты модели; $rK_0, \text{АТФ}_0, \text{КФ}_0$ — исходные значения соответствующих переменных модели; $f_1(\text{КФ}), f(\text{КФ}, \text{ЛД}), f_2(\text{АТФ})$ — релейные функции; $f(rk), f_1(\text{КФ})$ — нелинейные функции.

С помощью описанной выше модели предполагается в дальнейшем количественно оценить алактацидный и лактацидный компоненты кис-



ლორდნობის დიდი, სიჩქარე მათი წარმოქმნისა და ლიკვიდაციის დროს დამატებით შემოღობვის კონტურები, აღწერა აერობული პროცესები, რომელიც მოხდება ჩვენს შემდეგ მოსახლეობის მიერ.

დიაპაზონი ცვლილების ძირითადი ცვლადები სისტემა წარმოდგენილია ცხრილში.

Уровни	Обозначения	Размерности	Минимум	Максимум
Физнагрузки	rO_2	мл O_2 /мин	200	2000
Утилизации гликогена	ГК	мг %	1000	2000
Лактацидного долга	ЛД	мг %	10	1000
Аденозинтрифосфата	АТФ	мг %	60	120
Креатинфосфата	КФ	мг %	75	150

Институт трансплантации
органов и тканей
МЗ СССР

(Поступило 16.9.1977)

მატემატიკური მედიცინა

ა. შტენგოლდი, ბ. იტიკინი, ვ. შირკოვეტი, რ. მაგალაშვილი, რ. სტეპანიშვილი,
ო. ბერდისხევა

ანაერობული ენერგეტიკული ცვლის მათემატიკური მოდელი
ჟანგბადის ვალის წარმოქმნის მექანიზმების შესაფასებლად
რეზიუმე

ავტორებმა შექმნეს ანაერობული ენერგეტიკული ცვლის მათემატიკური მოდელი ჟანგბადის ვალის სხვადასხვა კომპონენტების რაოდენობრივი განსაზღვრისა და მთელი უჯრედოვანი სისტემის დონეზე ენერგომომარაგების ერთობლივი ცვლის რთული მექანიზმების შესწავლის მიზნით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. Sh. SHTENGOLD, G. P. ITKIN, E. A. SHIRKOVETS, R. D. MAGALASHVILI,
R. A. STEPANISHEVA, O. P. BERDYSHEVA

A MATHEMATICAL MODEL OF ANAEROBIC ENERGY METABOLISM FOR STUDYING THE MECHANISMS OF THE OCCURRENCE OF OXYGEN DEFICIENCY

Summary

The authors have constructed a mathematical model of anaerobic energy metabolism with a view to qualitatively determining the various components of oxygen deficiency and studying the complex mechanisms of simultaneous change of energy supply at the level of the entire cellular system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. V. Hill, C. Long, H. Lupton. Proc. Roy. Soc. 96, 1924, 438.
2. E. Lungsgaard. Biochem. Ztschr. 217, 1930, 162.
3. E. Lungsgaard. Scand. Arch. Physiol., 62, 1931, 223—243.
4. Е. Ш. Штенгольд и др. Клиническая патофизиология терминальных состояний. М., 1973, 146—148.
5. D. K. Pearl, L. D. Karlson, W. W. Sherwood. Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 92, 2, 1956, 277.
6. R. Margaria. Physical Activity and the Heart 3, 1967, 331—335.
7. R. Margaria, H. T. Edwards, D. B. Dill. Am. J. Physiol., 106, 1933, 689.

К. А. КОРМИЛИЦЫН

ФУНКЦИЯ ЯИЧНИКОВ У БОЛЬНЫХ ФИБРОМИОМОЙ МАТКИ,
ОСЛОЖНЕННОЙ КРОВОТЕЧЕНИЕМ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 5.9.1977)

По мнению большинства авторов, главным в патогенезе кровотечения при фибромиомах матки является нарушение нейро-эндокринной регуляции женской половой сферы. Прямые доказательства такого патогенеза данного заболевания отсутствуют, однако существуют косвенные данные, свидетельствующие о нарушениях регулирующего влияния системы гипоталамус-гипофиз-яичники. Результатом патологического изменения регуляции является нарушение гормонального баланса, в первую очередь женских половых гормонов, которые могут служить «пусковым» моментом в развитии кровотечения при этой гинекологической патологии.

Однако, если, по данным одних авторов, у больных фибромиомой нарушена функция яичников, о чем свидетельствуют морфологические изменения в них, высокая частота ановуляторных циклов, железистая гиперплазия эндометрия, нарушение экскреции эстрогенов и прогестерона и т. д. [1], то, по мнению других [2—4], эстрогенная насыщенность у большинства больных фибромиомой не повышена, овариально-менструальный цикл чаще всего двухфазный и, следовательно, нельзя рассматривать гиперэстрогению как основной патогенетический фактор в развитии этой опухоли.

Для выяснения роли половых гормонов в патогенезе кровотечения при фибромиомах матки нами подвергнуты детальному обследованию больные, находившиеся на лечении в гинекологическом отделении Тбилисской ж.-д. больницы за период 1973—1975 гг. Контрольные группы составляли здоровые женщины и больные дисфункциональными маточными кровотечениями (ДМК), поскольку патогенез кровотечений при фибромиомах подобен таковому при ДМК.

Функция яичников оценивалась на основании ряда «косвенных» признаков: динамическое изучение базальной температуры, феноменов зрачка и папоротника, цитологии влагалищного мазка (окраска по методу Шорра), а также прямым определением экскреции эстрогенов (по Брауну) и прегнандиола (по Клопперу) в суточной моче. Полученные показатели анализировались в зависимости от наличия или отсутствия кровотечения и его характера, а также от локализации опухоли.

Было обнаружено, что у больных фибромиомой, осложненной кровотечением, базальная температура имела двухфазный характер, в ряде случаев со слабо выраженным повышением в лютеиновую фазу (при меноррагии), либо однофазный характер (чаще при ановуляторных кровотечениях). У больных фибромиомой, не осложненной кровотечением, температурная кривая была чаще всего обычной, двухфазной. У больных ДМК в большинстве случаев имели место отклонения в температурной кривой (однофазная кривая, снижение подъема в лю-



теиновую фазу), выраженные значительно чаще, чем при фибромиомах, даже осложненных кровотечением.

Феномен зрачка и феномен папоротника были положительны в фазу пролиферации большинства обследованных женщин всех групп. Однако в фазу секреции у больных фибромиомой с кровотечением (и особенно при ДМК) эти феномены были выражены чаще, чем при фибромиомах без кровотечения.

Гормональное колькоцитологическое исследование продемонстрировало, что более высокое количество ороговевших клеток характерно для женщин с фибромиомой, осложненной кровотечением. Еще более высокое оно в мазках, полученных от женщин с ДМК (более высокий КИ, ЭИ и наибольшее число реакций IV—III и IV типов). Особенно выражена эта тенденция в фазу секреции, при которой в норме характерно снижение числа ороговевших клеток (табл. 1).

Таблица 1

Цитологит влагалищного мазка у больных фибромиомой матки, осложненной кровотечением, в зависимости от локализации опухоли

Цитологические показатели	Локализация опухоли		
	Субсерозная (16)	Интерстициальная (36)	Субмукозная (41)
Тип реакции мазка, %	IV—5(31,2) III—IV—6(37,6) III—5(31,2)	IV—15(41,7) III—IV—14(40,0) III—7(18,3)	IV—13(31,7) III—IV—15(36,6) III—13(31,7)
КИ	55,9±3,1	66,3±6,2	57,8±34,6
ЭИ	37,2±2,9	47,4±5,4	35,6±3,4

Изучение экскреции эстрогенов показало, что у больных фибромиомой, осложненной кровотечением, особенно метроррагией, имеет место некоторая степень гиперэстрогении (повышение суммарной экскреции эстрогенов по сравнению с уровнем, характерным в соответствующую

Таблица 2

Экскреция суммарных эстрогенов и прегнандиола у больных фибромиомой матки

Максимальные показатели	Фибромиома матки			ДМК	Здоровые женщины
	без кровотечения	с метроррагией	с метроррагией		
Эстрогены (мкг/24 г)	52 34,6±1,1 7,9	50 39,2±1,9 13,4	41 43,4±1,4 9,0	38 49,5±1,6 9,8	34 33,8±1,4 7,9
Прегнандиол (мг/24 г)	52 2,9±0,11 0,8	50 2,4±0,1 0,7	41 1,7±0,09 0,6	38 1,3±0,08 0,5	34 3,0±0,1 0,8

щие сроки для здоровых женщин и больных фибромиомой без кровотечения). Однако эти показатели не выходят за границы физиологических норм. Вместе с тем, повышение суммарной экскреции эстрогенов в обе фазы менее выражено, чем при ДМК. Экскреция прегнандиола снижена при фибромиомах, осложненных кровотечением, и в еще большей степени при ДМК, однако средние показатели экскреции прегнан-

დიოლა у больных фибромиомой также не выходят за пределы физиологических колебаний (табл. 2).

Дополнительно была изучена связь изменений функции яичников с локализацией фибромиом. Было установлено, что наибольшие нарушения имеют место при интерстициальной локализации фибромиом, при субсерозных и субмукозных опухолях эти нарушения менее выражены. Таким образом, кровотечение, во всяком случае при субмукозной локализации опухоли, по-видимому, не обусловлено в основном патологическим воздействием эстрогенов на матку.

Суммируя результаты исследований функции яичников у больных фибромиомой матки, осложненной кровотечением, можно отметить, что как прямые тесты оценки экскреции гормонов, так и непрямые методы, оценивающие функцию яичников по характеру изменений влажной цитологии, базальной температуры, феноменам зрачков и папоротника, указывают на то, что у таких больных в ряде случаев имеют место ановуляторные циклы, а при двухфазных циклах отмечается преобладание и пролонгирование фазы пролиферации, т. е. у них желтое тело иногда не развивается или же функционирует слабо. Однако эти нарушения выражены в значительно меньшей степени, чем при ДМК, и показатели экскреции гормонов не выходят за пределы физиологических колебаний, описанных в литературе. Следует отметить, что усиление и пролонгирование действия эстрогенов при фибромиомах не достигает такой степени, как при ДМК, и маловероятно, что может служить основной причиной кровотечения. Вместе с тем, при уже начавшемся кровотечении гиперэстрогения или снижение синтеза прогестерона, возможно, способствует усилению и пролонгированию кровотечения.

Тбилисская железнодоржная
клиническая больница № 1

(Поступило 16.9.1977)

მედიკალინის მდივანი

ბ. კორძიაშვილი

საკვებო-კვების ფუნქციის სისხლდენით გართულებული
ფიბრომიომის ავადმყოფებში

რეზიუმე

საშვილოსნოს ფიბრომიომის სისხლდენის პათოგენეზში სექსუალური ჰორმონების როლის გარკვევისათვის ჩატარებულია ავადმყოფების დეტალური გამოკვლევა ფუნქციონალური დიაგნოსტიკის ტესტებით და ესტროგენებისა და პრეგნადიოლის ექსკრეციის რადიონობრივი განსაზღვრებით. საკონტროლო ჯგუფებში გამოკვლეულია ჯანმრთელი ქალები და ავადმყოფი ქალები დისფუნქციონალური საშვილოსნოს სისხლდენით.

დადგინდა საკვებო-კვების ფუნქციის გარკვეული გაძლიერება და ესტროგენული პროლონგირება, აგრეთვე პროგესტერონის სინთეზის დაქვეითება, რომელიც არ აღემატება ფიზიოლოგიურ ნორმებს, მაგრამ დაწყებული სისხლის დენის დროს მიღებულ ცვლილებებს შეუძლიათ ხელი შეუწყონ სისხლის დენის გაძლიერებას.

К. А. КОРМИЛИЦЫН

THE FUNCTION OF THE OVARIES IN PATIENTS WITH UTERINE
FIBROMYOMA COMPLICATED BY BLEEDING

Summary

A thorough study of patients, involving tests of functional diagnostics and quantitative determination of estrogen and progneradiol, has been carried out with a view to identifying the role of sex hormones in the pathogenesis of uterine fibromyoma. The control groups were comprised of healthy women and patients with dysfunctional uterine hemorrhage.

A somewhat increased and protracted estrogen function of the ovaries and lowered synthesis of progesterone has been observed, remaining within the limits of physiological fluctuations. However, in conditions of bleeding that has already set in the changes in question may lead to its increase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Лесакова. Миома матки. М., 1971.
2. М. Г. Арсеньева. Акушерство и гинекология, 4, 1967, 36—41.
3. А. М. Воробьева. Материалы 24-й научной сессии по акушерству и гинекологии. Хабаровск, 1967, 168—169.
4. Е. Н. Стафеева. Материалы 2-й научной конференции Ярославского медицинститута. Ярославль, 1962, 126—130.

მ. ჩხაიძე

მორფოლოგიური ცვლილებების დინამიკა მკვლევარ-მედიკოსის მშავავე ქოლევციტიტის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 8. 7. 1977)

მწვავე ქოლევციტიტის ქირურგიული მკურნალობის პრობლემა დღესაც მეტად აქტუალურია. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს მრავალი კლინიკური ხასიათის გამოკვლევა, რიგი საკითხებისა შემდგომ დაკვირვებას და დაზუსტებას მოითხოვს. ამავე დროს მწვავე ქოლევციტიტის მკურნალობის ტაქტიკაზე მრავალი შეხედულება და დებულება საკამათოა [1—4].

ქოლევციტიტის შესწავლა ექსპერიმენტში დიდად ჩამორჩა კლინიკურ დაკვირვებებს და ამ დაკვირვებათა ანალიზის საფუძველზე მიღებულ მონაცემებს. ექსპერიმენტული კვლევა ორი ძირითადი მიმართულებით მიდიოდა: 1) გამოკვლევები დაავადების ეტიოლოგიური ფაქტორების დასადგენად და 2) გამოკვლევები, მიმართული ნაღვლის ბუშტში კენჭების წარმოქმნის მექანიზმების ასახნევად.

საღვთისმშობლის მონაწილეობა როგორც მწვავე, ისე ქრონიკული ქოლევციტიტის ექსპერიმენტული მოდელის მიღების მეთოდები, დადგენილია ამ დაავადების განვითარების მექანიზმის ხელშემწყობი ფაქტორები, მაგრამ რიგი საკითხებისა, განსაკუთრებით ქირურგიული ჩარევის ტაქტიკასთან დაკავშირებული, ჯერ კიდევ შესწავლასა და დასაბუთებას საჭიროებს [5—9].

ჩვენი გამოკვლევის მიზანი იყო ექსპერიმენტული მწვავე ქოლევციტიტის დროს შეგვესწავლა მორფოლოგიური ცვლილებები სხვადასხვა ვადაზე: დაგვედგინა როგორც ანთებითი პროცესის ხასიათი, ისე მისი მაქსიმალური გამოვლინების და ჩაცხრომის პერიოდები, დაგვესაბუთებინა ოპერაციული ჩარევის ოპტიმალური ვადები.

ექსპერიმენტული მწვავე ქოლევციტიტის გამოწვევის წესი აღწერილია [10, 11].

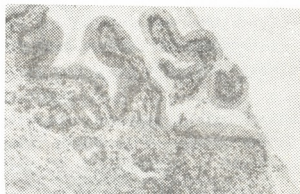
ცდისათვის გამოვიყენეთ ორივე სქესის უჯიშო 15—20 კგ წონის 70 ძალის. ცდის ქვეშ დაიღუპა 18 ძალი. მასალას ვიღებდით ექსპერიმენტის დაყენების მეორე დღიდან ყოველ მომდევნო დღეს, 21 დღის ჩათვლით, ცდის ყოველ სერიამში გამოვიყენეთ 3 ან 4 ძალი, რომლებსაც ვკლავდით დეკაპიტაციის გზით. მასალას ვიღებდით აგრეთვე ნარკოზის ქვეშ, ლაპარატომიის გზით (24 ძალზე).

ჩატარებული მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ანთებადი ცვლილებები ნაღვლის ბუშტში ვლინდება ცდის დაყენების მეორე დღიდანვე. დაკვირვების ამ ვადაზე ნაღვლის ბუშტის ლორწოვანი გარსი მკვეთრად არის გასქელებული, მფარავი ეპითელი და ჰირკვლოვანი ეპითელი შეიცავენ ლორწოს დიდ რაოდენობას. ჰირკვალთა სანათური ამოვსებულია ლორწოთი, ხაოები ზოგან არ აღინიშნება, რადგან მკვეთრად დადაბლებულია, შერჩენილ ხაოებს ჩამოფცქვნილი აქვს მფარავი ეპითელი. ლორწოვანის საკუთარ შრეში აღინიშნება მკვეთრი ანთებითი ინფილტრაცია, წარმოდგენილი ნეიტროფილური გრანულოციტებით (სურ. 1). შედარებით ღრმად მდებარე შრეში შემკვეთებელქოვილოვანი ბოჭკოები გაფაშრებული, გაჰირკვლებული და შეშუპებულია. სისხლძარღვები მკვეთრად გაგანვირებულია და სისხლსავსე. კუნთოვანი შრე გაჰირკვებულია, ბოჭკოები გათიშულია, აქა-იქ აღინიშნება ნეიტროფილურ-უჯრედოვანი ინფილტრატები.

კიდევ უფრო მკვეთრია ცვლილებები ნალვლის ბუშტის კედელში ცდიდან მე-3—4 დღეს: ლორწოვანის ხაოები ხსოლოდ აქა-იქ არის შერჩენილი (სურ. 2), ზოგ უბანში ანთებითი ინფილტრაცია მოიცავს ნალვლის ბუშტის მთელ კედელს (სურ. 3) და დიფუზურ ანთებით პროცესში ჩათრეულია სეროზული გარსიც. ანთებითი მოვლენები მატულობს სეროზული გარსის მიმართულებით, ლორწოვან შრეში შეშუპებითი მოვლენები უფრო ხუსტად არის გამოხატული, ვიდრე წინა დღეებში. სეროზული გარსი მოფენილია სისხლით.



სურ. 1

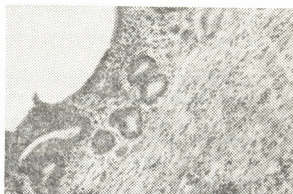


სურ. 2

ანთების ნიშნები მაქსიმალურად არის გამოხატული ცდიდან მე-5—7 დღეს: ნალვლის ბუშტის მთელ კედელზე ლორწოვანიდან ხაოები ჩამოფცქვნილია (სურ. 4), აღინიშნება ყველა შრის მკვეთრად გამოხატული ანთებითი — ნეიტროფილურ-უჯრედოვანი დიფუზური ინფილტრაცია, რომელიც მატულობს სეროზული გარსის მიმართულებით (სურ. 4). კუნთოვანი ბოჭკოები აქა-იქ არის შერჩენილი ფრაგმენტების სახით (ჩირქოვანი ვალოზა). მკვეთრი ლეიკოციტურ-უჯრედოვანი ინფილტრაცია აღინიშნება სეროზულ გარსში. ზოგ პრეპარატზე აღინიშნება ნალვლის ბუშტის კედლის სრული ნეკროზი (სურ. 5).



სურ. 3



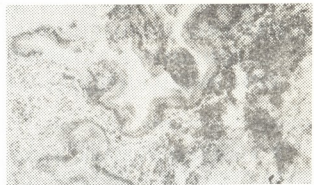
სურ. 4

მომდევნო ვადებზე (9—11 დღე) ანთებითი ცვლილებების ინტენსივობა თანდათან ცხრება და იწყება ორგანიზაციის პროცესი: ლორწოვანის ხაოები თითქმის მთლიანად ჩამოფცქვნილია, აქა-იქ შერჩენილია თითო-ოროლა ჯირკვალი, გამოფენილი მაღალი ცილინდრული ეპითელით (სურ. 6). ლორწოვანის საკუთარ შრეში აღინიშნება შემაერთებელი ქსოვილის მკვეთრი გამრავლება — ფიბროზი. კუნთოვანი შრე დეზორგანიზებულია, ადგილი აქვს მრავლობით სისხლჩაქცევებს. კუნთოვან ბოჭკოებს შორის ზოგან ანთებითი ინფილტრაციის კერებია, რომელთა ირგვლივ აღინიშნება შემაერთებელი ქსოვილის გამრავლება.

ასეთი მოვლენები გრძელდება შემდგომი 4—5 დღის მანძილზე. ექსპერიმენტის მე-15—17 დღეს ნალვლის ბუშტის ყველა შრეში ანთებითი ცვლილებები უკვე უმნიშვნელოდ არის გამოხატული, მხოლოდ აქა-იქ გვხვდება კეროვანი ინფილტრატები (სურ. 7), სამაგიეროდ ნათლად არის გამოხატული ანთებითი პროცესის ორგანიზაციის ნიშნები—შემაერთებული ქსოვილის გამრავლება და სკლეროზი. სეროზული გარსი და განსაკუთრებით სუბსეროზული შრე მკვეთრად გასქელებულია შემაერთებული ქსოვილის ხარჯზე, რომელშიაც აღინიშნება წვრილი სისხლის ძარღვების სიუხვე.



სურ. 5



სურ. 6.

ექსპერიმენტის მე-20 დღეს ანთების ნიშნები ძირითადად ყველა შრეში ჩამცხრალია, მხოლოდ აქა-იქ შეიძლება მოინახოს ლეიკოციტურ-უჯრედოვანი ინფილტრაციები (სურ. 8). ყურადღებას იპყრობს სეროზული შრის მკვეთრი გასქელება, რაც გაპირობებულია ორგანიზაციის მოვლენებით და წარმოდგენილია სისხლის ძარღვებით მდიდარი, სხვადასხვა სიმწიფის შემაერთებული ქსოვილით. უკანასკნელი ზოგან დანაწიბურებულია, ხოლო კოლაგენური ბოჭკოები პიალინიზებული, კუნთოვანი შრე გათხელებულია, ბოჭკოები გაფაშრებული. ლორწოვანი გარსი მეტნაკლებად შენახულია, ზოგან ხაოები მკაფიოდ არის გამოხატული, ზოგან დადაბლებული, ხოლო აქა-იქ სრულიად წაშლილია.



სურ. 7



სურ. 8

მიღებული მონაცემები მოწმობს, რომ ექსპერიმენტული მწვავე ქოლეციტიტის დროს მორფოლოგიური ცვლილებები (ანთება, დისტროფია, ნეკროზი, ნეკროზი) ნალვლის ბუშტში იწყება ექსპერიმენტის მეორე დღიდანვე და ყველაზე ინტენსიურად გამოვლინდება მე-5—7 დღეს, რაც სავსებით ემთხვევა ანთების დროს ორგანოს ფუნქციურ ცვლილებათა გამოვლინებას [10, 11]. ანთებითი მოვლენების ჩაცხრომა იწყება ექსპერიმენტის მე-9—10 დღიდან და მთავრდება მე-20—21 დღეს. ანთების ჩაცხრომის დაწყებისთანავე იწყება ორგანიზაციის და რეგენერაციის მოვლენები, რაც განაპირობებს ლორწოვანის ნორმალიზაციას, ხოლო კედლის სისქეში შემაერთებულქსოვილო-

ვანი ორგანიზაციის და სკლეროზული ცვლილებების ჩამოყალიბებას. ლივე ამას თან სდევს ნაღვლის ბუშტის კედლის გასქელება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ალ. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული
 მორფოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 8. 7. 1977)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. В. ЧХАИДЗЕ

ДИНАМИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
 ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ХОЛЕЦИСТИТЕ

Резюме

У экспериментальных животных (70 собак) изучали морфологические изменения в желчном пузыре. Полученные данные показывают что морфологические изменения при остром холецистите (воспаление, дистрофия, некробиоз, некроз) в желчном пузыре начинается со второго дня эксперимента и интенсивнее всего проявляются на 5—7 день. Стихание воспалительных явлений начинается с 9—11 дня эксперимента и заканчивается на 20—21 день.

EXPERIMENTAL MEDICINE

О. В. ЧХАИДЗЕ

DYNAMICS OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN EXPERIMENTAL
 ACUTE CHOLECYSTITIS

Summary

The dynamics of morphological changes in experimental animals (70 dogs) has been studied. The data obtained show that in acute cholecystitis morphological changes (inflammation, dystrophy, necrobiosis, necrosis) in the gallbladder set in within the second day of the experiment, being more intensive on the 5th-7th day. Inflammatory phenomena begin to subside from the 9th-11th day of the experiment, ending on the 20th-21st day. Simultaneously with the decrease of the inflammatory process, regeneration of the organ tissues starts, leading to gradual normalization of the mucous layer, development of connective tissue, attended by phenomena of sclerosis along the entire gallbladder wall.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. J. Marchand. Montpellier Chirurg. 19, 1, 1973, 71-74.
2. М. М. Ковалев. Острый холецистит. М., 1975.
3. Л. В. Авдей, В. И. Дружинин. Хирургия, 1, 1977, 119—123.
4. И. М. Мороз. Хирургия, 3, 1977, 26—31.
5. S. J. Meltzer. J. Exp. Med. 8, 1906, 127-135.
6. F. C. Man. Ann. Surg. 73, 54, 1921, 481-487.
7. T. M. Robinson, J. E. Dunphy. Gastroenterology-42, 1962, 36-48.
8. S. E. Stephanson, C. B. Nagel. Ann. Surg. 157, 5, 1963, 687-694.
9. P. Vayre, Ph. Delaviere. J. chirurg. 111, № 1, 1976, 113-122.
10. О. В. Чхაიძე, Б. Г. Гуджабидзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.
11. О. В. Чхაიძე, Ш. Қ. Махарадзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 3, 1976.

А. И. СУЛАДЗЕ

ОБ ОТСУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НИЖНЕПЛИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ЕВПАТОРИЯ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 25.7.1977)

Относительно недавно появились данные [1], свидетельствующие о приуроченности многих открываемых месторождений нефти к осадкам, отложившимся в бассейнах с соленостью ниже морской.

Известно, что с нижнеплиоценовыми солоноватоводными отложениями Черноморско-Каспийской области Восточного Паратетиса, в частности Северного Кавказа [2], связываются отдельные месторождения нефти и газа, в том числе и крупные. В специальной литературе имеется указание [3] о том, что закономерности распределения углеводородов на Северном Кавказе имеют место и для других регионов с эпигерцинским фундаментом, среди которых назван и Крым. Настоящее сообщение представляет собой попытку рассмотреть именно с этой точки зрения некоторые факты, полученные в результате изучения нижнеплиоценовых отложений из западной равнинной части Крыма.

Анализ чрезвычайно обширной информации по проблеме генезиса нефти, где каждый имеющий отношение к вопросам геологии нефти имеет свою собственную теорию ее происхождения [4], побудил Г. Л. Стадникову [5] высказать мысль о том, что не может быть создана общая теория, объясняющая происхождение всех нефтей из одного какого-либо продукта. Однако, несмотря на всю многосложность этой проблемы в целом, исходным материалом для образования нефти принимается углеводородистое биоорганическое вещество во всем его разнообразии, причем данное положение считается «истиной, которая уже не может быть поколеблена никакими более детальными исследованиями» [6].

Исходя из вышесказанного, стоит напомнить, что при седиментации отложений мэотис-нижнепонтического возраста в районах Западного Крыма имело место наличие богатой прибрежной растительности [7]. Под бинокляром можно видеть оогонии харовых водорослей (рис. 1). В этих же отложениях зафиксированы многочисленные представители бентонной фауны — моллюски, остракоды, а также фораминиферы. Особо следует подчеркнуть присутствие имеющих большое развитие ракушняков, перекрывающих и подстилающих евпаторийский горизонт. Как на исходный материал для нефти обращается внимание и на большие скопления рыб [8]. Надо сказать, что нами в понтических отложениях они не были встречены, хотя в бассейнах отложения осадков этого возраста их, вероятно, было немало. Так, для осадочных образований понта Западной Грузии Л. Ш. Давиашвили [9] отмечал их обилие. О понтических рыбах из указанного района имеются и другие данные, в том числе и опубликованные совсем недавно [10]. В нижнепонтических водах на территории нынешнего

Северного Причерноморья рыб, видимо, было также немало [11]. То, что они не найдены нами, объясняется, во-первых, тем, что исследуемые породы — в основном известняки, которые с точки зрения встречаемости остатков рыб, по имеющимся данным [12], являются очень перспективными; вместе с этим наличие бентоса говорит о том, что тушка рыбы при ее опускании на дно поедалась; к тому же, по тем же сведениям, даже слабые течения могут разрушить нежные

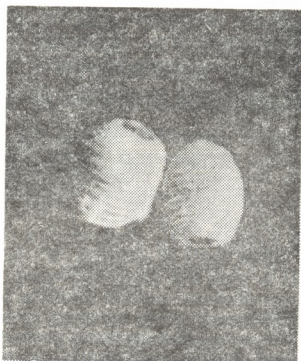


Рис. 1. Оогонии харовых водорослей (увеличено)

костные остатки, а изучаемые нами известняки являются оолитовыми, что указывает на активный гидродинамический режим бассейна. Опытность коллекционера также играет немаловажную роль. Таким образом, с большой вероятностью можно утверждать, что они обитали и в бассейне седиментации изучаемых нами отложений. Необходимо отметить, что до сих пор не проведено исследование этих пород с целью обнаружения в них остатков наннофитопланктона, которому сегодня придается столь большое значение и который наверняка имеет здесь широкое развитие. Так или иначе в нижнеплиоценовых отложениях на исследованном нами участке Черноморской области недостатка в исходном биоорганическом материале для нефтей не было.

Тем не менее наше предположение об отсутствии органического вещества в породах подтвердилось данными люминесцентного анализа. В составе хлороформного и спиртобензольного экстракта из оолитовых известняков устанавливается наличие очень низких содержаний маслянисто-смолистых битумов промежуточного типа (см. таблицу).

Таким образом, несмотря на обилие организмов и их популяций в бассейне осадения нижнеплиоценовых отложений исследуемого нами района, их углеродистые соединения не сохранились. Это могло быть обусловлено прежде всего биотическими факторами — наличием определенных трофических отношений между отдельными элементами экосистем — отсутствием длинных пищевых цепей [8]. Помимо этого, есть веские основания полагать, что скорость осадконакопления при седиментации толщи оолитового известняка была высокой, а это в пре-

дельных случаях не может быть фактором. благоприятным для сохранения органического вещества и, следовательно, для образования нефти [13]. Тут же укажем, что в оолитовых известняках имеются крайне низкие содержания глинистого вещества, способного, как известно, сор-

Местонахождение образца в разрезе	Б и т у м ы			
	Хлороформенная вытяжка битума		Спиртобензолные кислые компоненты	
	блл	%	балл	%
Кровля	5	0,0025	5	0,0025
Под кровлей	3	0,0006	3	0,0006
Середина	6	0,005	6	0,005
Над подошвой	5	0,0025	5	0,0025
Подошва	4	0,0012	4	0,0012

бировать углеводороды. При всем этом не надо упускать из виду и значение постседиментационных преобразований; в силу этих постседиментационных явлений, даже на первых стадиях, органические вещества могли быть удалены и они были, очевидно, удалены из осадков.

Академия наук Грузинской ССР
Президиум

(Поступило 29.7.1977)

პალეობიოლოგია

ა. სულაძე

ქ. ევპატორიის მილანოვების ქვედაპლიოცენურ ნალექებში
ორგანული ნივთიერების არარსებობის შესახებ

რეზიუმე

დასავლეთ ყირიმის ქვედაპლიოცენური ნალექების, განსაკუთრებით კი ევპატორიულის, პალეობიოლოგიური, გეოლოგიური და გეოქიმიური შესწავლისას მიღებული მონაცემების შეპირისპირების საფუძველზე მოცემულია ახსნა აღნიშნულ ქანებში ორგანული ნივთიერების არარსებობის მიზეზთა შესახებ მიუხედავად მდიდარი ორგანული სიცოცხლის არსებობისა მათი სელიმენტაციის დროს.

PALAEOBIOLOGY

A. I. SULADZE

ON THE ABSENCE OF ORGANIC MATTER IN THE EARLY PLIOCENE
DEPOSITS IN THE VICINITY OF EUPATORIA

Summary

On the basis of comparison of the data of palaeobiologic, geologic and geochemical studies of the Lower Pliocene, in particular Eupatorian deposits from the western Crimea, the reason for the absence of organic matter in the mentioned rocks despite the presence of rich organic life in the period of their sedimentation is explained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Х. Д. Гедберг. Геологические аспекты происхождения нефти. М., 1966, 49.
2. С. С. Эллери. Сб. «Генезис нефти и газа». М., 1967, 504.
3. С. Ф. Федоров, В. А. Чахмахчев, Б. М. Яковлев. Формирование нефтяных и газоконденсатных залежей в Западном Предкавказье. М., 1968, 53.
4. Э. Т. Дегенс. Геохимия осадочных образований. М., 1967, 264.
5. Г. Л. Стадников. Происхождение углей и нефти. М.—Л., 1937.
6. Н. Б. Вассоевич. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1967, 144.
7. Л. Ш. Давиташвили, Кр. Захариева-Ковачева. Происхождение каменных лесов. Тбилиси, 1975, 127.
8. Л. Ш. Давиташвили. Эволюция условий накопления горючих ископаемых в связи с развитием органического мира. М., 1971.
9. Л. Ш. Давиташвили. Сб. «Общие вопросы эволюционной палеобиологии», 1. Тбилиси, 1964, 10.
10. Ц. Д. Габелая. Рыбы плиоценовых отложений Грузии. Тбилиси, 1976.
11. Н. И. Андрусов. Избр. труды, т. 2. М., 1963, 302.
12. Б. Шэффер. Сб. «Методика палеонтологических исследований». М., 1973, 100.
13. В. В. Вебер. Сб. «Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках». М., 1956, 326.



М. Г. КАКИАШВИЛИ

О СИМВОЛИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ ГРУЗИНСКИХ ФОНЕМ

(Представлено академиком Р. Г. Натадзе 19.5.1977)

Естественный звуковой язык является наиболее полной и совершенной из всех существующих в мире систем связи и передачи информации. Среди многочисленных проблем, связанных с закономерностями языка и речевой деятельности человека, следует назвать проблему фонетического символизма, звукосимволизма. Теория звукосимволизма, которая развивается в оппозиции с теорией условности языкового знака, предполагает существование закономерной связи между звучанием и значением слова, допускает детерминированность акта наименования. Корни проблемы звукосимволизма уходят в недра древнекитайской и античной философии, она неоднократно экспериментально исследовалась учеными 20 в. [1—3]. На данном этапе развития теории звукосимволизма решаются вопросы его универсальности, природы и методики изучения. Теория условности языкового знака начиная с оппозиции Ф. де-Соссюра до сегодняшнего дня находит многочисленных сторонников среди лингвистов, поэтому каждое новое доказательство факта звукосимволизма может внести свой вклад в выяснение этой проблемы.

Существуют различные методы изучения данного явления. Мы применяли ряд методов, для того чтобы исследовать звукосимволизм на основе материала грузинского языка, а также получить конкретные данные о символике отдельных фонем.

Целью нижеописанного эксперимента являлось выявление и измерение символизма грузинских фонем методом семантического дифференциала Осгуда. Этот метод Осгуд предложил для измерения «прагматических значений», но он может быть успешно использован для измерения степени определенной эмоциональной окраски изолированных фонем. В эксперименте в качестве испытуемых выступали в основном студенты инженерно-экономического факультета ТГУ, всего 30 референтов.

Референтам в случайной последовательности предлагали оценивать грузинские фонемы, т. е. индексировать их качественно и количественно с помощью двухполюсных шкал, задаваемых парой антонимичных прилагательных. Каждая шкала имела семь градаций степени вхождения звуков в данное качество. Референтов знакомили с инструкцией следующего содержания: Вы участвуете в эксперименте, целью которого является изучение звуков грузинского языка; перед Вами лежат карточки на обратной стороне которых напечатаны грузинские буквы; переверните карточки (по одной), прочтите букву, произнесите негромко и постарайтесь определить ее место на предложенных шкалах (всего девять шкал).

Полученные данные были обработаны на основе статистических методов. Мы оперировали шкалами как интервальными, и поэтому в 31. „მთაბდგ“, ტ. 88, № 2, 1977



качестве меры центральной тенденции послужила средняя арифметическая M , а мерой вариабельности — стандартное отклонение

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M)^2}{N}}$$

Надежность отклонения средней от нейтрального значения 0 определяли по формуле

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_{M_1}^2 - \sigma_{M_2}^2}},$$

где $M_1=0$ и $\sigma_{M_1}^2=0$;

Было определено два вида отношений: отношение между шкалами в зависимости от восприятия звуков по ним и отношение между звуками в зависимости от тех признаков, по которым они оценивались. Нейтральными значениями считали средние веса, попавшие в зону шкалы от $-0,5$ до $+0,5$. Средние веса, значения которых попадали за пределы нейтральной зоны, т. е. $+0,5 \leq M \leq -0,5$, являлись мерой символики звуков.

Эти значения свидетельствуют о том, что звук обладает определенной символикой. Величина отклонений средней от нейтральной зоны 0 служит мерой степени символики звуков по данной шкале. На рис. 1 геометрически представлено расположение фонем в семантической плоскости пересечения шкал сильный-слабый и приятный-неприятный.

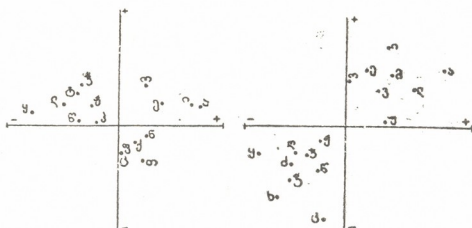


Рис. 1

Рис. 2 геометрически изображает расположение фонем в плоскости пересечения шкал теплый-холодный и приятный-неприятный.

Можно назвать некоторые физические корреляты символики звуков: в измерении оценка-сила существует определенная связь между физическими свойствами согласных и полученной оценкой, а именно грузинские глухо-резкие согласные оцениваются высшими баллами по шкалам сильный и неприятный, а в измерениях слабый и приятный придыхательные согласные σ , σ , β , β , ζ получают высшие оценки.

Резко выражено различие оценок гласных и некоторых согласных: гласные воспринимаются как теплый, приятный, мягкий, светлый, а согласные σ , β , ζ , η — как темный, неприятный, тяжкий, сильный; согласные ζ , β , ζ оцениваются как маленький и слабый.

Объективная закономерность субъективных оценок грузинских фонем должна отражаться в словообразованиях данного языка, т. е. фонемы различной символики с различной частотой должны быть применены при наименовании разных предметов и явлений внешнего мира. Этого мнения придерживается ряд авторов [4, 5]. Выявление такой закономерности являлось задачей наших дальнейших работ. С этой целью часть грузинских словообразований (1890) мы сгруппировали в восьми антонимных категориях: большой-маленький, сильный-слабый, приятный-неприятный, светлый-темный и т. д. (категории соответствовали примененным в первом эксперименте шкалам). Это были преимущественно глаголы, имена существительные и имена прилагательные. Вычисляли частоту и вероятность фонемы в каждой категории слов; фонемам приписывали ранги по показателям относительных частот в каждой категории, ранги приписывали также по их оценкам на соответствующей шкале и вычисляли коэффициент ранговой корреляции.

Была обнаружена достаточно высокая положительная корреляция ранговых показателей, значения r_0 колеблются в пределах $+0,5 \leq r_0 \leq 1$. Такой результат позволяет заключить, что субъективные оценки фонем в достаточной степени отражаются в определенной части грузинских словообразований, или, как пишет А. И. Журавлев, «существует соответствие символического и понятийного аспектов семантики знака» [6]. Необходимо отметить, что каждый речевой элемент характеризуется «индексом частоты» и существуют методы его изучения. С их помощью устанавливаются индексы частоты речевых элементов разных языков и среди них фонем грузинского языка. На основании полученных нами результатов распределения частот фонем в разных категориях слов можно предполагать, что их дифференциация по индексу частоты не является постоянной: в каждой категории доминирует определенная группа фонем, которые по индексу частоты в других категориях уступают место другим фонемам; например, в категориях «сильный» и «большой» вдвое повышена частота фонем δ , γ , ϱ , ∂ , $\acute{\alpha}$, ϱ , \flat , ξ , по сравнению с категориями „слабый“ и „маленький“, в которых гораздо чаще встречаются фонемы ζ , ∇ , ϑ , ζ ; в категории „легкий“ на фоне частот отдельных фонем особенно выделяется частота фонемы ϑ ; фонемы \flat , ξ , γ , сравнительно часто встречаются в категориях „неприятный“, „плохой“.

Логично основой такого неравномерного распределения частот в разных категориях слов считать феномен символизма, «который основан на имитационном инстинкте человека» [7]. Таким образом, символизм в грузинском языке четко выражен как в определенной части грузинских словообразований, так и в субъективных оценках отдельных фонем.

მ. კაკიაშვილი

ქართული ფონემების სიმბოლურ მნიშვნელობათა შესახებ

რეზიუმე

ჩვენს მიზანს შეადგენდა ფონეტიკური სიმბოლიზმის საკითხის კვლევა ქართული ენის მასალაზე. როგორც შედეგები ადასტურებენ, შესაძლებელია ვილაპარაკოთ ქართული ფონემების ცალკეულ მნიშვნელობებთან დაკავშირებაზე. ეს კავშირი მსგავსი კანონზომიერებით იჩენს თავს როგორც ფონემათა სუბიექტური განცდისას, ისე ქართული ლექსიკის გარკვეულ ნაწილში.

PSYCHOLOGY

M. G. KAKIASHVILI

CONCERNING THE SYMBOLIC VALUE OF GEORGIAN PHONEMES

Summary

The problem of phonetic symbolism has been studied by a number of methods, using the material of the Georgian language.

An irregular distribution of phoneme frequencies in various word categories has been found, which can reasonably be accounted for by the phenomenon of symbolism. It is concluded that sound symbolism is regularly manifested in subjective judgements of phonemes as well as in a certain part of Georgian words.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Sapir. J. Exp. Psychol. № 12. 1929.
2. S. S. Newman. Further Experiments in Phonetic Symbolism. J. Psychol. N45, 1933.
3. დ. უზნაძე. შრომები, ტ. 1. თბილისი, 1956.
4. А. Г. Байндурашвили. Экспериментальная психология наименования. Тбилиси, 1971.
5. S. N. Weiss. Phonetic Symbolism Re-examined. 61, N 6. 1964.
6. А. И. Журавлев. Фонетическое значение. Л., 1974.
7. N. Marchand. Indo-germanische Forschungen. 64, 1959.

Т. М. АЛИЕВ

СТРУКТУРА ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком И. С. Микеладзе 26.7.1977)

Эконометрические модели, представляющие собой взаимосвязанную систему регрессионных уравнений и тождеств, находят все большее применение при моделировании экономических процессов на всех уровнях народного хозяйства [1—3]. В статье рассматривается вопрос построения эконометрической модели, предназначенной для расчетов в сводном блоке отраслевой подсистемы АСПР союзной республики, в котором рассчитываются основные обобщающие показатели роста и развития отрасли в целом.

Предлагаемая модель ОТП-1 построена на основе реальных статистических данных, характеризующих состояние основных показателей пищевой промышленности республики за 1960—1975 гг. Рекурсивная форма модели обеспечивает по меньшей мере три основных преимущества перед другими видами эконометрических моделей: во-первых, не возникает проблемы идентификации уравнений модели; во-вторых, расчет оценок параметров уравнений функционирования может быть обоснованно произведен классическим методом наименьших квадратов, причем получаемые оценки будут состоятельными и несмещенными; в-третьих, модель пригодна к использованию в практической работе из-за простой процедуры прогнозных и имитационных расчетов.

Модель ОТП-1 содержит 19 эндогенных и 6 предопределенных переменных, анализ причинно-следственных связей которых позволил образовать 19 уравнений, 14 из которых являются уравнениями функционирования, 5 — тождествами. Кроме того, в модели рассчитываются производные показатели, характеризующие эффективность пищевой промышленности в целом (например, производительность труда, фондоотдача, фондовооруженность и др.), и показатели темпов роста и прироста на пятилетку и по годам. Перейдем к описанию полученной структуры модели ОТП-1.

1. Уравнение трудовых ресурсов. Для определения среднегодовой численности персонала пищевой промышленности L_t использовались различные регрессионные уравнения — как линейные, так и нелинейные. Окончательно отобрано

$$L_t = 3430,04 + 0,962 L_{t-1}. \quad (1)$$

2. Функция капитальных вложений. Объем производственных капитальных K_t рассчитывается в зависимости от объема капитальных вложений в промышленность союзной республики в целом:

$$K_t = 4435,48 + 0,182 K_t^{np}. \quad (2)$$



3. Функция ввода в действие основных фондов.

Ввод в действие производственных объектов капитального строительства пищевой промышленности ΔF_t рассчитывается по уравнению распределенного запаздывания отдачи соответствующих капитальных вложений двух предыдущих лет K_{t-1} , K_{t-2} и объема капитальных вложений текущего периода K_t :

$$\Delta F_t = -4858,6 + 0,64 K_t + 0,24 K_{t-1} + 0,12 K_{t-2}. \quad (3)$$

4. Уравнение основных фондов. Среднегодовой объем основных производственных фондов F_t связывает основные производственные фонды предыдущего года с объемом вводимых в действие фондов в текущем году:

$$F_t = -21146,81 + 1,032 F_{t-1} + 1,011 \Delta F_t. \quad (4)$$

5. Производственная функция. Это основное уравнение модели, которое определяет общий объем валовой продукции V_t как нелинейную функцию среднесписочной численности персонала L_t , среднегодового объема основных производственных фондов F_t и показателя $e^{\lambda t}$, автономно учитывающего влияние научно-технического прогресса на рост производства продукции в пищевой промышленности:

$$V_t = 9,207 L_t^{0,459} F_t^{0,541} e^{0,054 t}. \quad (5)$$

6. Уравнение товарной продукции. Статистическое уравнение связывает объем товарной продукции пищевой промышленности T_t с объемом валовой продукции:

$$T_t = -72480,0 + 0,856 V_t. \quad (6)$$

7. Уравнение реализуемой продукции. Реализуемая продукция P_t определяется из следующего регрессионного уравнения:

$$P_t = -274172,0 + 0,906 T_t. \quad (7)$$

8. Уравнение амортизации. Регрессионное уравнение амортизационных отчислений A_t зависит от среднегодовой стоимости F_t :

$$A_t = -746,7 + 0,06 F_t. \quad (8)$$

9. Уравнение материальных затрат. Материальные затраты M_t определяются из уравнения, связывающего их пропорциональной зависимостью с валовой продукцией:

$$M_t = -126198,0 + 0,839 V_t. \quad (9)$$

10. Уравнение оборотных средств. Среднегодовой объем оборотных средств O_t определяется из уравнения

$$O_t = -30237,5 + 0,361 M_t. \quad (10)$$

11. Уравнение оплаты труда. Общий фонд оплаты труда Φ_t определяется из линейного регрессионного уравнения, в качестве фактора-аргумента которого выступает величина чистой продукции Y_t :

$$\Phi_t = -22958,2 + 0,244 Y_t. \quad (11)$$

12. Уравнение используемой продукции. Объем продукции пищевой промышленности, используемой на территории республики Y_t^n определяется из уравнения

$$Y_t^n = 1219412,0 + 0,751 V_t. \quad (12)$$

13. Функция прибыли. Объем прибыли в целом пищевой промышленности определяется из уравнения

$$\Pi_t = -38324,87 + 0,51 Y_t. \quad (13)$$

14. Уравнение вывоза продукции. Вывоз продукции пищевой промышленности из республики рассчитывается следующим образом:

$$S_{1t} = 43198,5 + 1,849 Y_t. \quad (14)$$

15. Тождество чистой продукции. Объем чистой продукции Y_t вычисляется из соотношения

$$Y_t = V_t - (M_t + A_t). \quad (15)$$

16. Тождество условно-чистой продукции. Объем условно-чистой продукции пищевой промышленности Y_t' определяется из формулы

$$Y_t' = V_t - M_t. \quad (16)$$

17. Тождество рентабельности. Величина уровня рентабельности R_t пищевой промышленности республики определяется в % из тождества как отношение прибыли к производственным фондам:

$$R_t = \frac{\Pi_t}{F_t + O_t} \cdot 100 \%. \quad (17)$$

18. Тождество ввоза-вывоза. Сальдо ввоза-вывоза продукции S_{1t} пищевой промышленности определяется из соотношения

$$S_{1t} = Y_t^n - Y_t. \quad (18)$$

19. Тождество ввоза. Объем ввоза продукции в республику определяется как

$$S_{1t}^{vb} = S_{1t}^b - S_{1t}. \quad (19)$$

Оценка параметров уравнений модели, за исключением уравнений (4) и (5), произведена классическим методом наименьших квадратов по программе множественной регрессии на ЭВМ единой серии ЕС. Оценка уравнения (4) выполнена нормативным, а (5) — комбинированным методом [3].

Кроме оценок регрессионных коэффициентов, в модели ОТП-1 рассчитывается целый ряд статистических характеристик, характеризующих каждое уравнение в отдельности: стандартные ошибки коэффициентов регрессии, коэффициенты частной и множественной регрессии, коэффициенты Дарбина—Уотсона, выявляющие автокорреляцию остатков, частные коэффициенты средней эластичности, доверительные интервалы оценок, показатель средней ошибки каждого уравнения.

Дадим интерпретацию некоторых уравнений модели, схему расчетов по ОТП-1 и возможные пути ее использования.

Из анализа параметров центрального уравнения (5) вытекает, что увеличение занятости и основных фондов в пищевой промышленности на 100% привело бы к увеличению валовой продукции соответственно на 46 и 54%. Коэффициент же эластичности, учитывающий влияние нейтрального научно-технического прогресса показывает, что среднего-



довой прирост валовой продукции в объеме 5,4% объясняется техническим прогрессом в отрасли. Коэффициенты регрессии, например, в уравнениях (6) и (10) характеризуют увеличение товарной продукции и оборотных средств на единицу прироста валовой продукции и материальных затрат соответственно, т. е. прирост объема валовой продукции и материальных затрат на 1 тыс. рублей приводит к увеличению товарной продукции на 885,7 рублей и к увеличению затрат оборотных средств на 361 рубль.

Схема расчетов проста. Подставлением значений экзогенных переменных и начальных значений лаговых переменных последовательно вычисляются все эндогенные переменные, в соответствии с их определением по уравнениям и тождествам (1)—(19). На каждом следующем шаге итерации проводятся аналогичные процедуры, но вместо начальных лаговых переменных подставляются их значения, найденные в модели на предыдущем шаге.

Полученная структура эконометрической модели используется для следующих основных целей: во-первых, для анализа взаимосвязанных эндогенных показателей, характеризующих пищевую промышленность республики в целом; во-вторых, для комплексного прогноза экономических переменных модели на перспективу при известной уверенности, что в основном сохраняются сложившиеся экономические тенденции, в-третьих, для проведения имитационных прогнозных расчетов на перспективу с целью исследования процесса функционирования системы при принятии определенных экономических решений.

Госплан Грузинской ССР
Вычислительный центр

(Поступило 29.7.1977)

ეკონომიკა

ბ. ალიევი

საქართველოს სსრ კვების მრეწველობის ეკონომეტრიკული
მოდელის სტრუქტურა
რეზიუმე

დამუშავებულია რეკურსიული ეკონომეტრიკული მოდელი და მოქმენილია მისი სტრუქტურა საქართველოს სსრ კვების მრეწველობის სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე. მოყვანილია მიღებული შედეგების ეკონომიური ინტერპრეტაცია.

ECONOMICS

T. M. ALIEV

ECONOMETRIC MODEL STRUCTURE OF THE FOOD INDUSTRY OF THE GEORGIAN SSR

Summary

The paper presents the structure of a recursive econometric model of the food industry developed on the basis of statistical data for the Georgian SSR (1960-1975). Economic interpretation of results is adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Емельянов, Ф. И. Кушнирский. Моделирование показателей развития экономики союзной республики. М., 1974.
2. Г. В. Розанов. Статистическое моделирование отрасли. М., 1976.
3. И. Г. Адирим, Я. А. Янов, Р. Я. Почс. Система моделей прогнозирования роста народного хозяйства республики. Рига, 1975.

ა. ასათიანი

ნიმუშები საინგილოს ტოპონიმიკიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიურმა 5.9.1977)

საქართველოს ამა თუ იმ კუთხის ტოპონიმიკური ტერმინოლოგია ერთიანი ქართული ენის ლექსიკის განუყოფელი ნაწილია.

ჩვენი ქვეყნის ისტორიულ, ლიტერატურულ, ეტიმოლოგიურ წყაროებსა და ძველ სიგელ-გუჯრებში მეტწილად არის აღბეჭდილი საქართველოს სხვადასხვა კუთხის ძველი გეოგრაფიული სახელწოდებანი. მეცნიერებაში „ქართლის ცხოვრება“ სამართლიანადაა მიჩნეული ტოპონიმთა ერთ-ერთ უძველეს წყაროდ, რომლის საშუალებითაც ხდება ყველასაგან დავიწყებული რომელიმე ადგილის სახელის აღდგენა-გაცოცხლება. სწორედ ამ მიმართებით დღეს ჩვენში მიმდინარეობს საქართველოს ტოპონიმთა ფართო მასშტაბით შეკრება და სათანადო შესწავლა. ამ საკითხზე ყურადღების გამახვილების მიზნით ჩვენ შევეცადეთ ნიმუშების სახით წარმოგვედგინა ზოგიერთი მასალა საინგილოს მდიდარი ტოპონიმიკიდან.

საინგილოს ტერიტორიაზე დადგენილ ტოპონიმებში ასახულია ინგილოთა ძველი ისტორია, მათი გონებამახვილობა და ყოფა-ცხოვრება. ადგილის სახელწოდებად ჩვეულებრივ შერჩეულია ისეთი შესატყვისი სიტყვა ან გამოთქმა, რომელიც ერთგვარ მინიშნებას იძლევა ამ ადგილზე ან საერთოდ მასთან დაკავშირებულ რაიმე მოვლენაზე. ჩვენ ჯერჯერობით შევაგროვეთ საინგილოს ძირითადი ნაწილის მიკრო-, მაკრო- და საკუთრივი ტოპონიმები. ერთიანი ანალიზი ინგილოური ტოპონიმებისა გათვალისწინებულია მომავლისათვის.

აღწერილი 545 ტოპონიმიდან (13 სოფლის ტოპონიმი) ნაწილი შინაარსობრივი თვალსაზრისით გასაგებია და ეტიმოლოგიურ კვლევა-ძიებას არ მოითხოვს. მაგალითად: ატმიონდორი — სახნავ-სათესი ადგილი სოფ. მოსულში (ატამი); ვერხობა — სოფ. მოსულის ერთ-ერთი უბანი (ვერხვის უბანი); ზოლ ბაზარი — ყოფილი ციხე-ქალაქი (ძველი ბაზარი) — მდებარეობს სოფ. ბახთალაში. აქვეა ლეონ მეფის მიერ აგებული ლეთისმშობლის ეკლესია (მე-16 ს.); კოსკი + ლეღე — ლეღე სოფ. ალიბეგლოში (კაცის საკსახ. კოსკი); ქუვიანი — საყანე ადგილი სოფ. ითითალაში (ქვიანი) და სხვ.

მოსული — სოფლის სახელია ზაქათლის რაიონში. ამ სოფლის სახელწოდება ახლად მოსული ხალხის, ე. ი. ახალშენების სახელთანაა დაკავშირებული. არ არის მოსალოდნელი, რომ მას კავშირი ჰქონდეს ირანის ამავე სახელწოდების ადგილთან. ყიფჩაღი — სოფელი კახის რაიონში. შესაძლებელია, რომ ამ ხალხის წინაპრნი ის ყიფჩაღნი იყვნენ, რომლებიც დავით აღმაშენებელმა გადმოიყვანა ჩრდილო კავკასიიდან და ნაწილი აქ დაასახლა. ინგილოთა ერთ-ერთ უძველეს სოფელს შოთავარი ჰქვია, რაც დაკავშირებულია შოთას სახელთან.

საინგილოს ტოპონიმების ქართული ნაწილი სხვადასხვა თვალსაზრისით იქცევს ყურადღებას. ზოგი გვევლინება დიალექტური ფორმით, ზოლო ნაწილს შემონახული აქვთ ძველი სახე. კობალა — მდინარის სახელწოდებაა კახში. საინტერესოა, რომ ასეთი აღნაგობის ტოპონიმი გვხვდება საქართველოში: კობლიანთკარი, კობლიანთ ხევი (მესხეთი), კობალა (აჭარა), კობალი (ჭიათურის).

ახლოს); შდრ. გვარი კობლიანიძე; კომბალი—კობალი—კობალა; აზნაური—
 ნასახლარი სოფ. კახში. იგულისხმება აზნაურების სამოსახლო ადგილი; მონ-
 ახთირ — ეკლესიის ნანგრევია სოფ. ყუმში. მონახთირი უნდა მომდინარე-
 ობდეს სიტყვა მონასტრისაგან: მონასტირ—მონაფტირ—მონაპტირ—მონახ-
 თირ. ამის საფუძველს გვაძლევს დიალექტებში დაცული ფორმები: მოსტეხა—
 მოატეხა—მოპტეხა (კახ.), ჰყავს—ხყავს—ხავს (გურ.); სამარობანი პროფ.
 ივ. იმნაიშვილის აზრით, ნიშნავს „ბევრ საფლავს“, „საფლავებს“. აკად. ა. შა-
 ნიძის გაგებით, „სამარობანი“ ნაწარმოები სიტყვაა, სადაც „ობან“ იგივე
 ელემენტია, რაც დღევანდელი „ობა“; იგი კოლექტიურობას, ჯგუფს, სიმ-
 რავლეს აღნიშნავს (ახალგაზრდობა, გლეხობა); ინგილოურში იხმარება სასაფ-
 ლაოს ზოგადი მნიშვნელობით—„სამაროვანი“ ან „სამაროვანი“. „ობ“ ინგილო-
 ურში ჩვეულებრივ გვაძლევს „ოვ“-ს. სოდრიანი—სათესი მინდორია
 სოფ. ალიაბაღში. სოდა ერთწლიანი თეთრი ფერის ყვავილოვანი მცენარეა;
 წუწუწურა წყარო—წყარო სოფ. მოსულში. წუწუწურა ნიშნავს
 წვეთ-წვეთად მომდინარეს; წუნტლები ნაჭადი—საყანე მინდორი
 სოფ. ითითალაში. „წუნტლები“ უნდა მომდინარეობდეს „წუნკლებიდან“
 (ტ-კ); ჭანდრი საყდარ—მდებარეობს კეჭენის მთაზე კახის რაიონში.
 ამ ეკლესიის სახელწოდება უნდა მომდინარეობდეს ჭადრისაგან (ჭადრის ხე);
 ჭიპლიანი—სათესი მინდორი სოფ. ალიაბაღში. ჭიპლი იგივეა, რაც
 წირპალი. ჭიმეკე—მინდორი სოფ. კახში. „ჭიმი კანაფის ავშარა“ (საბა).

„ავშარა“ განმარტებულია როგორც სილა, ქორაკი, ულაგმო, აღვირი, HE-
 ДОУДОК (ნ. ჩუბ.). ჭიმი, როგორც ტექსტებიდან ჩანს, აღვირის სინონიმია,
 ი. ქერქაძე ამ სახელთან დაკავშირებით წერს: „ეს სახელი ინტერესს იწვევს
 წარმოების თვალსაზრისით; იგი აშკარაა ჭიმეკე ზმნურ ფუძეს უკავშირდებ-
 ბა, წარმოდგენილია ფუძის სახით — უაფიქსოდ“. ინგილოურში გვაქვს „ჭი-
 მი“ და „ჭიმეკე“, ორივე ნიშნავს გრძლად დალაგებულ მიწის დიდ ბელტებს,
 ე. ი. ვაჭიმულ ბელტებს. „ჭიმეკეში“ შემორჩენილია ვ ფორმანტი, თუმცა პა-
 რალეულურად გვაქვს ფუძის სახითაც („ჭიმი“).

ზოგიერთ ტოპონიმში მსახლვრელ ნაწილად გვევლინება „ჩანგრევ“, რაც
 მომდინარეობს მიმდებარისაგან „ჩანგრეული“. ინგილოურში ულ ხმოვნის
 მომდევნოდ ჩვეულებრივ იქცევა ელ-დ და ამ უკანასკნელში ლ იკარგება.
 ჩანგრეევ არტიზანი—წყარო სოფ. ალიაბაღში და სხვ.

ჩაწერილი ტოპონიმებიდან 162 სახელწოდება ნარევიანია, ე. ი. ტოპონიმის
 ნაწილი ქართულია, ნაწილი სხვა ენის კუთვნილება. შერევის პროცესი ზოგი-
 ერთ ტოპონიმში დასრულებულია, მაგრამ არცთუ იშვიათად გვხვდება დაუს-
 რულებელი სახითაც; შეინიშნება ფონეტიკურ მოვლენათა ჭიდილი. ასეთებია:
 ზელ ჰირდეე — ნასახლარი სოფ. კახში (ძველი ნასახლარი); ანდროზაბ
 ბულალ — წყარო სოფ. ქოთოქლოში („ბულალ“ აზერბ. ნიშნავს წყაროს);
 ტუნყინ ქერიზი — ჭა, სოფ. მოსულში („ქერიზი“ აზერბ. ნიშნავს ჭას);
 ჩოქაქამბები — მინდორი სოფ. მოსულში („ჩოქაქ“ აზერბ. ნიშნავს დაბ-
 ლობ ადგილს); მიხაბ ჰენდ — მინდორი სოფ. ზაგამში და სხვ.

ტოპონიმთა გარკვეული ნაწილი ნაწარმოებია საგვარეულო სახელებით:
 თებლიანი — თებლიაშვილები; ობოლაანი — ობოლაძეები; ქა-
 რანი — ქარაშვილები; ტუხანი — ტუხაშვილები; ომარაანი —
 ომარაშვილები და სხვ.

ინგილოურ ტოპონიმთა დიდი ნაწილი ნაწარმოებია იან სუფიქსით;
 ჭიპლიანი, კომშიანი, ბატიანი, ჩალიანი, გვაქვს ასეთი ფორმებიც:
 ქუვრიანი (შდრ. ქვიანი), კანაფრიანი, სოდრიანი, ზოზრიანი, შუნდრიანი.
 ასეთ ფორმებში რ-ს გაჩენის მიზეზი ჯერჯერობით უცნობია.

ზოგიერთ ტოპონიმში იან-თან ერთად გვხვდება გაქვავებული სახით მრავ-
 ლობითის -ებ სუფიქსიც; დილანიანიები, ტარალანიები, აიდგარიანიები...

ან-ში ა დაკარგულია: შაბინები, კოყუნები, ბაკონები...

ებ სუფიქსიანი ტოპონიმები: გორახეზი, აწუნები, მეშოკინები, და მისთანანი მეტყველებენ, რომ სიტყვის ფუძეს ერთვის ებ სუფიქსი და გვაძლევს ტოპონიმს, რომელსაც გვარის გაგებაც აქვს.

ინგილოურში მსაზღვრელ-საზღვრულის პროპრიუტიული წყობის დროს ნათესაობითი ბრუნვის ნიშნისეული -ს მსაზღვრელს მოკვეცილი აქვს. ბოლო-თანხმოვნიანები ი ელემენტით გვევლინება (ყანდალი ჯევი, გაპრი მინდორი, ყაფრი ჰანდი, ბაკაკი წყარო, ჩირლილი კორკორა...), ხოლო ბოლოხმოვნიანებთან შემორჩენილია — ა (კორაწა, ტყე, აბდულაა წყარო, ტანკეტაა ჩალა...).

ნათესაობითის ის მთლიანად დაკარგული აქვს მსაზღვრელს: შამილ ბინა, ქიმარ ბინა, არშავ მინდორ...

ატრიბუტული მსაზღვრელი სახ. ბრუნვაშია დასმული. მაგ.: აწწლიანი ყორღები, ცხილიანი ყორღები... თანამედროვე ქართულის ეს ნორმა დაცულია ინგილოური დიალექტის ალიაბათურ კილოკავში, ხოლო კაკურში ფუძეთანხმოვნიანი მსაზღვრელიცა და საზღვრულიც სახელობით ბრუნვაში წარმოდგენილია მხოლოდ ფუძით: ახალ სამარუან, დიდ ყორღო.

მსაზღვრელს მრავლობითის გაგება აქვს: მურატალიან ობა (მურატალიანთ უბანი) თულაჩან ბინა, სუყან ობა და სხვ. ამ ტოპონიმებში თ დაკარგულია, მაგრამ მრავლობითის მნიშვნელობა მაინც შემორჩენილია.

საინგილოს ტოპონიმთა ერთი ნაწილი მეორეულია და არაქართული წარმოშობისაა. მოძმე აზერბაიჯანელ და დაღესტნელ ხალხთან მკიდრო ეკონომიურმა და კულტურულმა ურთიერთობამ განაპირობა რიგი ტოპონიმების წარმოშობა. მაგალითად: ერმენი ყაბურღულ — ასაფლაო სოფ. ქოთოქლოში. ტოპონიმი აზერბაიჯანულია და ნიშნავს სომხების სასაფლაოს; ურუსყირან მინდვრის სახელია სოფ. ალათემურში (ის ადგილი, სადაც დაიხოცნენ რუსები); ბუღდალუ — მინდორი სოფ. ალიაბადში („ბუღდა“ აზერბ. ნიშნავს ხორბალს); ალიაბათილიაბადი სოფელი ზაქათლის რაიონში. ძველად ამ სოფელს ერქვა ელისენი. ტოპონიმი იყოფა ორ ნაწილად: ალია-ბათილად. „ალია“ კაცის სახელია, მისთანა დაკავშირებული ამ სოფლის გაშენება. მეორე ნაწილი „ბათ“ — „ბად“ შესაძლოა თ—დ. ე. ი. „ალიას გაშენებული სოფელი“ (გვაქვს კიროვბადი, აშხაბადი); გულუტი — სოფლის სახელია კახის რაიონში. ტერმინი აზერბ. ნიშნავს ვარდიანს.

ინგილოურ ტოპონიმთა ნაწილი გამოირჩევა თავისი „უცნაური“ შედგენილობით. მათი ტოპონიმიკური შედგენილობის ახსნა ჯერჯერობით არ ხერხდება, რადგანაც არ გავაჩნია ერთიანი საქართველოს ტოპონიმიკური აღწერილობა. ასეთებია: კემურა — თხილის ბარი ალიაბადში; ქირდა — საყან სოფ. ითითალაში და სხვ.

ინგილოურ ტოპონიმთა უმრავლეს ნაწილს დღემდე შემოუნახავს თვითმყოფადობა, მათი შეგროვება და შესწავლა ჩვენი მორიგი ამოცანაა.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 9. 9. 1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

А. Р. АСРАТОВ

ОБРАЗЦЫ ИНГИЛОЙСКОЙ ТОПОНИМИКИ

Резюме

Исследована, научно рассмотрена ингилойская топонимика, ее состав и происхождение. Выявлены грузинские, азербайджанские и смешанные топонимы. Поставлен вопрос об изучении топонимов этого диалекта.

A. R. ASRATOV

PATTERNS OF TOPONYMS FROM THE INGILO DIALECT OF THE
GEORGIAN LANGUAGE

Summary

The structure and origin of Ingilo toponym have been studied. Toponyms of Georgian, Azerbaijanian, and mixed origin have been identified. The need of studying the toponyms of this dialect is indicated.

8. გოგოლაშვილი

ზინის საკითხისათვის -იზ სუფიქსიან ზმნათა ფორმებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიურმა 13.9.1977)

-იზ სუფიქსი ხმოვანმონაცვლე სუფიქსია: დრო-კილოთა პირველ სერიასა და მისგან ნაწარმოებ ფორმებში ე გახმოვანებითაა წარმოდგენილი — ან-გრ-იზ-ს, ნ გრ-იზ-ა, მნ გრ-იზ-ე ლი... ხოლო მეორე სერიის ფორმებში ი გახმოვანებით— და ან გრ-ი-ა, და ან გრ-ი-ო ს... როგორც ვხედავთ, მეორე სერიის ფორმებში -იზ/-იზ სუფიქსი კიდევ ერთ თავისებურებას ავლენს: იკარგება სუფიქსის თანხმოვნითი ნაწილი — და ან გრ-ი-ა—და ან გრ-იზ-ა. ეს ფაქტი ინტერესს აღძრავს იმიტომაც, რომ გარკვეულ შემთხვევებში ემავე ზმნურ ფორმებში ხდება მ-ს ჩართვა ხმოვანთგასაყარად. მხედველობაში გვაქვს ხმოვანფუძიანი სახელებისაგან წარმოებული ზმნური ფორმები: და ან ხ რ და ა-მ-ა, გა ა-ხ ე-მ-ა, და ა-ან ს ლ-ო-მ-ა... ე. ი. ერთ შემთხვევაში ხდება ზინის დაკარგვა და წარმოიქმნება ხმოვანთკომპლექსი, ხოლო მეორე შემთხვევაში წარმოქმნილი ხმოვანთკომპლექსის გასათიშად ჩაერთვის ზინი. რა უნდა იყოს ამ ორი, ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესის მიზეზი, მოეპოვება თუ არა ამ პროცესებს ფონეტიკური საფუძველი, რაიმე საერთო კანონზომიერება?

ვფიქრობთ, კი. კერძოდ, ქართულისათვის ბუნებრივი და დამახასიათებელი ჩანს ისეთი ხმოვანთკომპლექსები, რომლის პირველი წევრი მაქსიმალურად ვიწროა, მომდევნო—შედარებით ფართო. ზინი იკარგება იმ შემთხვევაში, როცა მისი დაკარგვის შემდეგ ამგვარი (მაქსიმალურად ვიწრო+შედარებით ფართო) კომპლექსი წარმოიქმნება. სხვა შემთხვევაში ყოველთვის დაცულია. უფრო მეტიც, ზინი გათიშავს ისეთ ხმოვანთკომპლექსებს, რომლის პირველი წევრი არაა მაქსიმალურად ვიწრო.

იმ დებულების დასასაბუთებლად, რომ ქართულისათვის ბუნებრივია ისეთი ხმოვანთკომპლექსები, რომლის პირველი წევრი მაქსიმალურად ვიწროა, რამდენიმე საბუთის მოტანა შეიძლება.

1. ქართულისათვის არაა დამახასიათებელი ხმოვანთკომპლექსები ძირეულ მორფემებში. ხმოვანთკომპლექსები მორფემათა საზღვარზე გვხვდება. ამგვარი ხმოვანთკომპლექსები გარკვეულ ცვლილებებს განიცდიან დიალექტებში. კერძოდ, ასიმილაციისა და დისიმილაციის პროცესთა საფუძველზე კომპლექსი ის-წრაფვის ისეთი მდგომარეობისაკენ, როცა პირველი წევრი მაქსიმალურად ვიწროა [1, 2]:

აე→ეე→იე→ჰე: გაეგზავნა→გეეგზავნა→გიეგზავნა→გჰეგზავნა.

აი→ეი→იი: წაიღო→წეიღო→წიიღო.

აუ→ოუ→უუ: დაუძახა→დოუძახა→დუუძახა.

ოა→უა→ჰა: მოაქვს→მოუაქვს→მოჰაქვს.

ოე→უე: მოერგო→მოუერგო.

ეა→იე→ჰე: შეაქვს→შიაქვს→შჰაქვს.

ეე→იე→ჰე: შეებრალა→შიებრალა→შჰებრალა და სხვა.

ამ თვალსაზრისით ზმნისწინისეულ ხმოვანთა ცვლაში გამონაკლისი არა გვაქვს.



2. ამგვარივე ცვლილებას განიცდის ხმოვანფუძიან სახელთა ა და მ ხმოვნების მრავლობითობის -მზ სუფიქსისეულ მ ხმოვანთან შეხვედრისას:

აა→აე→იე: გზაეები→გზეები→გზეები; ფრთიები, ბრმიები, დიები...

აე→იე: კლდეები→კლდეები; საქმიები, ღრიები, დღიები... მსგავსი მოვლენები დადასტურებულია მესხურ, ჯავახურ, აჭარულ, იმერხელ, გურულ დიალექტებში [3].

3. ცნობილი ფაქტია, რომ ზმნური ხმოვანაფიქსები ფონეტიკურ პროცესებს (ასიმილაციასა და დისიმილაციას) ნაკლებ ემორჩილებიან. გვხვდება შემთხვევები, როცა დასახელებული კანონზომიერების ძალით ვიწროვდება ვხე-ბითის მ-პრეფიქსი: მამაა—ნამა („მას მიეპარა ყმაწვილი, დაიჭირა და იამა“—აკაკი).

ამგვარივე ცვლილებას განიცდის ნამყო ძირითადის -მ სუფიქსი ფშაურში პროსოდული ა ხმოვნის დართვისას: ვშობეა→ვშობია, იღღეგრძელეა→იღღეგრძელია, გამიმრთელეა→გამიმრთელია... (სათანადო მავალითები მრავლად დასტურდება ვაჟა-ფშაველას პოეზიაში).

4. მოვლენა რომ ახალი არაა და დამახასიათებელი იყო ისტორიულად ქართულისათვის, ადასტურებს ის, რომ მსგავსი ბგერათცვლილებები ხმოვანთკომპლექსებში დამოწმებულია საშუალო ქართულის წერილობით ძეგლებში: ოცდოექესი (←ოცდაექესი), რაგინდარიები (←რაგინდარაები), ამიებს (←ამაებს), ხატოეთი (←ხატაეთი), ციები (←ცაები), კლდეეთი (←კლდეეთი), მიორე (←მეორე) და სხვ. [4].

მოვლენის სიძველეზე უნდა მიუთითებდეს აგრეთვე ტოპონიმებში დამოწმებული ბგერათცვლილებები: სამტრედია (←სამტრედეა, საფიჩხია (←საფიჩხეა), სალორია (←სალორეა) და სხვ.

ამგვარად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ხმოვანთკომპლექსებში მიმდინარე ფონეტიკური ცვლილებების შედეგად ვიღებთ ისეთ კომპლექსებს, რომლის პირველი წევრი მაქსიმალურად ვიწროა. ყოველივე ეს კი ადასტურებს იმ დებულებას, რომ ქართულისათვის დამახასიათებელი და ბუნებრივია პირველ წევრად მაქსიმალურად ვიწრო ხმოვნის შემცველი კომპლექსები.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ვინის გაუჩინარება -მზ სუფიქსიან ზმნათა მეორე სერიის ფორმებში, ვფიქრობთ, ამ მიზეზით აიხსნება: იგი დაბრკოლებად იქცა წარმოქმნილ კომპლექსებში იზა, იზა; მისი დაკარგვა ხელს უწყობს ბუნებრივი ხმოვანთკომპლექსის წარმოქმნას. მიმდინარე პროცესში ვინის მერყევ ბუნებასაც ვარკვეული როლი ენიჭება. ამავე კანონზომიერების ძალით -მზ სუფიქსიან ზმნათა პირველი სერიისა და სახელზმნურ ფორმებში მისი არსებობა ბუნებრივი ჩანს; იზა, იზა კომპლექსებში ვინის დაკარგვა არაა მოსალოდნელი. უფრო მეტიც, ნასახელარ ზმნებში ვინის ჩართვა არაბუნებრივ ხმოვანთკომპლექსთა გასათიშადაა გამოყენებული: დაახურდა-ვ-ა/დაახურდა-ვ-ეს, გაახე-ვ-ა/გაახე-ვ-ეს, დაახლო-ვ-ა/დაახლო-ვ-ეს.

მოსაზრება იმის შესახებ, რომ -მზ სუფიქსიან ზმნათა მეორე კავშირებით ვინის დაკარგვის მიზეზი კავშირებითის მ სუფიქსია, არ ჩანს საფუძველმოკლებული, მაგრამ შესაძლოა ვიფიქროთ, რომ ამ პროცესში ვარკვეულ როლს ზემოწარმოდგენილი კანონზომიერებაც ასრულებს. ყოველ შემთხვევაში, ნამყო ძირითადში მ-ს გაუჩინარება კავშირებითის ფორმათა ვანოვადების შედეგი არ არის (შდრ. [5]). ამას ადასტურებს თუნდაც ის, რომ ნასახელარი ზმნების კავშირებითში არ გვხვდება ვინი, მაშინ, როცა ნამყო ძირითადში ყოველთვის წარმოდგენილია.

ვინის დაკარგვა ამგვარ ფონეტიკურ გარემოში არაა დამახასიათებელი მხოლოდ -მზ სუფიქსიანი ზმნებისათვის. მსგავს შემთხვევაში ვინს კარგავს

ისეთი სახელური ფუძეები, როგორცაა პ ა ტ ი ვ ი: ა პ ა ტ ი ა, პ ა ტ ი ე ბ ა; ც ი ვ ი: შ ე ა ც ი ა, ც ი ე ბ ა. ზინის დაკარგვის ანალოგიურ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე ფორმაში გ ა ნ თ ი ა დ ი—გ ა ნ თ ი მ ა დ ი.

სიტყვაწარმოებითი -იან, -იმრ სუფიქსების თავდაპირველ სახედ იმ-ან, იმ-მრ ივარაუდება. ზინის გაუჩინარება ამ სუფიქსებში ზემოაღნიშნული კანონზომიერებით უნდა აიხსნას. -იმრსუფიქსის შემთხვევაში ამის მტკიცებისათვის საგულისხმო საბუთს იძლევა ისეთი ფორმების არსებობა, როგორცაა ღ ო ნ-ი მ-რ ა დ, გ ო ნ-ი მ-რ უ ლ ი. სათანადო ფონეტიკური გარემოცვის მოშლა იწვევს დაკარგული ზინის აღდგენას.

მსგავს ფონეტიკურ გარემოცვაში სხვა ბგერათა დაკარგვის შემთხვევებიც დასტურდება: ნ ა რ ი ე კ ა რ გ ე ბ ა შ უ ა ლ ო ბ ი თ ი კ ო ნ ტ ა ქ ტ ის ფ ო რ მ ე ბ შ ი—ა კ ე თ ე ბ ი ე ბ ს (—ა კ ე თ ე ბ ი ნ ე ბ ს), გ ა ა კ ე თ ე ბ ი ა (—გ ა ა კ ე თ ე ბ ი ნ ა). იგივე საფუძველი უნდა გააჩნდეს ღონის დაკარგვას სიტყვებში: დ ი ა ს ა ხ ლ ის ი, დ ი ა ც ი. ამ კომპოზიტთა პირველ კომპონენტში ამგვარი ფონეტიკური ცვლილებები ივარაუდება: დ ე დ ა—დ ი დ ა—დ ი ა (ცვლილების ყველა საფეხური რეალურად დადასტურებულია დიალექტებში: მეორე—შორისდებულის ფუნქციით, ბოლო—ამოსავალი არსებითი სახელის მნიშვნელობით). თუმცა აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ზინის გარდა სხვა ბგერათა დაკარგვის თითო-ოროლა შემთხვევა დასტურდება. ეს თვით ამ ბგერათა ბუნებიდან უნდა გამოდინარეობდეს.

ზინის დაკარგვა მ3/ი3 სუფიქსიან ზმნათა მეორე სერიის ფორმებში, და საერთოდ მსგავს ფონეტიკურ გარემოცვაში, მოქმედი ფონეტიკური პროცესია. ყველა იმ შემთხვევაში, როცა ზინის მომდევნო ხმოვნის ადგილს თანხმოვანი იჭერს, ზინი აღდგება. მხედველობაში გვაქვს -მ3 სუფიქსიან ზმნათა ვნებითი გვარის მესამე სუბიექტური პირის ფორმები: მ ი ე წ ი მ ნ ე ნ, ა ი რ ი მ ნ ე ნ, შ ე მ ო ე ს ი მ ნ ე ნ, დ ა ე ხ ვ ი მ ნ ე ნ და სხვ. აგრეთვე შერწყმულ ზმნათა ჩვენება: ა ი რ ი მ-დ ა ი რ ი მ ნ ე ნ, ა რ ი მ-დ ა რ ი ა... ამასვე ადასტურებს ჩვენს მიერ ზემოთ წარმოდგენილი -იმრ სუფიქსიანი ფორმები: ღ ო ნ ი მ რ ა დ, გ ო ნ ი მ რ უ ლ ი.

ამგვარად, შეიძლება დავასკვნათ: ზინი იკარგება იმ შემთხვევაში, როცა მისი დაკარგვის შემდგომ წარმოიქმნება ისეთი ხმოვანთკომპლექსები, რომლის პირველი წევრი მაქსიმალურად ვიწროა, მომდევნო შედარებით ფართო. ზინის დაკარგვა -მ3 სუფიქსიან ზმნათა ფორმებში მოქმედი ფონეტიკური პროცესია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16. 9. 1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. Б. ГОГОЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О ЗВУКЕ з (v) В ГЛАГОЛЬНЫХ ФОРМАХ
С СУФФИКСОМ -ევ (-ev)

Резюме

В глагольных формах II серии с суффиксами -ევ (-ev) суффиксальный гласный выпадает, в остальных случаях сохраняется.

Устанавливается закономерность: суффиксальный з (v) выпадает в том случае, если в результате возникает комплекс таких гласных, из которых первый максимально узок, а последующий — шире. Такие комплексы характерны для грузинского языка. В остальных случаях з (v) сохраняется.

G. B. GOGOLASHVILI

ON THE PROBLEM OF ვ(v) IN VERBS WITH THE SUFFIX -ევ (-ev)

Summary

The present paper is devoted to the study of the loss of the consonant ვ (v) in Georgian verbs with the suffix -ევ (-ev).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. ძიძიგური. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, I, 1946.
2. გ. გოგოლაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 75, № 3, 1974.
3. შ. ძიძიგური. ძიებანი ქართული დიალექტოლოგიიდან. თბილისი, 1954, 138.
4. ი. ქავთარაძე. ქართული ენის ისტორიისათვის, I. თბილისი, 1964, 318.
5. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები, I. თბილისი, 1973, 413.



Ш. В. ГАБЕСКИРИЯ

К СТАТИСТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕКСИКИ ЮНУСА ЭМРЕ

(Представлено академиком С. С. Джикия 26.7.1977)

Язык крупнейшего турецкого поэта XIII—XIV вв. Юнуса Эмре изучен мало. На сегодняшний день известны сборник стихов — диван и дидактическая поэма «Назидательное послание». Диван Ю. Эмре содержит 365 „ilâhî“ (духовный гимн) и münâcât (молитва) [1]. Количество двустиший в диване — 2876, а в поэме — 573. В последней имеется также маленькая прозаическая часть.

В настоящей статье предлагаются некоторые статистические данные о лексике произведений поэта.

По нашим подсчетам, в диване Ю. Эмре встречаются 4106 слов, всего 33 918 словоупотреблений (лексемы, составленные из двух частей, так же как фонетические варианты одного слова, считаем за одну единицу). Определенную часть составляют слова, встречающиеся только один раз. В поэме поэт использовал 1328 слов, количество словоупотреблений — 5727. Частота употребления слов в диване составляет приблизительно 8,26, в поэме — 4,3. Ввиду однородности поэтического содержания, произведения Ю. Эмре с точки зрения информативности не отличаются богатством. С этим моментом связано широкое использование синонимов.

Число знаменательных и служебных лексем в диване — 3966, в поэме — 1313. Это $\approx 96,6\%$ в диване, $\approx 98,9\%$ в поэме. Часть лексики составляют собственные имена. В лирических произведениях дивана мы насчитали 140 собственных имен, а в поэме — 15. Собственные имена в диване составляют $\approx 3,4\%$, а в поэме их меньше — $\approx 1,1\%$.

В диване имеется один этноним tatar, обозначающий монгола. У поэта встречается небольшое количество топонимов, большую же часть собственных имен составляют антропонимы; это в основном персонажи Библии и Корана, герои арабско-персидской поэзии, анатолийские дервиши и др.

Частотные словари [2], составленные нами в отдельности для дивана и для поэмы, показывают разные статистические структуры.

В диване самая высокая частотность характеризует союз u/ü/ve «и» (1172); часто встречаются личные местоимения ед. числа: ben «я» (1081), sen «ты» (630), ol «он» (468) (последнее имеет функции как личного, так и указательного местоимения — «тот»). В газелях Ю. Эмре в основном обращается к слушателю. Он проповедует суфийские идеи, неоднократно используя свой личный пример. Этим обстоятельством и объясняется столь частое употребление местоимений первого и второго лица.

Из глаголов высокая частота характеризует следующие слова: ol- «быть, становиться» (964), gel- «приходить» (492), vir- «давать» 32. „მეცნიერებათა“, 88, № 2, 1977



(157), *vaq*-«идти» (130) и др. Из других частей речи следует отметить частое употребление вопросительной частицы *pe* «что» (501), имен существительных: *ḡap* «душа» (443), *söz* «слово, речь» (225), полисемантического *kim*: 1) «кто», 2) «что» (союз) (316) и т. д.

Так как собственное имя поэта должно фигурировать в последнем бейте газелей, среди антропонимов самым частым является имя Юнус (349).

В поэме чаще всего встречаются: личное местоимение ед. числа второго лица *sen* «ты» (159), глагол *ol-* «быть, становиться» (126), вопросительная частица *pe* «что» (123), указательное и личное местоимение третьего лица ед. числа *ol* «он, тот» (98), вопросительное местоимение *kim* «кто» (94), союзы: *ki* «что» (85), *u/ü/ve* «и» (66) и др.

Основу лексического фонда произведений Ю. Эмре составляют тюркские слова. Из иноязычных лексических элементов самыми многочисленными являются арабские и персидские слова. Когда эмреведы говорят о наличии лишь малого количества нетюркских слов в произведениях поэта, то такие заявления носят субъективный характер и они не подкреплены фактами.

В диване насчитывается около 660 арабских слов и выражений, что составляет $\approx 16\%$ всего словарного состава. В «Назидательном послании» 320 арабских слов, это $\approx 24\%$ всей лексики.

В газелях дивана имеется ≈ 275 персидских слов, что составляет $\approx 6,7\%$ всего словарного состава, а в поэме — около 85, т. е. $6,4\%$. В общей сложности удельный вес арабско-персидской лексики в диване $\approx 23,7\%$, а в поэме $\approx 30,4\%$, остальные заимствования (греческие, китайские, согдийские и др.) малочисленны.

По мнению большинства эмреведов, основная часть произведений дивана написана размером турецкой народной поэзии — хэдже, а часть — метрами аруза. И. В. Стеблевой высказана мысль о том, что «для построения рифмы, в равной степени, как и для реализации в тюркской языковой среде метров аруза, имел большое значение факт обогащения поэтического словаря арабо-персидской лексикой...» [3].

С этой точки зрения не лишено интереса сопоставление статистических данных стихов, написанных разными метрами. Мы взяли по 200 двестиштых газелей, написанных арузом и хэдже. Удельный вес арабско-персидской лексики в стихотворениях, написанных арузом, оказался больше.

Как показывают результаты подсчетов, частота употребления слов в диване гораздо выше, чем в поэме. Эта особенность, так же как и более высокий процент иноязычной лексики, на наш взгляд, объясняется разностью характера этих произведений. В «Назидательном послании», написанном в стиле арабско-персидских дидактических поэм, количество слов нетюркского происхождения в процентном отношении больше, чем в диване. В газелях дивана, где проповедь суфийских идей обращена к широким кругам анатолийского населения, язык поэта близок к разговорному, что и определило малый удельный вес иноязычной лексики и высокую частотность словоупотреблений.

Академия наук Грузинской ССР

Институт востоковедения

им. Г. В. Церетели

(Поступило 29.7.1977)

შ. გაბესკირია

იუნუს ემრეს ლექსიკონის სტატისტიკური მახასიათებლისათვის

რეზიუმე

მოცემულია XIII—XIV სს. თურქი პოეტის იუნუს ემრეს ლექსიკონის ზოგიერთი სტატისტიკური მახასიათებელი. გამოთვლილია პოეტის ცალკეულ ნაწარმოებში (დივანი და დიდაქტიკური პოემა) სიტყვათა და სიტყვა-ფორმათა რაოდენობა. სიტყვის ხმარების სიხშირე დივანში მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე პოემაში. პოემის არაბულ-სპარსული ლექსიკონის ხვედრითი წონა დივანისაზე მეტია. ეს განსხვავება ნაწარმოებთა თავისებურებებით უნდა აიხსნას.

PHILOLOGY

Sh. V. GABESKIRIA

ON THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF YUNUS EMRE'S VOCABULARY

Summary

Some statistical data are presented on Yunus Emre, a Turkish poet of the 13th-14th cc. As calculated by the author, in his divan the poet has used 4106 words (33.918 word-forms), whereas in the poem 1328. The frequency of use of words in the divan is about 8.26 and in the poem 4.3.

In the divan proper names account for $\approx 3.4\%$ and in the poem for $\approx 1.1\%$ of the entire vocabulary. In the poet's divan Arabic and Persian words constitute $\approx 23.7\%$ and in the poem $\approx 30.4\%$ of the whole vocabulary.

In the author's view these differences may be explained by the differing character of these works.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Gölpınarlı. Yunus Emre Divanı, Metinler, Sözlük, Açılama, m. 1—2, İstanbul, 1943.
2. G. U. Yule. The Statistical Study of Literary Vocabulary, London, 1944.
3. И. В. Стеблева. Развитие тюркских поэтических форм в XI веке. М., 1971.

Г. А. ГАМКРЕЛИДZE

К ИЗУЧЕНИЮ ДРЕВНЕКОЛХИДСКИХ ОБОРОНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. М. Апакидзе 28.8.1977)

Археологическое изучение многочисленных холмов Западной Грузии (Диха-гудзуба [1], Наохваму [1], Носри [2], Анаклиа [3], Симагре [3], Вани [4]) в настоящее время дает богатый материал для исследования и сравнения бревенчатых сооружений древней Колхиды.

Сведения Ксенофонта (IV в. до н. э.) о характере использования естественного рельефа для возведения укрепленного жилища и о том, что, отступая, варвары предавали свои бревенчатые укрепления огню [5], подтверждаются археологическими раскопками в Западной Грузии.

В связи с бревенчатыми сооружениями особо интересны сведения Витрувия (I в. до н. э.) [6]. Он описывает бревенчатую конструкцию колхидских башенных сооружений: «У колхидян на Понте, благодаря обилию лесов, кладут лежа на землю цельные деревья справа и слева на таком расстоянии друг от друга, какое допускает длина деревьев, а на концы их помещают другие, поперечные, замыкающие внутреннее пространство жилища. Затем, скрепляя по четырем сторонам углы положенными друг на друга бревнами и таким образом выводя бревенчатые стены по отвесу к нижним бревнам, они возводят кверху башни, а промежутки, остающиеся из-за толщины леса, затыкают щепками и глиной...» [6].

Специальные исследования колхидских башенных сооружений, описанных Витрувием, показали, что дома такой конструкции до сих пор сохранились в некоторых уголках Западной Грузии [7—9].

Раскопками на территории сел. Мтисдзире в 1976 г. были выявлены остатки оборонительного сооружения. Сел. Мтисдзире находится на правой стороне р. Риони, в 8 км от городища Вани. В сел. Мтисдзире наибольший интерес представляет холм «Адеишвилебис гора», где на верхней террасе восточного склона, приблизительно в 50 м от вершины, были зафиксированы мощные культурные слои.

Первый культурный слой перемешанный и содержит археологические материалы раннесредневекового, позднеантичного и эллинистического периодов. Эти отложения образовались при разрушении строений, расположенных на вершине горы.

Второй культурный слой представлен остатками сооружения в положении *in situ*. Раскопками установлено, что при строительстве были применены камень (песчаник, известняк и булыжник), дерево и глина.

Сооружение четырехугольное и состоит из двух помещений разных размеров. Внутренняя площадь южного помещения равна 26,88 кв. м, а северного помещения — 13,44 кв. м. Длина южной стены фундамента — 14,80 м, толщина — 2,60 м. Длина северной стены



фундамента — 10,00 м, толщина — 2,80 м. Размеры западной стены совпадают с размерами восточной стены, южная стена уже (2,60 м) северной. В сооружении зафиксирована перегородка толщиной 1,00 м, разделявшая два вышеназванных помещения. Сооружение почти точно ориентировано по сторонам света.

Южная часть сооружения разрушена ямами более позднего времени. По-видимому, оно подвергалось сильному пожару, о чем свидетельствуют расщепленные под воздействием сильного огня камни, обуглившиеся деревянные части, да и красновато-черная окраска всей раскпываемой площади сооружения.

Для придания сооружению большей устойчивости искусно использован рельеф, в частности наклон скалы вовнутрь фундамента здания. Неровность рельефа скалы умело использована и в комплексе с искусственными «гнездами» для камней фундамента. На этих камнях возведена кладка из известняка. Местами применен и песчаник. Фундамент воздвигнут из рваного камня. Интерьер здания представлен обуглившимися деревянными брусьями. Их диаметр равен 18 см. Внутренняя часть фундамента образована забутовкой из камней и глинистой землей. Для большей прочности в забутовку заложены и деревянные брусья, параллельные брусьям интерьера, и малые брусья диаметром до 7 см. Местами они перекрывают большой брус, расположенный посередине стены, местами расположены под ним. На таком цоколе были обнаружены остатки деревянных стен.

Особый интерес вызывает внутренний угол восточной и северной стен. Здесь засвидетельствованы два способа создания угла. В одном случае, на нижнем уровне, концы брусьев просто уложены один на другом, а на верхнем уровне на концах брусьев сделаны срубы.

В развалинах сооружения обнаружены фрагменты колхидской керамики IV в. до н. э. — пифосы, горшки, стаканы, чаши. Встречаются и так называемые зооморфные ручки грубой обработки. Орнамент керамических сосудов из «Адеишвилеби» характерен и для других пунктов Колхиды. Привозные изделия представлены чернолаковыми фрагментами и двумя амфорами хорошей сохранности. Амфоры этого типа относятся к IV в. до н. э., а центром их производства признан Менде [10]. Кроме керамики, здесь обнаружены бронзовый колокольчик, несколько точильных камней. Сооружение, помимо керамики, датируется также радиоуглеродным методом (330 ± 40 г. до н. э.) (радиоуглеродная лаборатория ТГУ, руководитель — А. А. Бурчуладзе).

Все вышерассмотренные обстоятельства и большое количество обнаруженных остатков глиняной обмазки и брусьев со следами огня позволяют предположить, что мы имеем дело с разновидностью укрепленного сооружения, описанной Ксенофонтом [5] и Витрувием [6] в Колхиде. Оно входит в круг бревенчатых сооружений Западной Грузии (Диха-гудзуба [1], Наохваму [1], Носири [2], Анаклиа [3], Симаре [3], Вани [4]). Эти памятники объединяет применение бревен в качестве основного строительного материала, но, в отличие от вышеназванных археологических памятников, оборонительное сооружение на холме «Адеишвилеби» стоит обособленно. Здесь деревянное строе-

ние воздвигнут на каменном цоколе, тогда как каменное основание (цокол) отсутствует во всех других ныне раскопанных памятниках⁽¹⁾.

Академия наук Грузинской ССР
Институт истории,
археологии и этнографии
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 9.9.1977)

არქეოლოგია

ბ. გამკრელიძე

ძველი კოლხური თავდაცვითი ნაგებობების შესწავლისათვის

რეზიუმე

განხილულია ქსენოფონტეს და ვიტრუვიუსის ცნობები ძველი კოლხური თავდაცვითი ნაგებობების შესახებ. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ 1976 წ. სოფ. მთისძირში, ადგიშვილების გორაზე გათხრილი შენობის ნაშთები არის ქსენოფონტეს და ვიტრუვიუსის მიერ აღწერილი ძეგლებიანი ნაგებობის ნაირსახეობა. ადგიშვილების გორის თავდაცვითი ნაგებობა თარიღდება ძვ. წ. IV ს.

ARCHAEOLOGY

G. A. GAMKRELIDZE

TOWARD THE STUDY OF ANCIENT COLCHIAN WOODEN DEFENSIVE STRUCTURES

Summary

The evidence of Xenophon and Vitruvius on ancient Colchian defensive structures is considered. It is suggested that the remains of a structure excavated in 1976 on the Adeishvili hill, in the village of Mtisdziri, is a variety of the log structure described by Xenophon and Vitruvius.

The structure was excavated *in situ*. It is a square, two-room building. The inner area of the southern room is 26.88 m², and of the northern 13.44 m². The socle, on which the log structure rested, is done in splitstone and clay.

Remains of local and imported pottery dating from the 4th century B. C. have been found in the ruins of the structure. The time of destruction of the log structure is 330±40 B. C. as determined by carbon dating.

(1) Третий культурный слой датируется доантичным-раннеантичным временем, он разрушен при строительстве вышерассмотренного сооружения. В нем обнаружены остатки почти полностью разрушенной стены. Слой насыщен фрагментами чернолащенной и каннелированной керамики.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Куфтин. Материалы к археологии Колхиды, т. II. Тбилиси, 1950.
2. Д. Л. Коридзе, Э. М. Гогодзе. Сб. «Археологические экспедиции Государственного музея Грузии», II. Тбилиси, 1971.
3. Т. К. Микеладзе, М. В. Барамидзе. Сб. «Археологические исследования на новостройках Грузинской ССР». Тбилиси, 1976.
4. О. Д. Лордкипанидзе. Сб. «Полевые археологические исследования в 1973 г.». Тбилиси, 1974.
5. Ксенофонт. Анабасис, кн. IV, гл. IV 1, 2; гл. VII, 1, 2, кн. V, гл. 1, 17; гл. II. М.—Л., 1951.
6. Витрувий. Десять книг об архитектуре, кн. II, гл. 1, 4, М., 1936.
7. Л. З. Сумбадзе. Колхидское жилище по Витрувию. Тбилиси, 1960.
8. Т. Чиковани. Сб. «Вестник Государственного музея Грузии», XXII-V. Тбилиси, 1961.
9. М. И. Джандиери, Г. И. Лежава. Народная башенная архитектура. М., 1976.
10. И. Б. Брашинский. Сб. «Художественная культура и археология античного мира». М., 1976.

Н. А. БРЕГАДЗЕ

ИЗ ИСТОРИИ НАРОДНОЙ ЗООТЕХНИИ

(Представлено академиком Г. С. Читая 27.7.1977)

В Восточной Грузии время окота овец («доли») приурочено к определенному сезону. По выработанному еще в глубокой древности и усовершенствованному на протяжении веков народному хозяйственно-му календарю установлены точные сроки агро- и зоотехнических приемов. По тому же календарю, этнографические сроки окота овец в различных районах колеблются между февралем и апрелем. Однако, видимо, в установлении этого срока большую роль сыграл человек, искусственно изменив подчиненное биоритму овец время их окота. В частности, известно, что ограничен срок пребывания в стаде баранов-производителей. В некоторых районах их держат в стаде лишь 2—3 месяца, в других — до начала окота [1] или дольше. Однако из неоднократно зафиксированного и проверенного этнографического материала явствует, что приблизительно с 7—9 июня по старому стилю, т. е. с появлением на небе Плеяд — группы звезд из созвездия Тельца, именуемой в Грузии «Мравали», «Хомли» или «Кребули», пастухи уже не держат баранов в стаде, так как с этого периода начинается гон.

Подтверждением вышесказанному могут послужить данные лингвистики и, видимо, также археологии. Так, в западногрузинском диалекте зафиксировано слово «батк», в котором, по мнению И. А. Джавахишвили, сохранилось его первоначальное значение. Оно соответствует родившейся осенью скотине [2]. Вероятно, первоначально это слово было связано именно с овдой, так как «баткани» по-грузински означает ягнjenка. И действительно, оплодотворенная в июне овца ягнится осенью, в начале ноября, что нашло отражение и в народной лексике.

Обнаруженный археологами материал тоже дает интересные для рассматриваемого вопроса сведения. Например, большая часть найденных в Квемо Картли остеологических остатков животных (VI—IV тыс. до н. э.) относится к молодняку овцы, что должно свидетельствовать о забивке ягнят. (Использованы данные археологии, любезно предоставленные проф. Т. Н. Чубинишвили). В этой связи привлекает внимание тот факт, что в результате исследований огромного количества археологического костного материала во всем мире установлена всеобщая закономерность забивки именно молодняка скота, тогда как среди костей диких животных встречаются старые особи [3]. В последнем факте, как и в зафиксированном в Грузии предании об ослеплении лесным владыкой охотника, в наказание за убийство молодого оленя [4], отразилось весьма разумное отношение человека к фауне — извечное стремление сохранить молодняк. В отношении же домашних животных выходит, что на заре скотоводства человек по какой-то причине вполне сознательно, намеренно (может быть даже вынужденно) «освобождался» от молодняка, забивал скотину в раннем возрасте, тогда как на последующих этапах старался сохранить имен-



но молодняк. Причиной этому, видимо, служило то обстоятельство, что первоначально соответственно биоритму овцы случка начиналась с июня и в результате время окота наступало в невыгодном у нас для этого сезоне — осенью, в ноябре. Подтверждением вышесказанному служит и античный материал, по которому в Древнем Риме окот овец начинался с конца осени, когда там «воздух умеренно тепел и только что появляется трава, вызванная к жизни первыми дождями» [5]. Однако, если этот, соответствующий биоритму, сезон окота овец приемлем для Италии, в наших климатических условиях он себя не оправдал. В Восточной Грузии это время — преддверие зимы и поэтому трудно было содержать овцематок и ягнят. Притом серьезной помехой овцеводству было то обстоятельство, что сезон окота длился несколько месяцев. Это осложняло присмотр за стадом — трудно было сохранить прирост, что, видимо, и принудило овцевода часть скота забивать в раннем возрасте¹, свидетельством чему являются данные археологии. Вследствие отмеченного овцевод, естественно, должен был позаботиться о приурочении времени окота к желаемому, более удобному сезону. И действительно, он сумел выработать разумный, выгодный срок окота овец, приуроченный ко времени возрождения природы. Уже в это время, а тем более ко времени выгона ягнят на пастбище, появляется зеленый корм, обеспечивающий нормальный выпас стада.

Кроме того, человек искусственно сократил и длительность периода окота овец, что дает возможность получать одновозрастной приплод. С отмеченным должны быть связаны возникновение прогрессивной формы овцеводства и развитие этой отрасли хозяйства. Лишь после вмешательства человека и искусственного урегулирования срока окота стали возможными осуществление подбора животных, переход на яйлажное скотоводство — самый рациональный способ использования богатства страны и развитие молочного хозяйства в широком масштабе. Исходя из вышеотмеченного, можно считать вполне закономерным, что, по данным археологии, в процессе развития скотоводства в Закавказье наблюдается значительное увеличение количества мелкого рогатого скота. А факт формирования в Закавказье яйлажного скотоводства уже в III тыс. до н. э. [6] дает возможность датировать возникновение столь ценного зоотехнического приема — искусственного регулирования срока окота достаточно ранним периодом.

Привлекает внимание и то обстоятельство, что искусственно выработанные, ставшие традиционными сроки окота овец по регионам колеблются между февралем и апрелем. Ранние и поздние сроки окота соответствуют конкретным природным условиям того или иного района. С учетом климата и используемых пастбищ (горных, низменных, летних, зимних) овцеводы регулировали время окота и соответственно пускали баранов-производителей в стадо. Например, в теплых местах и там, где пользовались богатыми кормами пастбищами, предпочитали ранний срок окота. Ягнята успевали окрепнуть ко времени выгона на летние, горные пастбища и легче переносили трассу. А в районах с поздней весной ранний окот был невыгоден, связан с потерями — поздний снег губил овцематок и ягнят. Поэтому в горных районах считали лучшим начинать окот лишь с 1 марта или даже позд-

¹ Может быть, следует учесть этот факт при попытке объяснения происхождения обычая надстрочного характера — ритуального заклания ягненка.

нее, в изменности — примерно с середины февраля⁽¹⁾. В соответствии же с этим время припуска колебалось между сентябрем и ноябрем⁽²⁾.

Из всего вышеотмеченного следует: этнографические сроки окота овец в Восточной Грузии не совпадают со сроками эпохи возникновения овцеводства; получение приплода в определенном, желаемом, удобный сезон и, тем самым, развитие овцеводства достигнуты в результате искусственного регулирования времени и ограничения срока припуска овцы, а этот, выработанный в далеком прошлом, прием является одним из интереснейших примеров достижения в области народной зоотехнии практическая целесообразность которого доказана жизнью; зафиксированное в Грузии искусственное регулирование времени случки и окота овец может послужить решению вопроса культурно-исторического порядка; в частности, нарушение человеком подчиненного биоритму срока вызвано необходимостью приспособить овцеводство к местным экологическим условиям, а этот факт, со своей стороны, является еще одним доказательством тому, что в формировании восточногрузинских пород овец принимали участие породы [7], биоритм которых не соответствовал климатическим условиям Восточной Грузии.

Академия наук Грузинской ССР

Институт истории,
археологии и этнографии
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 29.7.1977)

ეთნოგრაფია

ბ. ბრეზაძე

ხალხური ზოობეჭნიკის ისტორიიდან

რეზიუმე

ეთნოგრაფიული, ლინგვისტური და არქეოლოგიური მონაცემების ანალიზმა გამოავლინა, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში მოქმედი, ხელსაყრელ სამეურნეო სეზონთან შეფარდებული, ცხვრის დოღის ეთნოგრაფიული ვადები ხელოვნურადაა შემუშავებული და წარმოადგენს ხალხური ზოობეჭნიკის სფეროში მიღწევის საუკეთესო ნიმუშს, რომლის პრაქტიკული მნიშვნელობა დაადასტურა ყოფამ. დოღის ვადის რეგულირების საქმეში ადამიანის ჩარევამ ხელი შეუწყო მეცხვარეობის მაღალი ფორმის — საიალალო მესაქონლეობის, სელექციისა და რძის მეურნეობის განვითარებას.

(1) Современные ранние, по сравнению с этнографическими, сроки окота овец основываются на мощной кормовой базе совхозов.

(2) И в Древнем Риме для припуска самым лучшим считалось время от захода Арктура до захода Орла [5], т. е. время, совпадавшее с периодом от конца лета и до конца осени, что соответствует выработанному в Грузии вышеупомянутому этнографическому сроку.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном

листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена табличная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом 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 печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кугузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის 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 წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალიზის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაკის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილს წარდგინას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე 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 ცალკე, დასბუქდად საცემბით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქციასა ლეზულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილ საკუთარი გამოკვლევის 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, წარმომადგენმა 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 წარმოდგენილი უნდა იქნეს თითო ცალკე კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუეთქვას კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემკირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და

ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველაგან უნდა ვაგვას ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის 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 ნაჩვენებია 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. „მომამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წააკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არა უმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუშოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.