

594
1977



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 87 ტომ

№ 2

საბჭოსტო 1977 ავგუსტ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

224
საქართველოს
აкадеმიის
ბიულეტენი
1977

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

13.521

ტომი 87 том

№ 2

აგვისტო 1977 АВГУСТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

კ. მარჯოს სსრ სსრ
საბუნებისმეტყველების
აქადემიის

სარედაქციო კოლეგია

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, ბ. გამყრელიძე, ი. გვინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დათათია, ს. ღურშიშვილი, 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. წავახიშვილი

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. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, 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 ვ. მახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბუჯდად 26.9.1977; შეკვ. № 3141; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×103; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხველ-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 09478; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 26.9.1977; зак. № 3141; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 09478; 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

- *ზ. გორგაძე. შემთხვევით ელემენტებსა და შემთხვევით ფუნქციებს შორის შესაბამისობის შესახებ 275
- *გ. ონიანი. ერთეულოვან წრეში ანალიზური ფუნქციების სასაზღვრო თვისებების შესახებ 279
- *ნ. გუენსუანტუენი. მონოიდების კომპოლოგიების ზოგიერთი ფუნქტორული თვისების შესახებ 284
- *კ. წითლანაძე. არაწრფივი დიფერენცირებადი ასახვის ინტეგრალური წარმოდგენა ბანახის სივრცეებში 287
- *ა. ჩიგოგიძე. სავსებით რეგულარულ სივრცეთა ვოლმენის R -გაფართოებათა და ნაზრდების განზომილების შესახებ 292
- *ა. პანკოვი. თითქმის პერიოდული წრფივი პარამეტრიანი ოპერატორების შესახებ 295
- *ა. გულისაშვილი. გადასმულ ფუნქციათა ფურიეს გარდაქმნის ყოფაქცევის შესახებ 299
- *ო. ჯანელიძე. მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ოპერატორების შესახებ წონიან სივრცეებში 303

დრეკადობის თეორია

- *ი. მაული. კლასიკური ბრტყელი დრეკადობის თეორიის ზოგადი შორეული სასაზღვრო ამოცანები, პოტენციალების აგება და მათი თვისებები 308

კიბერნეტიკა

- *გ. ბეგიაშვილი, მ. მენაბდე, ლ. რევიშვილი. ველის წყაროების კორექტულ აღდგენის შესახებ მრავალგანზომილებიან შემთხვევაში 312
- *ზ. ფირანაშვილი, ნ. ხუციშვილი. კორელაციური მატრიცული ფუნქციის შეფასების საკითხისათვის 316
- *ა. გაბელაია. წრფივი დიფერენციალური სისტემების სრული მართვადობის აუცილებელი პირობა 320
- *თ. გაჩეჩილაძე, გ. კირთაძე, ტ. მღვდელაძე. შემფოთებათა ინფორმაციული თეორია 324

ფიზიკა

- *გ. ბავრატიშვილი, რ. ჯანელიძე, დ. ჯიშიაშვილი, ლ. პისკა-ნოვსკი, ზ. შიოლაშვილი. ბორის დიფუზია სილიციუმში რეაქციული იონურ-პლაზმური გაბნევით მიღებული ბორსილიკატური მინიდან 328
- *ო. ნაზაროვა, თ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). Yb^{3+} ტრიგონალური ცენტრის სტრუქტურის გამოკვლევა 332
- *პ. მაღალაშვილი, ბ. ქორჭოლიანი, ნ. თოფურიძე, ტ. წერეთელი. კოერციტიმეტრი თხელი ნიმუშებისათვის 334

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *ი. ლესელიძე, გ. ნაცვლიშვილი. ნეიტრონებით დასხივებულ ჟანგბადით ლეგირებულ ნიობიუმში ფორების ელექტრონულმიკროსკოპული გამოკვლევა 339
- *გ. ჩილენაძე. სამგანზომილებიანი ზემესერი, ელექტრონების უარყოფითი მასები და *N*-სახის *პაშ* *α-SiC* (*6H* და *15R*)-ში 343

ბიოფიზიკა

- *გ. ნადიბაიძე, გ. რობიტაშვილი. სეტყვის ნაწილაკების ზრდა მსხვილი გადაციებული წვეთების გარემოში 348

ანალიზური ქიმია

- *ა. სემიონოვი, ა. სტრადომსკაია, რ. მელაძე, გ. სუპატაშვილი. მტკნარ წყლებში ნახშირწყლების განაზღვრის მეთოდისათვის 351
- *ქ. გოდერძიშვილი. ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედება ნეთობის და ნეთობპროდუქტების პეტეროოგანულ ნაერთებზე 355

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ნ. ფირცხალავა, რ. მაჩხოშვილი, მ. კვერნაძე. მეტალების დიფიონატების კომპლექსური ნაერთები ოქსიბენზოილპიდაზინთან 360

ორგანული ქიმია

- *ე. ბენაშვილი, მ. არეშიძე. იშვიათი ელემენტების ცეოლითშემცველი კრეკინგის კატალიზატორები ბუნებრივ ალუმინსილიკატურ სარჩულზე 364
- *ა. ნოლაძე, თ. ჩოგოვაძე. ორგანოციკლოსილოქსანების სინთეზი სილიციუმის ატომთან დიციკლოპენტენილის ჯგუფებით 368
- *ლ. ხსათიანი, ი. გვერდწოთელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ციმანტრენშემცველი აცეტილენური რივის ორატომიანი სპირტების ზოგიერთი გარდაქმნა 372
- *ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ჩხეიძე. ტარიბანის ნეთობის ბენზინის ფრაქციაში (28—170°) შემავალი პარაფენული და ნაფტენური ნახშირწყალბადების გამოკვლევა 375

ქიმიური ტექნოლოგია

- *გ. ლულუნიშვილი. ფორებიანი ვერცხლისა და ნიკელის დანაფართო მიღების ზოგიერთი თავისებურების შესახებ 380

გეოლოგია

- *დ. ახვლედიანი. საქართველოს სენომანური ნალექების ზონალური დანაწილება ფორამინიფერების მიხედვით 384

პეტროლოგია

- *გ. დუმბაძე. ბუბულგენის სერიის ქანების ქიმიზმის ზოგიერთი თავისებურება 387

ბიოქიმია

- *თ. ივანიცი, მ. კავილაძე. საქართველოს ბარიტის და ბარიტშემცველი სულფიდური ჰიდროთერმული საბადოების გოგირდის იზოტოპური შედგენილობა 392
- *გ. სუპატაშვილი. მთავარი იონები და ზოგიერთი მიკროელემენტი ინდოეთის ოკეანის ატმოსფერულ ნალექებში 396

საზომინბლო მითანნბა

- *დ. ჯანყარაშვილი, ა. ჩიქასი. წინასწარ დაძბული ჰბერბოლური პარბოლოიდის ფორმის ვანტური სისტემის ანგარიშის მათემატიკური მოდელები მასალის პლასტიკური თავისებურების გათვალისწინებით 400
- *ზ. კუჭუხიძე. შენობის და ფუძის გრუნტის ერთობლივი დეფორმირების სამგანზომილებიანი ამოცანის ბრტყელი ამოცანით შეეკლის ცდომილების განსაზღვრა 403
- *ნ. ბულია. ხერტილიანი დამრეცი სფერული გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის შესახებ, როცა ხერტის საკუთხო წერტილები არ ვაჩნია 408
- *პ. მიქელაძე. ხბელი უმომენტო მყიფე-პლასტიკური გარსის მოდელის გამოყენება ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის ზოგიერთი საკითხის გამოსაკვლევად 411
- *ვ. ბალავაძე, მ. ლორთქიფანიძე. ფოლადის ცოცვადობის გამოკვლევა მისი დრეკადი დეფორმირების ფარგლებში 415

მანანათმცოდნეობა

- *დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი, ლ. ფრანგიშვილი. ბრტყელი ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის სინთეზის ერთი ამოცანის შესახებ 420

ჰიდროტბმნნბა

- *გ. სავუვარელიძე. ზვირთცემის ნაკადის რხევის მდგრადობის შესწავლა და დინამიური წონასწორობის პროფილის საშუალო ქანობის განსაზღვრა ზვირთცემის ზონაში 424

თბოტბმნნბა

- *ა. სანაძე. კომპოტების ლეტალობის სტერილიზაციის არსებული რეჟიმების დახასიათება და ახალი „ფორმულის“ ძიება 428

ელმბტროტბმნნბა

- *ა. კოტია, გ. ვადაქკორია. პარამეტრული დენის წყაროს სქემების ზოგიერთი თვისება 432

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტბმნნბა

- *ვ. მძინარიშვილი. მრავალგანზომილებიანი არაწრფივი სტოქასტური სისტემის ობტიმალური მართვა ფუნქციონალურ სივრცეში 436

ბოტბმნნბა

- *გ. ზამთარაძე. ციკაბო ფერდობების ქარბტენიანი მარმუქიანები ზემო სვანეთში 437
- *თ. მალალაშვილი-ყანჩაველი. საქართველოს ფლორის ზოგიერთი სახეობის ნომენკლატურული ტბების კლასიკური ადგილსამყოფელის დადგენისათვის 443

ბენბტბა და სელმბტბა

- *გ. მოსაშვილი, ი. კანკოტაძე. ვაზის წიპწების დამუშავება ალკალიდ კოლხიციანით (ჭიში რქაწითელი) 447
- *პ. ნასყიდაშვილი. საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენულ ჯიშებში მოკლედეროიანობის გენების შესწავლისათვის 449

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

*ვ. მ ა ლ ო ლ ე ტ ნ ე ვ ი, ს. მ ო ი ა ნ ო ვ ა. მძინარე კატის ელექტროკორტიკოგრაფიის სიხშირულ-ამპლიტუდური სპექტრის ცვლილება თალამუსის გადამრთავი ბირთვების დაზიანების შესახებ 455

ბიომიჩია

*მ. ბ ა ლ ა ე ვ ა ძ ე. ადრენალინის და 3', 5'-ამფ გავლენა ქოლინესთერაზას ინდუქციურ სინთეზზე ვირთავას თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში 459

*ზ. ჩ ხ ა ი ძ ე. ცვლითი პროცესების ზოგიერთი მაჩვენებლის ცვლილებები გრძელი ლულოვანი ძვლების მოტეხილობის დროს ხანდაზმულ და მოხუც ასაკში 463

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

*ც. ბ ე გ ი შ ვ ი ლ ი, მ. მ ა ქ ა ე ა რ ი ა ნ ი, ნ. რ ა მ ი შ ვ ი ლ ი. კოყრის ბაქტერიები — β_2 და β_6 ვიტამინის პროდუცენტები 466

ფიტოკათოლოგია

*ო. წ ი ქ ა რ ი ძ ე, ზ. წ ი ქ ა რ ი ძ ე. ხორბლის ღეროს ქანგას რასების გენობრივი დიფერენციატია 472

*ც. მ ა მ უ კ ა შ ვ ი ლ ი. Cylindrocarpon Wollenw.-ის გვარის ახალი სახეობები 476

მკვლევარული მიმდინარეობა

*დ. ი ა შ ვ ი ლ ი. ორგანიზმის რეაქტიულობის ზოგიერთი ბიოქიმიური და იმუნოლოგიური მაჩვენებელი ქუნთრუშით დაავადებულეგზში 480

*ა. გ ა გ უ ა. ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობის ახალი ქირურგიული მეთოდები 484

*ც. გ ა ჩ ე ჩ ი ლ ა ძ ე, მ. ლ ა ბ ა ძ ე. ვირთავების საკვერცხეების ფოლიკულთა ურთიერთშეფარდება და ატრეზიული ფოლიკულების დახასიათება პოსტნატალურ ონტოგენეზში 488

*კ. კ ო რ მ ი ლ ი ც ი ნ ი. ენდომეტრიუმის პისტოლოგიური ცვლილებები სისხლის დენით გართულებული საშვილოსნოს ფიბრომიომების დროს 492

ეკონომიკა

*რ. ს ა რ ჩ ი მ ე ლ ი ა. რამდენიმე მიზნის ფუნქციით წარმოების დაგეგმვის ამოცანის შესახებ 496

*ლ. ჩ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. ხანგრძლივი სარგებლობის საგნებზე მოთხოვნა-მოხმარების ლოგისტიკური მოდელი 500

ენათმეცნიერება

*ც. ბ ი ჩ ი ნ ა შ ვ ი ლ ი. იდიომატიკა ლექსიკური შესიტყვების სფეროში 501

*ბ. ჯ ო რ ბ ე ნ ა ძ ე. ენობრივ მოვლენათა განხილვის ბინარული პრინციპი 505

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

З. Г. Горгадзе. О соответствии между случайными элементами и случайными функциями	273
Г. А. Ониани. О граничных свойствах аналитических функций в единичном круге	277
Нгуен Суан Туен. О некоторых функторных свойствах когомологии моноидов	281
К. Э. Цитланидзе. Интегральное представление нелинейного дифференцируемого отображения в банаховых пространствах	286
А. Ч. Чигогидзе. О волэмювских R-расширениях и размерности паростов вполне регулярных пространств	289
А. А. Панков. О почти периодических нелинейных операторах с параметром	293
А. Б. Гулисашвили. О поведении преобразования Фурье представленных функций	297
О. П. Джанелидзе. Об ограниченности многомерного сингулярного оператора в пространствах с весом	301

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. Мауль. Общие смешанные задачи плоской классической теории упругости, построение потенциалов и их свойства	305
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

Г. А. Бегиашвили, М. А. Менабде, Л. В. Ревишвили. О корректном восстановлении источников поля в многомерном случае	309
З. А. Пиранашвили, Н. Г. Хуцишвили. К вопросу оценивания матричной корреляционной функции	313
А. Г. Габелая. Необходимое условие полной управляемости линейных дифференциальных систем	317
Т. Г. Гачечиладзе, Г. Ш. Киртадзе, Т. Н. Мгвделадзе. Информационная теория возмущений	321

ФИЗИКА

Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джанелидзе, Д. А. Джишашвили, Л. В. Пискановский, З. Н. Шиолашвили. Диффузия бора в кремний из боросиликатного стекла, полученного реактивным неплазменным распылением	325
--	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- О. В. Назарова, Т. И. Санадзе (член-корреспондент АН ГССР). Исследование структуры тригонального центра Yb^{3+} в BaF_2 329
- П. В. Магалашвили, В. Т. Жоржолиани, Н. С. Топуридзе, Т. П. Церетели. Коэрцитиметр для пленочных образцов 333
- И. К. Леселидзе, Г. И. Нацвлишвили. Электронномикроскопическое исследование пор в облученном нейтронами ниобии, легированном кислородом 337
- Г. Д. Чигвинидзе. Трехмерная сверхрешетка, отрицательные массы электронов и N-образная ВАХ на $\alpha-SiC(6H$ и $15R)$ 341

ГЕОФИЗИКА

- Г. А. Надибаидзе, Г. А. Робиташвили. Рост градовых частиц в среде переохлажденных крупных капель 345

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Д. Семенов, А. Г. Страдомская, Р. Г. Меладзе, Г. Д. Супаташвили. К методике определения углеводов в пресных водах 349
- К. Г. Годердзишвили. Влияние ультрафиолетового облучения на гетероорганические соединения нефти и нефтепродуктов 353

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. И. Пирцхалава, Р. И. Мачхошвили, М. С. Жвернадзе. Комплексные соединения дитионатов металлов с оксибензоилгидразином 357

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Бенашвили, М. Л. Арешидзе. Циолитсодержащие катализаторы крекинга с редкоземельными элементами в природной алюмосиликатной матрице 361
- А. И. Ногайдели, Т. В. Чоговадзе. Синтез органициклосилоксанов с дициклопентенильными группами у атома кремния 365
- Л. П. Асатиани, И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР). Некоторые превращения цимантросодержащих двухатомных спиртов ацетиленового ряда 369
- Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), Г. С. Чхеидзе. Исследование парафиновых и нафтеновых углеводородов, входящих в состав фракции (28—170°C) тарибанской нефти 373

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Г. Г. Гугунишвили. О некоторых особенностях получения высокопористых серебряных и никелевых покрытий 377

ГЕОЛОГИЯ

- Д. Г. Ахвледиани. Зональное расчленение сеноманских отложений Грузии по фораминиферам 381

ПЕТРОЛОГИЯ

- Г. Д. Думбадзе. Некоторые особенности химизма пород буульгенской серии 385

ГЕОХИМИЯ

- Т. В. Иваницкий, М. Ш. Кавиладзе. Изотопный состав серы баритовых и баритосодержащих сульфидных гидротермальных месторождений Грузии 389
- Г. Д. Супаташвили. Главные ионы и некоторые микроэлементы в атмосферных осадках Индийского океана 393

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Д. Г. Джанкарашвили, А. П. Чижас. Математические модели расчета предварительно напряженной вантовой системы в форме гиперболического параболоида с учетом пластических свойств материала 397
- З. А. Кучухидзе. Оценка погрешности замены плоской задачей трехмерной задачи расчета совместного деформирования здания и грунта основания 401
- Н. П. Булия. Об одной задаче изгиба пологих сферических оболочек, ослабленных каким-либо отверстием, не имеющим угловых точек 405
- М. Ш. Микеладзе. Применение модели тонкой безмоментной хрупко-пластичной оболочки к исследованию некоторых вопросов непрерывной разливки стали 409
- В. К. Балавадзе, М. М. Лордкипанидзе. Исследование ползучести стали в области ее упругого деформирования 413

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиташвили, Л. В. Прагишвили. Об одной задаче синтеза плоского пятизвенного кривошипно-ползунного механизма 417

ГИДРОТЕХНИКА

- В. В. Сакварелидзе. Исследование устойчивости колебаний прибойного потока и определение среднего уклона профиля динамического равновесия в прибойной зоне 421

ТЕПЛОТЕХНИКА

- А. Д. Санадзе. Характеристика летальности действующих режимов стерилизации компотов и изыскание новых «формул» тепловой обработки 425

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. Некоторые свойства схем параметрических источников тока 429

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. В. Мдзинаршвили. Оптимальное управление многомерными нелинейными стохастическими системами в функциональном пространстве 433

БОТАНИКА

- * Г. К. Замтарадзе. Манжетники на выходах грунтовых вод крутых склонов Верхней Сванетии 440
- Т. Д. Магалашвили-Канчавели. К установлению классических местонахождений номенклатурных типов некоторых видов флоры Грузии 441

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- В. А. Мосашвили, И. С. Чанкотадзе. Обработка семян виноградной лозы алкалоидом колхицином 445
- * П. П. Наскидашвили. К изучению генов короткостебельности в аборигенных сортах мягкой пшеницы Грузии 450

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В. И. Малолетнев, С. Г. Мойнова. Изменение частотно-амплитудного спектра ЭКоГ спящей кошки после повреждения релейных ядер таламуса 453

БИОХИМИЯ

- М. В. Балавадзе. Влияние адреналина и 3',5'-АМФ на индуктивный синтез холинэстеразы в разных областях головного мозга крыс 457
- З. К. Чхаидзе. Изменение некоторых показателей обменных процессов при переломах длинных трубчатых костей в пожилом и старческом возрасте 461

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Ц. К. Бегишвили, М. З. Мачавариани, Н. М. Рамишвили. Клубеньковые бактерии — продуценты витаминов₂ В и В₆ 465

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- О. Н. Цикаридзе, З. Л. Цикаридзе. Дифференциация рас *Puccinia graminis f. sp. tritici* на генной основе 469
- Ц. И. Мамукашвили. Новые виды рода *Cylindrocarpou wollenw* 473

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Д. Ю. Яшвили. Некоторые биохимические и иммунологические показатели состояния реактивности организма у больных скарлатиной 477
- А. М. Гагуа. Новые хирургические методы лечения острой печеночной недостаточности 481
- Ц. В. Гачечиладзе, М. В. Лабадзе. Соотношение фолликулов яичника и характеристика атретических фолликулов у крыс в постнатальном онтогенезе 485
- Ж. А. Кормилицын. Гистологические изменения в эндометрии при фибромиомах матки, осложненных кровотечением 489

ЭКОНОМИКА

- Р. А. Сарчимелия. О задаче с несколькими целевыми функциями планирования производства 493
- Л. Г. Читашвили. Логическая модель спроса и потребления предметов длительного пользования 497

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * Ц. Н. Бичинашвили. Идиоматика в сфере лексического сочетания 503
- * Б. А. Джорбенадзе. Бинарный принцип изучения языковых явлений 507

CONTENTS*

MATHEMATICS

Z. G. Gorgadze. On correspondence between random elements and random functions	275
G. A. Oniani. On boundary properties of analytical functions in the unit circle	280
Nguyen Xuan Tuyen. On some functor properties of cohomology of monoids	284
K. E. Tsitlanadze. On integral representation of nonlinear differentiable mapping in Banach spaces	288
A. Ch. Chigogidze. On wallman realcompactifications and dimension of increments of completely regular spaces	292
A. A. Pankov. On almost periodic linear operators with a parameter	295
A. B. Gulisashvili. On the behaviour of Fourier transform of rearranged functions	299
O. P. Janelidze. On the boundedness of multivariate singular operator with weight	303

THEORY OF ELASTICITY

J. Maul. The general mixed boundary value problems of the classical plane theory of elasticity. Construction and properties of potentials	308
---	-----

CYBERNETICS

G. A. Begiashvili, M. A. Menabde, L. V. Revishvili. On the solution of some incorrectly stated problems of wave distribution	312
Z. A. Piranashvili, N. G. Khutsishvili. Towards the estimation of the correlation matrix function	316
A. G. Gabelaia. The necessary condition of complete controllability of linear differential systems	320
T. G. Gachechiladze, G. Sh. Kirtadze, T. N. Mgvdeladze. Information perturbation theory	324

PHYSICS

G. D. Bagratishvili, R. B. Janelidze, D. A. Jishvashvili, L. V. Piskanovskii, Z. N. Shiolashvili. Boron diffusion in silicon from borosilicate glass obtained by reactive iono-plasmic sputtering	328
O. V. Nazarova, T. I. Sanadze. Investigation of the structure of the trigonal centre of Yb^{3+} in BaF_2 single crystal	332

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

- P. V. Magalashvili, B. T. Zhorzholiani, N. S. Topuridze, T. P. Tseteli. Coercive force meter for thin samples 335
- I. K. Leselidze, G. I. Natsvlishvili. Electron microscopic investigation of pores in neutron-irradiated niobium doped with oxygen 339
- G. D. Chigvinadze. The three-dimensional superlattice, negative electron masses and n-type VAC on SiC (6 H and 15 R) 344

GEOPHYSICS

- G. A. Nadibaidze, G. A. Robitashvili. The growth of hailstones in a large supercooled drop medium 348

ANALYTICAL CHEMISTRY

- A. D. Semyonov, A. G. Stradomskaya, R. G. Meladze, G. D. Supatashvili. Towards the method of carbohydrate determination in fresh waters 352
- K. G. Goderdzishvili. Influence of ultra-violet irradiation on the heteroatomic compounds of petroleum and petroleum products 355

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- N. I. Pirtskhalava, R. I. Machkhoshvili, M. S. Kvernadze. Coordination compounds of metal dithionates with oxybenzoylhydrazine 360

ORGANIC CHEMISTRY

- E. M. Benashvili, M. L. Areshidze. Rare-earth type zeolite-containing cracking catalysts on natural alumo-silicate support 364
- A. I. Nogaideli, T. V. Chogovadze. Synthesis of organocyclosiloxanes with dicyclopentyl groups at the silicon atoms 368
- L. P. Asatiani, I. M. Gverdsiteli. Some conversions of cymantrene-containing diatomic alcohols of the acetylenic series 372
- Ch. I. Areshidze, G. S. Chkheidze. Investigation of paraffin and naphthene hydrocarbons of benzene fraction (28-170°C) of Taribani oil 376

CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. G. Gugunishvili. On some features of the production process of porous silver and nickel coatings 380

GEOLOGY

- D. G. Akhvlediani. Zonal subdivision of the Cenomanian deposits of Georgia by their foraminifera 384

PETROLOGY

- G. D. Dumbadze. Some features of chemism of the rocks of Buulgen series 388

GEOCHEMISTRY

- T. V. Ivanitski, M. Sh. Kavidadze. The isotopic composition of sulphur in the baritic and barite-bearing hydrothermal sulphide deposits of Georgia 392
- G. D. Supatashvili. The main ions and some microelements in the precipitation of the Indian Ocean 396

STRUCTURAL MECHANICS

- D. G. Jankarashvili, A. P. Chizhas. Mathematical models of calculation problems of prestressed guy system in hyperbolic paraboloid form with account of the plastic properties of the material 400
- Z. A. Kuchukhidze. Estimation of the error resulting from the substitution of a plane problem for a three dimensional problem of simultaneous deformation of the building and the foundation soil 404
- N. P. Bulia. On one problem of bending of sloping spherical shells with holes having no angular points 408
- M. Sh. Mikeladze. Application of the momentless brittle-plastic thin shell design scheme to the analysis of some problems in continuous steel-casting 412
- V. K. Balayadze, M. M. Lordkipanidze. Study of the creep of steel in the region of its elastic deformation 415

MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkheldze, N. S. Davitashvili, L. V. Prangishvili. On a problem of synthesis of a five-link slider-crank mechanism 420

HYDRAULIC ENGINEERING

- V. V. Sakvarelidze. Study of breaker stream oscillation stability and dynamic equilibrium profile mean slope determination in breaker stream zone 424

HEAT ENGINEERING

- A. D. Sanadze. Characterization of the lethality of the existing regimes of sterilization of composites and the search of new "formulas" of thermal treatment 428

ELECTROTECHNICS

- A. K. Kotia, G. V. Vadachkoria. Some Characteristics of parametric current source circuits 432

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. V. Mdzinarishvili. Optimal control for multidimensional nonlinear stochastic systems in functional space 436

BOTANY

- G. K. Zamtaradze. Alchemilla herbs at ground water discharges of steep slopes of Upper Svaneti 440

- T. D. Magalashvili-Kanchaveli. Toward ascertaining the classical provenience of some species of Georgian flora 444

GENETICS AND SELECTION

- V. A. Mosashvili, I. S. Chankotadze. Seed treatment of grapevine with colchicine 448
- P. P. Naskidashvili. A study of genes short-strawness in aboriginal varieties of Georgian soft wheat 451

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- V. I. Maloletnev, S. G. Mojanova. Change of the frequency-amplitude spectrum of sleeping cat ECoG after lesion in the thalamic relay nuclei 456

BIOCHEMISTRY

- M. V. Balavadze. The influence of adrenaline and 3', 5'-cyclic AMP on the inductive synthesis of cholinesterase in different regions of the rat brain 459
- Z. K. Chkhaidze. Alterations of some indices of metabolic processes in long tubular bone fractures at elderly and senile age 463

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- Ts. K. Begishvili, M. Z. machavariani, N. M. Ramishvili. Nodule bacteria: producers of B₂ and B₆ vitamins 466

PHYTOPATHOLOGY

- O. N. Tsikaridze, Z. L. Tsikaridze. Genetic differentiation of *Puccinia graminis* F. sp. *tritici* races 470
- Ts. I. Mamukashvili. New species of the genus *Cylindrocarpon wollei* 476

EXPERIMENTAL MEDICINE

- D. Yu. Iashvili. Some biochemical and immunological indices of reactivity of the organism of patients with scarlet-fever 480
- A. M. Gagua. New methods of surgical treatment of acute hepatic insufficiency 484
- Ts. V. Gachechiladze, M. V. Labadze. The ratio of the rat ovary folliculi and characteristics of atretic folliculi in postnatal ontogenesis 488
- K. A. Kormilitsyn. Histological changes in the endometrium in uterine fibromyomas complicated by bleeding 492

ECONOMICS

- R. A. Sarchimelia. On a problem of production of planning with several target functions 496

L. G. Chitashvili. A demand and consumption logistic model for durable goods 500

LINGUISTICS

Ts. N. Bichinashvili. Idiomatics in the sphere of lexical composition 503

B. A. Jorbenadze. The binary principle of the study of morphological formation systems 508



З. Г. ГОРГАДЗЕ

О СООТВЕТСТВИИ МЕЖДУ СЛУЧАЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И СЛУЧАЙНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 9.3.1977)

В данной работе исследуется вопрос о соответствии между случайными элементами со значениями в линейных метрических пространствах измеримых функций измеримыми случайными функциями, реализации которых принадлежат таким пространствам. Особое внимание уделяется гауссовским случайным элементам и гауссовским случайным функциям. Последний случай для пространств L_p , $1 \leq p < \infty$, изучен в [1]. В [2] имеются некоторые утверждения для более общих банаховых пространств измеримых функций. Аналогичные вопросы в в несколько иной трактовке исследовались в [3].

Пусть (T, Σ, ν) — пространство с положительной σ -конечной сепарабельной мерой и $M = M(T, \Sigma, \nu)$ — пространство (классов ν -эквивалентных) измеримых ν -п. в. конечных действительных функций. Если $x: T \rightarrow R$ — измеримая функция, то \tilde{x} обозначает тот класс в M , который содержит функцию x . M снабжается топологией сходимости по мере ν на множествах конечной меры. Можно показать, что M в рассматриваемой топологии является метризуемым сепарабельным топологическим векторным пространством (вообще говоря, не локально выпуклым). Метрикой может служить функция

$$\rho(x, y) = \int_T \frac{|x-y|}{1+|x-y|} u d\nu, \quad x, y \in M,$$

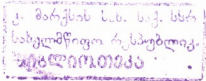
где u — некоторая фиксированная ν -интегрируемая положительная функция. (Такая функция существует в силу σ -конечности меры ν .) Пространство (M, ρ) — полно.

$B(E)$ обозначает борелевскую σ -алгебру топологического пространства E .

Пусть E — векторное пространство, \mathcal{E} — σ -алгебра подмножеств E , такая, что операции векторного пространства E измеримы. Пара (E, \mathcal{E}) называется измеримым векторным пространством. Если E — сепарабельное метрическое пространство, то $(E, B(E))$ — измеримое векторное пространство. В частности, таковым является пара $(M, B(M))$.

Мера μ_0 на измеримом векторном пространстве (E, \mathcal{E}) называется центрированной гауссовской мерой, если мера $\mu_0 \otimes \mu_0$ на $\mathcal{E} \otimes \mathcal{E}$ инвариантна относительно преобразования $C(x, y) = (\alpha x + \beta y, \alpha x - \beta y)$, $x, y \in E$, $\alpha^2 + \beta^2 = 1$;

1359



μ —гауссовская мера, если она является сдвигом центрированной гауссовской меры: $\mu(A) = \mu_0(A - a)$, $a \in E$, $A \in \mathcal{G}$. (Ω, \mathcal{A}, P) —основное вероятностное пространство.

Случайным элементом со значениями в E будем называть (\mathcal{G}, A) -измеримое отображение $\kappa: \Omega \rightarrow E$. Мера $\mu_\kappa = P \circ \kappa^{-1}$ называется распределением случайного элемента κ . κ_1 и κ_2 независимы, если $\mu_{(\kappa_1, \kappa_2)} = \mu_{\kappa_1} \otimes \mu_{\kappa_2}$, одинаково распределены, если $\mu_{\kappa_1} = \mu_{\kappa_2}$. κ называется гауссовским случайным элементом, если μ_κ —гауссовская мера в (E, \mathcal{G}) .

Пусть T —некоторое множество. Отображение $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ называется случайной функцией, если при каждом $t \in T$ отображение $\xi_t: \Omega \rightarrow R$, определяемое равенством $\xi_t(\omega) = \xi(t, \omega)$, $\omega \in \Omega$, $(B(R), A)$ -измеримо. Если на T выделена некоторая σ -алгебра Σ его подмножеств, то отображение $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ называется измеримой случайной функцией, если оно измеримо относительно пары σ -алгебр $(B(R), \Sigma \otimes A)$. Говорят, что случайная функция ξ имеет порядок $p > 0$, если для всех $t \in T$,

$$\int_{\Omega} |\xi(t, \omega)|^p P(d\omega) < \infty.$$

Пусть ξ и η —случайные функции, $n \in N$, $t_k \in T$, $1 \leq k \leq n$, и рассмотрим случайные элементы со значениями в R^n следующего вида: $\xi^{(n)} = (\xi_{t_1}, \dots, \xi_{t_n})$, $\eta^{(n)} = (\eta_{t_1}, \dots, \eta_{t_n})$. Говорят, что случайные функции ξ и η независимы, если таковыми являются случайные элементы $\xi^{(n)}$ и $\eta^{(n)}$ при любом выборе $n \in N$ и $t_k \in T$, $1 \leq k \leq n$, и одинаково распределены, если $\xi^{(n)}$ и $\eta^{(n)}$ одинаково распределены. ξ называется гауссовской случайной функцией, если $\xi^{(n)}$ —гауссовские случайные элементы при всех $n \in N$, $t_k \in T$, $1 \leq k \leq n$.

Нами доказаны следующие утверждения.

Теорема 1. Пусть E —полное сепарабельное метризуемое векторное подпространство пространства $M(T, \Sigma, \nu)$, для которого естественно вложение в M непрерывно. Пусть далее, $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ —измеримая случайная функция со свойством $\tilde{\xi}(\Omega) \subset E$, где $\tilde{\xi}(\omega) = \xi(\cdot, \omega)$, $\omega \in \Omega$. Тогда:

(а), отображение $\tilde{\xi}: \Omega \rightarrow E$ есть случайный элемент, т. е. $(B(E), A)$ -измеримо;

(б), если $\tilde{\xi}$ —случайная функция второго порядка, то $\tilde{\xi}$, как случайный элемент в M , есть линейный непрерывный образ некоторого случайного элемента $\kappa: \Omega \rightarrow H$ (H —сепарабельное гильбертово пространство) со свойством

$$\int_{\Omega} \|\kappa\|_H^2 P(d\omega) < \infty;$$

(в), если ξ —гауссовская случайная функция, то $\tilde{\xi}$ —гауссовский случайный элемент.

Следствие. Пусть $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ —измеримая случайная функция второго порядка. Тогда для распределения μ случайного элемента $\tilde{\xi}: \Omega \rightarrow M$

имеет место центральная предельная теорема и закон повторного логарифма.

Теорема 2. Пусть E — то же, что и в теореме 1 и $x: \Omega \rightarrow E$ — случайный элемент. Тогда:

(а), существует измеримая случайная функция $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ со свойством $P[\tilde{\xi} = x] = 1$;

(б), если $x_1, x_2: \Omega \rightarrow E$ — независимые (одинаково распределенные) случайные элементы, то существуют независимые (соответственно одинаково распределенные) измеримые случайные функции $\xi_1, \xi_2: T \times \Omega \rightarrow R$ со свойством $P[\tilde{\xi}_1 = x_1] = P[\tilde{\xi}_2 = x_2] = 1$;

(в), если $x: \Omega \rightarrow E$ — гауссовский случайный элемент, то существует измеримая гауссовская случайная функция $\xi: T \times \Omega \rightarrow R$ со свойством $P[\tilde{\xi} = x] = 1$.

Заметим, что случайные элементы, порожденные случайными функциями второго порядка, могут не иметь каких-либо дополнительных свойств, например, сильный порядок, даже при $\nu(T) < \infty$. Следует также подчеркнуть, что в утверждении (б) теоремы 1 существенно, что $\tilde{\xi}$ рассматривается как случайный элемент в M .

Тбилисский государственный университет

(Получено 10.3.1977)

ამთხმარება

ზ. გორგაძე

შემთხვევით ელემენტებსა და შემთხვევით ფუნქციებს შორის
შესაბამისობის შესახებ

რეზიუმე

დამყარებულია ურთიერთცალსახა თანადობა ზომად ფუნქციათა წრფივ მეტრიკულ სივრცეში მნიშვნელობათა მქონე შემთხვევით ელემენტებსა და ზომად შემთხვევით ფუნქციებს შორის, რომელთა რეალიზაციები ამ სივრცეს ეკუთვნის. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა გაუსის შემთხვევით ელემენტებსა და გაუსის შემთხვევით ფუნქციებს.

MATHEMATICS

Z. G. GORGADZE

ON CORRESPONDENCE BETWEEN RANDOM ELEMENTS AND
RANDOM FUNCTIONS

Summary

A one to one correspondence is established between random elements with values in the linear metric space of measurable functions and measurable random functions with paths in this space. Special attention is paid to the Gaussian random elements and Gaussian random functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. S. Rajput. J. Multivar. Anal., 2, No 4, 1972, 382—403.
2. З. Г. Горгадзе. Труды Тбл. гос. ун-та, 166, 1976, 43—50.
3. T. Wyczkowski. Studia Math., 56, 1975, 97—108.

Г. А. ОНИАНИ

О ГРАНИЧНЫХ СВОЙСТВАХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
 В ЕДИНИЧНОМ КРУГЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 24.1977)

Мы будем рассматривать граничные свойства аналитических функций в единичном круге, представимых двойными интегралами типа Коши.

Круг единичного радиуса обозначим через $D = \{z : |z| < 1\}$, а через C — окружность единичного радиуса $C = \{z : |z| = 1\}$.

Пусть $f(z)$ — суммируемая комплексная функция в единичном круге D , т. е.

$$\iint_D |f(z)| d\sigma < +\infty, \quad z = x + iy, \quad d\sigma = dx \cdot dy. \quad (1)$$

Рассмотрим интеграл

$$F(\lambda) = \frac{1}{\pi} \iint_D \frac{f(z) d\sigma}{(1 - \lambda \bar{z})^2}, \quad \text{где } |\lambda| < 1.$$

Очевидно, что $F(\lambda)$ — аналитическая функция в единичном круге $|\lambda| < 1$. Если $f(z)$ — аналитическая функция в D и удовлетворяет условию 1, то

$$F(\lambda) = f(\lambda) \quad \forall \lambda \in D.$$

Определение. Двойным интегралом типа Коши будем называть выражение

$$F(\lambda) = \frac{1}{\pi} \iint_D \frac{f(z) d\sigma}{(1 - \lambda \bar{z})^2}, \quad \text{где } f(z) \in L_D = \left\{ f : \iint_D |f(z)| d\sigma < \infty \right\}.$$

Справедлива

Теорема 1. $F(\lambda) \in \bigcap_{p < \frac{2}{3}} H'_p$, где H'_p — множество аналитических функций в D , для которых

$$\iint_D |f(z)|^p d\sigma < \infty.$$

Пусть $\lambda_0 = e^{i\theta} \in C$ — какая-нибудь точка единичной окружности. С точки λ_0 опишем круг радиусом $\varepsilon > 0$ и обозначим его через D_ε , а через

$k_\varepsilon - D \cap D_\varepsilon$ и $K_\varepsilon - D \setminus k_\varepsilon$. С точки λ_0 опишем круг радиусом $\delta > \varepsilon$ и обозначим через $K_{\delta, \varepsilon} = k_\delta \setminus k_\varepsilon$.

Рассмотрим точки $\lambda_\varepsilon = \lambda_0(1 - \varepsilon e^{i\psi_0})$, где ψ_0 удовлетворяет условию $|\psi_0| \leq \frac{\pi}{2} \theta$, $0 < \theta < 1$.

Обозначим через $q = q(\theta) = \min |\cos \psi_0|$, $0 < \theta < 1$.

$$|\psi_0| \leq \frac{\pi}{2} \theta$$

Выберем число θ так, что $q > 0$.

Теорема 2. Пусть функция $f(z)$ удовлетворяет условиям

$$a) \quad \overline{\lim}_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{2\pi \varepsilon^2} \iint_{k_\varepsilon} |f(z)| d\sigma = M(f, \lambda_0) < +\infty,$$

б) существует конечный предел

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\pi} \iint_{K_\varepsilon} \frac{f(z) d\sigma}{(1 - \lambda_0 \bar{z})^2} = T(f, \lambda_0).$$

Тогда функция $F(\lambda) = \frac{1}{\pi} \iint_D \frac{f(z) d\sigma}{(1 - \lambda \bar{z})^2}$ имеет в точке λ_0 конечный угловой предел.

Доказательство. Имеем

$$\begin{aligned} F(\lambda_\varepsilon) &= \frac{1}{\pi} \iint_D \frac{f(z) d\sigma}{(1 - \lambda_\varepsilon \bar{z})^2} = \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \iint_{K_\varepsilon} \frac{f(z) d\sigma}{\left(\frac{1}{\lambda_0} - \bar{z}\right)^2} + \\ &+ \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda_\varepsilon}\right) \iint_{K_\delta} f(z) \frac{\left(\frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - 2\bar{z}\right)}{\left(\frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z}\right)^2 \left(\frac{1}{\lambda_0} - \bar{z}\right)} d\sigma + \\ &+ \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda_\varepsilon}\right) \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \iint_{K_{\delta, \varepsilon}} f(z) \frac{\left(\frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - 2\bar{z}\right)}{\left(\frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z}\right)^2 \left(\frac{1}{\lambda_0} - \bar{z}\right)} d\sigma + \\ &+ \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \iint_{k_\varepsilon} \frac{f(z) d\sigma}{\left(\frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z}\right)^2} = \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \iint_{K_\varepsilon} \frac{f(z) d\sigma}{\left(\frac{1}{\lambda_0} - \bar{z}\right)^2} + I_1 + I_2 + I_3. \end{aligned}$$

В силу б) пишем

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left| \frac{1}{\pi \lambda_\varepsilon^2} \iint_{K_\varepsilon} \frac{f(z) d\sigma}{\left(\frac{1}{\lambda_0} - \bar{z}\right)^2} \right| = |T(f, \lambda_0)| < \infty.$$



Оценим по модулю I_1, I_2, I_3 . В силу условия а) и неравенства

$$\left| \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z} \right| \geq \varepsilon \cdot q \text{ получаем}$$

$$|I_3| \leq A_1 M(f, \lambda_0) < \infty, \text{ где } A_1 \text{ — константа,}$$

$$|I_1| \leq A_2 \varepsilon \iint_{K_\delta} \frac{|f(z)| d\sigma}{\left| \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z} \right|^2 \left| \frac{1}{\lambda_0} - \bar{z} \right|^2} \leq A_2 \frac{\varepsilon}{(\delta - \varepsilon)^2 \delta^2} \iint_D |f(z)| d\sigma \rightarrow 0,$$

когда $\varepsilon \rightarrow 0$, т. е. $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} |I_2| = 0$.

Для фиксированного $\varepsilon > 0$ существует целое число n , такое, что

$$\frac{\delta}{2^{n+1}} \leq \varepsilon \leq \frac{\delta}{2^n}$$

Отсюда имеем

$$\begin{aligned} |I_2| &\leq A_3 \varepsilon \iint_{K_{\delta, \varepsilon}} |f(z)| \frac{\left| \frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_0} - 2\bar{z} \right|}{\left| \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z} \right|^2 \left| \frac{1}{\lambda_0} - \bar{z} \right|^2} d\sigma \leq \\ &\leq A_4 \frac{1}{2^n} \sum_{K=0}^n \iint_{K_{\frac{\delta}{2^k}}} |f(z)| \frac{\left| \frac{1}{\lambda_\varepsilon} + \frac{1}{\lambda_0} - 2\bar{z} \right|}{\left| \frac{1}{\lambda_\varepsilon} - \bar{z} \right|^2 \left| \frac{1}{\lambda_0} - \bar{z} \right|^2} d\sigma \leq \\ &\leq A_5 \frac{1}{2^n} \sum_{K=0}^n 2^k M(f, \lambda_0) \leq A_5 M(f, \lambda_0). \end{aligned}$$

Следовательно, $\overline{\lim}_{\varepsilon \rightarrow 0} |F(\lambda_\varepsilon)| < +\infty$.

В силу теоремы А. И. Плеснера (см. [1]) функция $E(\lambda)$ в точке λ_0 имеет угловое граничное значение.

Следствие. Пусть $E \subset C$ и $|E| > 0$. Если почти всюду на множестве E выполнены условия а) и б), то функция $F(\lambda)$ имеет почти всюду на E конечные угловые граничные значения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.4.1977)

მათემატიკა

ბ. მინანი

ერთეულთა სფეროში ანალიზური ფუნქციების სასაზღვრო
თვისებების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ანალიზურ ფუნქციათა ერთი კლასი და ჩაჩვენებია კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობების არსებობა.

G. A. ONIANI

ON BOUNDARY PROPERTIES OF ANALYTICAL FUNCTIONS IN
THE UNIT CIRCLE

Summary

The existence of angular boundary values for a single class of analytical functions is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Привалов. Граничные свойства аналитических функций. М.—Л., 1950.



НГУЕН СУАН ТУЕН

О НЕКОТОРЫХ ФУНКТОРНЫХ СВОЙСТВАХ КОГОМОЛОГИИ МОНОИДОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.4.1977)

При помощи когомологии моноидов определены группы когомологий групповых гомоморфизмов и группы когомологий Тэйта для некоторого класса моноидов, в частности, для групповых гомоморфизмов. Получены точные последовательности этих когомологий моноидов для некоторых частных случаев. Доказано, что контравариантный функтор второй когомологии моноида является сателлитом группы скрещенных гомоморфизмов и получена точная последовательность групп когомологий для амальгамы моноидов.

Рассмотрим гомоморфизм f из группы G в группу G' . Пусть A — G' -модуль. Тогда действие φ группы G на A , $\varphi(g)a = f(g)a$, порождает G -модульную структуру в A . Определим моноид $M_f = G \cup G'$, где $g_0g_1 = gg_1$, $g'_0g'_1 = g'_1g'_1$, $g_0g'_1 = f(g)g'_1$ и $g'_0g = g'_1f(g)$ для $g, g_1 \in G$ и $g', g'_1 \in G'$. Тогда A является левым M_f -модулем с помощью действия φ групп G и G' на A , причем $\varphi: M_f \rightarrow \text{Aut} A$. Обозначим через $H^n(f, A)$ группу когомологий такого M_f -модуля A и назовем $H^n(f, A)$ n -й группой когомологий группового гомоморфизма f .

Теорема 1. Для точной последовательности левых G' -модулей

$$0 \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow C \rightarrow 0$$

имеет место точная последовательность

$$\dots \rightarrow H^n(f, A) \rightarrow H^n(f, B) \rightarrow H^n(f, C) \rightarrow H^{n+1}(f, A) \rightarrow \dots$$

Если $G = e$, $f_0: e \rightarrow G'$, то имеем

$$H^n(f_0, A) \simeq H^n(G', A).$$

Когда G' — конечная группа, мы можем построить группы когомологий Тэйта для моноида M_f . Положим $N = \sum_{g' \in G'} g'$. Для произвольного левого M_f -модуля A определим отображение $N: A \rightarrow A$, определив $Na = \sum_{g' \in G'} g'a$.

Тогда N индуцирует гомоморфизм $N^*: A_{M_f} \rightarrow A^{M_f}$.

Определим группы когомологий Тэйта $\widehat{H}^q(M_f, A)$ для всех q следующим образом:

$$\widehat{H}^q(M_f, A) = H^q(M_f, A), \text{ если } q \geq 1,$$

$$\widehat{H}^0(M_f, A) = \text{Coker } N^*,$$

$$\widehat{H}^{-1}(M_f, A) = \text{Ker } N^*,$$

$$\widehat{H}^{-q}(M_f, A) = H_{q-1}(M_f, A), \text{ если } q \geq 2.$$

Если $f = f_0 : e \rightarrow G'$, то $\widehat{H}^q(M_{f_0}, A) = \widehat{H}^q(G', A)$ — известные группы когомологий Тэйта [1].

Теорема 2. Для каждой точной последовательности левых M_f -модулей

$$0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 0$$

имеет место точная последовательность

$$\dots \rightarrow \widehat{H}^q(M_f, A) \rightarrow \widehat{H}^q(M_f, B) \rightarrow \widehat{H}^q(M_f, C) \rightarrow \widehat{H}^{q+1}(M_f, A) \rightarrow \dots$$

Кроме того, для групп когомологий $H^n(M_f, A)$ гомоморфизмов конечных циклических групп имеют место вычисления, аналогичные случаю $f_0 : Z_q \rightarrow e$, рассмотренному в [2].

Пусть A — абелева группа и Mop_A — категория моноидов, действующих слева на абелеву группу A . Пусть $\mu : B \rightarrow M$ — сюръективный моноидный гомоморфизм, причем $\mu \in \text{Mop}_A$. Рассмотрим последовательность моноидов

$$N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B \xrightarrow{\mu} M \rightarrow e, \quad (1)$$

где $N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B$ — симплициальное ядро гомоморфизма μ . Если $n \in N$ и $a \in A$, то $na = \mu(b)a = \mu(b')a$, где $n = (b, b')$. Ясно, что $N, \psi_0, \psi_1 \in \text{Mop}_A$.

Пусть $K^n(M, A)$ — абелева группа, состоящая из всех функций $f(x_1, \dots, x_n)$ от n аргументов x_i из M в A с кограничным оператором $\bar{\delta}^n : K^n(M, A) \rightarrow K^{n+1}(M, A)$, определяющимся формулой $(\bar{\delta}^n f)(x_1, \dots, x_{n+1}) = x_1 f(x_2, \dots, x_{n+1}) + \sum_{i=1}^n (-1)^i f(x_1, \dots, x_i x_{i+1}, \dots, x_{n+1}) + (-1)^{n+1} f(x_1, \dots, x_n)$.

Собозначим через $K^n(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A)$ подгруппу группы $K^n(N, A)$, состоящую из таких функций f , для каждой из которых существует функция $\eta \in K^n(B, A)$, такая, что $\eta \psi_1 - \eta \psi_0 = f$. Кограничный оператор $\bar{\delta}^n : K^n(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A) \rightarrow K^{n+1}(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A)$ индуцирует гомоморфизм

$$\bar{\delta}^n : K^n(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A) \rightarrow K^{n+1}(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A)$$

и пусть $H^n(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A)$ — n -мерная группа гомологий коцепного комплекса

$$\{K^n(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A), \bar{\delta}^n, n \geq 1\}.$$

Теорема 3. Для каждой последовательности моноидов вида (1) имеем точную последовательность

$$0 \rightarrow Z^1(M, A) \rightarrow Z^1(B, A) \rightarrow Z^1(N \begin{array}{c} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{array} B, A) \rightarrow$$

$$\rightarrow H^2(M, A) \rightarrow \dots \rightarrow H^n(N \begin{matrix} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{matrix} B, A) \rightarrow H^{n+1}(M, A) \rightarrow \dots$$

Теперь обозначим через $\tilde{Z}^1(N, A)$ подгруппу группы $Z^1(N, A)$ скрещенных гомоморфизмов f , таких, что $f(b, b') + f(b', b'') = f(b, b'')$ для каждой упорядоченной тройки $b, b', b'' \in B$, где $\mu(b) = \mu(b') = \mu(b'')$.

Рассмотрим полупрямое произведение $A \# B$ и введем эквивалентное отношение ρ :

$$(a, b) \sim (a', b'), \text{ если } \mu(b) = \mu(b') \text{ и } a + f(b, b') = a'.$$

Введенная эквивалентность ρ сохраняет алгебраическую операцию. Тогда относительно указанной операции $C = A \# B / \rho$ является моноидом. Действие C на A индуцировано действием B на A и поэтому $C \in \text{Mop}_A$.

Можно показать, что последовательность моноидов

$$0 \rightarrow A \xrightarrow{\alpha} C \xrightarrow{\beta} M \rightarrow e,$$

где $\alpha(a) = [(a, e)]$ и $\beta[(a, b)] = \mu(b)$, является расширением моноида M при помощи левого M -модуля A (см. [3])

Кроме того, имеем диаграмму

$$\begin{array}{ccccccc} N & \begin{matrix} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{matrix} & B & \xrightarrow{\mu} & M & \rightarrow & e \\ f \downarrow & \psi_1 \downarrow & \alpha \downarrow & \delta \downarrow & \beta \downarrow & \parallel & \\ 0 & \rightarrow & A & \rightarrow & C & \rightarrow & M \rightarrow e, \end{array}$$

где $\delta(b) = [(e, b)]$, $\delta\psi_0 = \delta\psi_1 + \alpha f$, $\beta\delta = \mu$ и $\alpha, \beta, \delta \in \text{Mop}_A$.

Теорема 4. Для последовательности моноидов вида (1) имеет место

$$Z^1(N \begin{matrix} \xrightarrow{\psi_0} \\ \xrightarrow{\psi_1} \end{matrix} B, A) = \tilde{Z}^1(N, A).$$

Аналогично, как это сделано для категории \mathbf{G}_A (см. [4], стр. 50) групп, можно определить для категории Mop_A моноидов соответствующие предпучок $M(S, s)$ категорий и класс \mathbf{K} связанных контравариантных функторов относительно $M(S, s)$. Тогда имеет место

Теорема 5. Контравариантный функтор $H^2(-, A)$ второй группы когомологий моноидов является правым сателлитом относительно класса \mathbf{K} функтора \tilde{Z}^1 группы скрещенных гомоморфизмов.

Для групп теоремы 3, 4, 5 получены в [4].

Кроме того, можно построить максимальное расширение моноида M при помощи левых M -модулей и использовать это максимальное расширение для нового описания групп когомологий моноидов, аналогичного описанию групп когомологий групп из [4] (теоремы 3.10, 3.11).

Наконец, рассмотрим когомологию амальгам моноидных гомоморфизмов. Пусть E —амальгама семейства $(\gamma_i: H \rightarrow S_i)_{i \in \Omega}$ взаимно однозначных моноидных гомоморфизмов и $\gamma_i(H)$ ($i \in \Omega$)—такая группа в E , что из $\gamma_i(h)x = x$ вытекает $h = e$ для $h \in H$ и $x \in E$. Пусть A —левый M -модуль,

$M^{\Omega'}$ — произведение Ω' копий группы M и Ω' — множество Ω , удаленное одним элементом. Тогда имеется

Теорема 6. *Имеет место точная последовательность*

$$0 \rightarrow \text{Der}(E, A) \rightarrow \prod_{i \in \Omega} \text{Der}(S_i, A) \rightarrow \text{Der}(H, A)^{\Omega'} \rightarrow \\ \rightarrow H^2(E, A) \rightarrow \prod_{i \in \Omega} H^2(S_i, A) \rightarrow H^2(H, A)^{\Omega'} \rightarrow H^3(E, A) \rightarrow \dots$$

Теорема 6 обобщает известную теорему для когомологии групп [5], и для множества Ω , состоящего из двух элементов, дает последовательность Майера—Вьеториса для когомологии моноидов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.4.1977) ;

მათემატიკა

მათემატიკის მეცნიერებათა

მონოიდების კომპოლოგიების ზოგიერთი ფუნქციონალური თვისების შესახებ

რეზიუმე

მონოიდების კომპოლოგიების საშუალებით აგებულია ჯგუფური ჰომომორფიზმების კომპოლოგიის ჯგუფები და ტეიტის კომპოლოგიის ჯგუფები მონოიდათა გარკვეული კლასისათვის. კერძოდ, ჯგუფური ჰომომორფიზმებისათვის მოწოდებულია ამ კომპოლოგიების ზუსტი მიმდევრობები და მონოიდების კომპოლოგიების გამოთვლები ზოგიერთი კერძო შემთხვევისათვის. დამტკიცებულია, რომ მონოიდის მეორე კომპოლოგიის კონტრავარიანტული ფუნქტორი არის ჯვარედინა ჰომომორფიზმის ჯგუფის სატელიტი. მიღებულია კომპოლოგიის ჯგუფების ზუსტი მიმდევრობა მონოიდათა ამაღამისათვის.

MATHEMATICS

NGUYEN XUAN TUYEN

ON SOME FUNCTOR PROPERTIES OF COHOMOLOGY OF MONOIDS

Summary

Cohomology groups of group homomorphisms and Tate's cohomology groups for some class of monoids, in particular for group homomorphisms, are determined with the help of the cohomology of monoids. The exact sequences of these cohomologies and the calculation of cohomology groups of monoids in some particular cases are obtained. It is proved that the contravariant functor of the second cohomology of a monoid is a satellite of the group of crossed homomorphisms. Moreover, the exact sequence of cohomology groups for an amalgam of monoids is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. W. S. Cassels, A. Fröhlich. Algebraic Number Theory, London-New York, 1967.
2. Нгуен Суан Туен. Сообщения АН ГССР, 85, № 3, 1977.
3. Нгуен Суан Туен. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
4. X. H. ინასარიძე. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, 48, 1975.
5. K. W. Gruenberg. Cohomological Topics in Group Theory, Springer Lecture Notes, № 143, 1970.

К. Э. ЦИТЛАНДЗЕ

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО
 ДИФФЕРЕНЦИРУЕМОГО ОТОБРАЖЕНИЯ В БАНАХОВЫХ
 ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 10.4.1977)

Под интегральным представлением нелинейного дифференцируемого отображения $Ux(E_1 \rightarrow E_2)$, $x \in E_1$, мы понимаем его интегральное выражение, содержащее дифференциалы данного отображения, где E_1 и E_2 — вещественные пространства Банаха.

Такое представление способствует установлению взаимоотношений свойств отображения со своими дифференциалами. Так, например, зная указанное представление, можно судить о разновидностях непрерывности Ux с помощью его дифференциалов. Обратное, по поведению отображения Ux можно описать некоторые свойства его дифференциалов и т. д.

Ниже h_1, h_2, \dots, h_n обозначают произвольные элементы E_1 , действительные параметры t_1, t_2, \dots, t_n изменяются на сегменте $[0, 1]$, dt_1, dt_2, \dots, dt_n — дифференциалы соответствующих параметров, θ_1 и θ_2 — нулевые элементы пространств E_1 и E_2 .

Предполагается, что Ux непрерывно дифференцируемо (в смысле нормы E_1) в любой точке $x \in E_1$ до n -го порядка включительно в смысле Фреше [1], т. е. существуют отображения $dU(x; h_1), d^2U(x; h_1; h_2), \dots, d^nU(x; h_1; h_2; \dots; h_n)$, линейно зависящие от h_1, h_2, \dots, h_n и действующие из E_1 в E_2 .

В силу определения дифференциала отображения по Фреше имеем

$$U(t_1 + dt_1)x - Ut_1x = dU(t_1x; xdt_1) + \omega_u(t_1x; xdt_1),$$

где

$$\|\omega_u(t_1x; xdt_1)\| = o(xdt_1) \text{ и } \omega_u(t_1x; \theta_1) = \theta_2.$$

Дифференциал первого порядка $dU(t_1x; xdt_1)$ линейно зависит от xdt_1 и, следовательно, $dU(t_1x; xdt_1) = dU(t_1x; x)dt_1$. Далее, так как по условию Ux непрерывно дифференцируемо, то для каждого фиксированного x дифференциал $dU(t_1x; x)dt_1$ есть непрерывная функция относительно параметра t_1 . Поэтому существует интеграл

$$\int_0^1 dU(t_1x; x) dt_1 = [U(t_1x)]_0^1 = Ux - U\theta_1,$$

откуда получаем равенство

$$Ux = U\theta_1 + \int_0^1 dU(t_1x; x) dt, \quad (1)$$

представляющее Ux в любой точке $x \in E_1$, где $U\theta_1$ —образ точки θ_1 в E_2 , $dU(t_1x; x)$ —дифференциал первого порядка. Несколько иным путем формула (1) выведена в [2].

Заметим, что $dU(x; h_1)$, для фиксированного h_1 , сам является непрерывно дифференцируемым по x отображением из E_1 в E_2 и, следовательно, представим формулой (1):

$$dU(x; h_1) = dU(\theta_1; h_1) + \int_0^1 d^2U(t_2x; h_1; x) dt_2,$$

откуда имеем

$$dU(t_1x; x) = dU(\theta_1; x) + \int_0^1 d^2U(t_1t_2x; x; t_1x) dt_2. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), получаем

$$Ux = U\theta_1 + dU(\theta_1; x) + \int_0^1 \int_0^1 d^2U(t_1t_2x; x; t_1x) dt_1 dt_2. \quad (3)$$

Аналогично получаем

$$d^2U(x; h_1; h_2) = d^2U(\theta_1; h_1; h_2) + \int_0^1 d^3U(t_3x; h_1; h_2; x) dt_3,$$

$$d^2U(t_1t_2x; x; t_1x) = d^2U(\theta; x; t_1x) + \int_0^1 d^3U(t_1t_2t_3x; x; t_1x; t_1t_2x) dt_3$$

и из (3) теперь вытекает

$$Ux = U\theta_1 + dU(\theta_1; x) + \frac{1}{2!} d^2U(\theta_1; x; x) +$$

$$+ \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 d^3U(t_1t_2t_3x; x; t_1x; t_1t_2x) dt_1 dt_2 dt_3. \quad (4)$$

Из (1), (3), (4) подсказывается, что для любого натурального n можно написать равенство

$$Ux = U\theta_1 + dU(\theta_1; x) + \frac{1}{2!} d^2U(\theta_1; x; x) +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{3!} d^3 U(\theta_1; x; x) + \dots + \frac{1}{(h-1)!} d^{h-1} U(\theta_1; \overbrace{x; x; \dots; x}^{n-1}) + \\
 & + \int_0^1 \dots \int_0^1 d^n U(t_1 t_2 \dots t_n x; x; t_1 x; t_1 t_2 x; \dots; t_1 t_2 \dots t_{n-1} x) dt_1 dt_2 \dots dt_n, \quad (5)
 \end{aligned}$$

дающее интегральное представление отображения Ux посредством дифференциалов Фреше до n -го порядка включительно, когда известны $U\theta_1$ и $dU(\theta_1; x)$, $d^2U(\theta_1; x; x)$, ..., $d^{n-1}U(\theta_1; x; x; \dots; x)$.

Пример. Найдем отображение Ux из $L^2[0, 1]$ в $L^2[0, 1]$, если $U\theta = \theta$, $dU(\theta; h_1) = \theta$, $d^2U(\theta; h_1; h_2) = \theta$, $d^3U(x; h_1; h_2; h_3) = 2[(h_1, h_2)h_3 + (h_3, h_1)h_2 + (h_3, h_2)h_1]$, где x, h_1, h_2, h_3 — произвольные элементы, θ — нулевой элемент пространства $L^2[0, 1]$. Символы (h_i, h_k) , где $i, k = 1, 2, 3$ обозначают скалярные произведения.

Искомое отображение следует определить из (4), откуда, в силу заданных условий, легко получим

$$\begin{aligned}
 Ux &= 2 \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 [(x, t_1 x) t_1 t_2 x + (t_1 t_2 x, x) t_1 x + (t_1 t_2 x, t_1 x) x] dt_1 dt_2 dt_3 = \\
 &= 6 \|x\|^2 x \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 t_1^2 t_2 dt_1 dt_2 dt_3 = \|x\|^2 x.
 \end{aligned}$$

Простые вычисления показывают, что найденное отображение и его дифференциалы первого и второго порядков удовлетворяют всем вышеприведенным условиям.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.4.1977)

მათემატიკა

ბ. წითლანაძე

არაწრფივი დიფერენცირებადი ასახვის ინტეგრალური წარმოდგენა
ბანახის სივრცეებში

რეზიუმე

აგებულია ფორმულა (5), რომელიც გვაძლევს არაწრფივი დიფერენცირებადი ასახვის ინტეგრალურ წარმოდგენას ბანახის ტიპის სივრცეში.

კ. ე. ციტლანაძე

ON INTEGRAL REPRESENTATION OF NONLINEAR DIFFERENTIABLE
MAPPING IN BANACH SPACES

Summary

The formula (5), which gives nonlinear differentiable mapping in Banach spaces is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Fréchet. Ann. Sc. de l'Ecole Norm. super. 42, 1925, 293—323.
2. M. Kerner. Ann. Math. 34, 1933, 546—572.



УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

А. Ч. ЧИГОГИДЗЕ

О ВОЛМЭНОВСКИХ R -РАСШИРЕНИЯХ И РАЗМЕРНОСТИ
 НАРОСТОВ ВПОЛНЕ РЕГУЛЯРНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 19.4.1977)

Все пространства подразумеваются вполне регулярными и хаусдорфовыми. $Z(X)$ —система всех нуль-множеств пространства X ; если $X \subseteq Y$, то $Z(X, Y)$ —след системы $Z(Y)$ на множестве X [1]; $N(X)$ —семейство всех систем вида $Z(X, Y)$ [2]; если $\mathfrak{F} \in N(X)$, то $\omega(X, \mathfrak{F})$ —соответствующее волмэновское расширение [3], а $\nu(X, \mathfrak{F})$ —соответствующее волмэновское R -расширение [4] пространства X . Если не будет недоразумений, пространства $\omega(X, \mathfrak{F})$ и $\nu(X, \mathfrak{F})$ будем обозначать соответственно через $\omega(\mathfrak{F})$ и $\nu(\mathfrak{F})$. R —обычное пространство действительных чисел. Под R -компактами подразумеваются Хьюиттовские пространства.

Теорема 1. Пусть $\mathfrak{F} \in N(X)$ и $X \subseteq T \subseteq \omega(\mathfrak{F})$. Следующие утверждения эквивалентны:

1. Каждое $Z(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображение [1] пространства X в R -компакт Y может быть продолжено до некоторого $Z(T, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображения пространства T в Y .

1. Каждое $Z(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображение пространства X в R может быть продолжено до некоторого $Z(T, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображения пространства X в R .

3. Если счетное семейство множеств из \mathfrak{F} имеет пустое пересечение, то пусто и пересечение их замыканий в T .

4. Если $F_n \in \mathfrak{F}$ ($n=1, \infty$), то

$$\left[\bigcap_{n=1}^{\infty} F_n \right]_T = \bigcap_{n=1}^{\infty} [F_n]_T.$$

5. Каждая точка из T есть предел единственного, счетно-центрированного \mathfrak{F} -ультрафильтра на X .

6. $X \subseteq T \subseteq \nu(\mathfrak{F})$.

7. $\nu(T, Z(T, \omega(\mathfrak{F}))) = \nu(\mathfrak{F})$.

Теорема 2. Пусть $\mathfrak{F} \in N(X)$. Волмэновское R -расширение $\nu(\mathfrak{F})$ пространства X удовлетворяет следующим эквивалентным условиям:

1. Каждое $Z(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображение пространства X в R -компакт Y может быть продолжено до некоторого $Z(\nu(\mathfrak{F}), \omega(\mathfrak{F}))$ -отображения пространства $\nu(\mathfrak{F})$ в Y .

2. Каждое $Z(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображение пространства X в R может быть продолжено до некоторого $Z(\nu(\mathfrak{F}), \omega(\mathfrak{F}))$ -отображения пространства $\nu(\mathfrak{F})$ в R .

3. Если счетное семейство множеств из \mathfrak{F} имеет пустое пересечение, то пусто и пересечение их замыканий в $\nu(\mathfrak{F})$.

4. Если $F_n \in \mathfrak{F}$ ($n=1, \infty$), то

$$\left[\bigcap_{n=1}^{\infty} F_n \right]_{\nu(\mathfrak{F})} = \bigcap_{n=1}^{\infty} [F_n]_{\nu(\mathfrak{F})}.$$

5. Каждая точка из $\nu(\mathfrak{F})$ есть предел единственного, счетно-центрированного \mathfrak{F} -ультрафильтра на X .

Пусть $X \subseteq Y$. Назовем пространство X R -компактным относительно пространства Y , если $X = \nu(X, Z(X, Y))$. Аналогично определяется и относительная псевдокомпактность. Как показывает пример 2.4 из [4], пространство $\nu(\mathfrak{F})$ ($\mathfrak{F} \in N(X)$) не является минимальным R -компактом между X и $\omega(\mathfrak{F})$. Тем не менее имеет место

Теорема 3. Если $\mathfrak{F} \in N(X)$, то $\nu(\mathfrak{F})$ — минимально среди всех тех лежащих между X и $\omega(\mathfrak{F})$ пространств, которые являются R -компактными относительно пространства $\omega(\mathfrak{F})$. В частности, $X = \nu(\mathfrak{F})$ тогда и только тогда, когда X R -компактно относительно пространства $\omega(\mathfrak{F})$.

Теорема 4. Пусть $\mathfrak{F} \in N(X)$ и $F \in \mathfrak{F}$. Каждое $Z(F, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображение множества F в R может быть продолжено до некоторого $Z(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -отображения пространства X в R .

Следствие 1. Если $\mathfrak{F} \in N(X)$ и $F \in \mathfrak{F}$, то $\nu(F, Z(F, \omega(\mathfrak{F}))) = [F]_{\nu(\mathfrak{F})}$.

Следующая теорема обобщает теорему 5 из [2].

Теорема 5. Если $\mathfrak{F} \in N(X)$, то $I(X, \omega(\mathfrak{F})) = I(\nu(\mathfrak{F}), \omega(\mathfrak{F}))$ [1].

Следствие 2. $\text{Ind}_0 X = \text{Ind}_0 \nu X$ [1].

Определение 1. Пусть $X \subseteq Y$. $R(X, Y)$ -окаймлением пространства X назовем конечное семейство $\{O_i^k\}_{i=1}^k$ множеств из системы $CZ(X, Y)$ [1], такое, что $X \setminus \bigcup_{i=1}^k O_i$ является R -компактным относительно пространства Y .

Определение 2. Пусть $X \subseteq Y$. Скажем, что $R-d(X, Y) \leq n$, если в любое $R(X, Y)$ -окаймление пространства X можно вписать $R(X, Y)$ -окаймление пространства X кратности $\leq n+1$.

Определение 3. Пусть $X \subseteq Y$. Положим $R-I(X, Y) = -1$ тогда и только тогда, когда X R -компактно относительно Y . Считая смысл неравенства $R-I(X, Y) \leq n-1$ уже определенным, положим $R-I(X, Y) \leq n$, если для любых двух дизъюнктивных множеств Z_1 и Z_2 из системы $Z(X, Y)$ существуют множества $Z \in Z(X, Y)$, $O_1, O_2 \in CZ(X, Y)$ такие, что

$$X \setminus Z = O_1 \cup O_2, O_1 \cap O_2 = \emptyset, Z_i \subseteq O_i \quad (i=1, 2), R-I(Z, Y) \leq n-1.$$

Если $X=Y$, то $R-d(X, Y)$ и $R-I(X, Y)$ обозначим соответственно через $R-\dim X$ и $R-\text{Ind}_0 X$.

Теорема 6. Если $\mathfrak{F} \in N(X)$, то $R-d(X, \omega(\mathfrak{F})) = d(\nu(\mathfrak{F}) \setminus X, \omega(\mathfrak{F}))$.

Следствие 3. $R-\dim X = d(\nu X \setminus X, \beta X)$.

Теорема 7. Если $\mathfrak{F} \in N(X)$, то $R-I(X, \omega(\mathfrak{F})) = I(\nu(\mathfrak{F}) \setminus X, \omega(\mathfrak{F}))$.

Следствие 4. $R-\text{Ind}_0 X = I(\nu X \setminus X, \beta X)$.

Пусть $\mathfrak{F} \in N(X)$. Под $R(\mathfrak{F})$ -окаймлением пространства X будем понимать $R(X, \omega(\mathfrak{F}))$ -окаймление пространства X . Имеет место

Теорема 8. *Пространство X обладает волмэнзовским R -расширением с наростом, размерность которого относительно соответствующего волмэнзовского расширения не больше n тогда и только тогда, когда в семействе $N(X)$ имеется хотя бы один элемент \mathfrak{F} , такой, что система всех $R(\mathfrak{F})$ -окаймлений пространства X содержит определяющую подсистему [5] $R(\mathfrak{F})$ -окаймлений кратности $\leq n + 1$.*

Для псевдокомпактного X из определения 1 следует, что $R(X, Y)$ -окаймления пространства $X (X \subseteq Y)$ —это в точности те конечные семейства $\{O_i\}_{i=1}^k$ множеств из системы $CZ(X, Y)$, для которых $X \setminus \bigcup_{i=1}^k O_i$ бикompактно. Эти семейства будем называть $B(X, Y)$ -окаймлениями. Соответствующим образом определяются относительные размерности $B - d(X, Y)$ и $B - I(X, Y)$. Имеют место следующие предложения (bX —произвольное бикompактное расширение X):

1. $B - d(X, bX) = d(bX \setminus X, bX)$.

2. $B - \dim X = d(\beta X \setminus X, \beta X)$.

3. $B - I(X, bX) = I(bX \setminus X, bX)$.

4. $B - \text{Ind}_0 X = I(\beta X \setminus X, \beta X)$.

5. $I(X, bX) = \text{Ind}_0 bX$; в частности $\text{Ind}_0 X = \text{Ind}_0 \beta X$.

6. Если X удовлетворяет бикompактной аксиоме счетности [6], то $B - d(X, bX) = \dim(bX / X)$, $B - I(X, bX) = \text{Ind}_0(bX \setminus X)$.

7. Псевдокомпактное пространство X обладает бикompактным расширением с наростом, размерность которого относительно соответствующего бикompактного расширения не больше n , тогда и только тогда, когда в семействе $N(X)$ имеется хотя бы один элемент \mathfrak{F} такой, что система всех $B(\mathfrak{F})$ -окаймлений пространства X содержит определяющую подсистему $B(\mathfrak{F})$ -окаймлений кратности $\leq n + 1$.

Замечание. Заменяя в определениях 1, 2 и 3 требование относительной R -компактности относительной псевдокомпактностью, получим определения относительных размерностей $P - d(X, Y)$ и $P - I(X, Y)$ по модулю псевдокомпактных пространств. Можно показать, что если $\mathfrak{F} \in N(X)$ и $\omega(\mathfrak{F}) \setminus \nu(\mathfrak{F})$ финально компактно, то $P - d(X, \omega(\mathfrak{F})) = \dim(\omega(\mathfrak{F}) \setminus \nu(\mathfrak{F}))$ и $P - I(X, \omega(\mathfrak{F})) = \text{Ind}_0(\omega(\mathfrak{F}) \setminus \nu(\mathfrak{F}))$. В частности, равенства $P - \dim X = \dim(\beta X \setminus \nu X)$ и $P - \text{Ind}_0 X = \text{Ind}_0(\beta X \setminus \nu X)$ верны для тех пространств X , у которых хьюиттовское расширение удовлетворяет бикompактной аксиоме счетности.

Гбилиский государственный университет

(Поступило 22.4.1977)

ბ. ჩიგოგიძე

სავსებით რეგულარულ სივრცეთა ვოლმენის R -გაფართოებათა
 და ნაზრდების განზომილების შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია სავსებით რეგულარული სივრცეების ვოლმენის R -გაფართოებათა დახასიათება. შემოტანილია ფარდობითი განზომილების ერთი ახალი ვარიანტი და მისი საშუალებით გამოკვლეულია სავსებით რეგულარული სივრცეების ნაზრდების განზომილება. მიღებულია შინაგანი დახასიათება სივრცეებისა, რომელთაც გააჩნიათ ერთი მაინც ვოლმენის R -გაფართოება ნაზრდით, რომლის განზომილება $\leq n$.

MATHEMATICS

A. Ch. CHIGOGIDZE

ON WALLMAN REALCOMPACTIFICATIONS AND DIMENSION OF INCREMENTS OF COMPLETELY REGULAR SPACES

Summary

Wallman realcompactification of completely regular spaces are characterized. The notion of a new relative dimension is introduced, by means of which the dimension of the increments of wallman realcompact extensions is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Ч. Чигогидзе. Сообщения АН ГССР, 85, № 1, 1977.
2. A. Ч. Чигогидзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 1, 1977.
3. O. Frink. Am. J. Math., 86, 1964.
4. A. K. Steiner, E. F. Steiner. Trans. Am. Math. Soc., 148, № 2, 1970.
5. A. Ч. Чигогидзе. Сообщения АН ГССР, 82, № 1, 1976.
6. Ю. М. Смирнов. Матем. сб., 71 (113):4, 1966.

А. А. ПАНКОВ

О ПОЧТИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ ОПЕРАТОРАХ
 С ПАРАМЕТРОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 4.5.1977)

0. В данной заметке изучаются линейные операторы $A(t)$ в банаховом пространстве, почти периодически (п. п.) зависящие от $t \in \mathbf{R}$, и исследуется вопрос о разрешимости уравнений вида $A(t)x = y(t)$ с п. п. $A(t)$ и $y(t)$ в различных классах п. п. функций. Фактически, полученные результаты являются теоремами типа Бора—Фландерса для линейных операторов. Классическая теорема Бора—Фландерса устанавливает почти периодичность корней многочлена $a_0(t)\lambda^n + a_1(t)\lambda^{n-1} + \dots + a_n(t)$ при условии, что для дискриминанта $\Delta(t)$ имеет место оценка $|\Delta(t)| \geq \sigma > 0$. Аналогом этого условия в наших результатах является условие (i) ниже.

1. Пусть E —банахово пространство над \mathbf{C} , $\text{Trig}(E)$ —пространство всех тригонометрических многочленов вида $\sum a_i \exp(i\lambda_i t)$, $a_i \in E$, $\lambda_i, t \in \mathbf{R}$. Введем следующие банаховы пространства: $AP(E)$ —пополнение пространства $\text{Trig}(E)$ по норме $\|f\|_{AP} = \sup \|f(t)\|$ (пространство п. п. функций Бора); $S^p(E)$, $1 \leq p < \infty$, —пополнение $\text{Trig}(E)$ по норме

$$\|f\|_{S^p} = \sup_{t \in \mathbf{R}} \left(\int_t^{t+1} \|f(\eta)\|^p d\eta \right)^{1/p}$$

(пространство п. п. функций Степанова); $B^p(E)$, $1 \leq p < \infty$ —пополнение $\text{Trig}(E)$ по норме

$$\|f\|_{B^p}^p = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \|f(t)\|^p dt$$

(пространство п. п. функций Безиковича) (см. [1, 2]). Пусть \mathbf{R}_b —боровская компактификация прямой [3, 4], т. е. пространство максимальных идеалов алгебры $AP(\mathbf{C})$. \mathbf{R}_b является компактной абелевой группой, $\mathbf{R} \subset \mathbf{R}_b$ и $\overline{\mathbf{R}} = \mathbf{R}_b$. Имеется канонический изоморфизм $AP(\mathbf{C}) \simeq C(\mathbf{R}_b)$ ($C(K)$ —пространство всех непрерывных функций на K). Мера Хаара μ на \mathbf{R}_b задается формулой

$$\int_{\mathbf{R}_b} f d\mu = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T f(t) dt.$$

Нетрудно доказать следующее

Предложение 1. Имеются естественные изоморфизмы $AP(E) \simeq C(\mathbf{R}_b, E)$ и $B^p(E) \simeq L^p(\mathbf{R}_b, \mu, E)$, $1 \leq p < \infty$, совместимые со структурой $AP(C)$ -модулей. ($AP(C)$ отождествляется с $C(\mathbf{R}_b)$).

2. Для банаховых пространств E и F обозначим через $L(E, F)$ банахово пространство всех ограниченных линейных операторов $A; E \rightarrow F$. Для $A \in L(E, F)$ положим [5, 6]

$$k(A) = \sup_{y \in \text{Im } A, \|y\|=1} \inf_{x \in E, Ax=y} \|x\|.$$

Помимо общих свойств $k(A)$ (см. [5–7]) нам понадобится

Предложение 2. Пусть $A_n \rightarrow A$ в $L(E, F)$ и $k(A_n) \leq c < \infty$. Тогда $k(A) = \lim k(A_n)$.

3. Пусть $A(t) \in AP(L(E, F))$. Тогда A индуцирует оператор $A: AP(E) \rightarrow AP(F)$, $S^p(E) \rightarrow S^p(F)$, $B^p(E) \rightarrow B^p(F)$, $1 \leq p < \infty$.

Теорема 1. Пусть $\forall t \in \mathbf{R}$ оператор $A(t)$ является расщепляющим (т. е. $\text{Ker } A(t)$ дополняемо, $\text{Im } A(t)$ замкнуто и дополняемо). Следующие утверждения эквивалентны:

(i) $\sup_{t \in \mathbf{R}} k(A(t)) < \infty$;

(ii) $\exists B(t) \in AP(L(F, E))$ такое, что $A(t)B(t)A(t) = A(t)$;

(iii) $A: AP(E) \rightarrow AP(F)$ — расщепляющий оператор;

(iv) $A: S^p(E) \rightarrow S^p(F)$ — расщепляющий оператор для некоторого $1 \leq p < \infty$;

(v) $A: B^p(E) \rightarrow B^p(F)$ — расщепляющий оператор для некоторого $1 \leq p < \infty$.

Эта теорема аналогична основному результату [8]. На самом деле эквивалентность (i), (ii), (iii) и (v) вытекает из [8] и предложений 1 и 2. Эквивалентность этих утверждений и (iv) устанавливается с помощью некоторых дополнительных рассуждений.

Из теоремы 1 с использованием некоторых соображений работ [9, 10] выводится

Теорема 2. Предположим, что $\sup k(A(t)) < \infty$ и либо $\text{Ker } A(t)$ дополняемо $\forall t \in \mathbf{R}$, либо $\text{Im } A(t)$ дополняемо $\forall t \in \mathbf{R}$. Тогда $\text{Im } A$ состоит из всех тех элементов f пространств $AP(F)$, $S^p(F)$ или $B^p(F)$ соответственно, для которых $f(t) \in \text{Im } A(t) \forall t \in \mathbf{R}$ (соответственно почти всюду).

4. Результаты [11] позволяют в некоторых случаях уточнить теоремы 1 и 2. Заметим, что ограничение $K \subset \mathbf{R}^n$ в основных результатах [11] излишне и последние применимы в случае $K = \mathbf{R}_b$.

Пусть $AP^\infty(E) = \{f \in AP(E) \mid f^{(i)} \in AP(E), \forall i \in \mathbf{Z}_+\}$ и $AP_a(E)$ — пространство всех функций $f \in AP(E)$ с абсолютно сходящимися рядами Фурье.

Теорема 3. В предположениях теоремы 1 пусть $A \in AP^\infty(L(E, F))$ (соответственно $AP_a(L(E, F))$). Предположим, что выполнено утверждение (i). Тогда утверждение (ii) выполнено с $B \in AP^\infty(L(F, E))$ (соответственно $AP_a(L(F, E))$).

Теорема 4. Пусть в условиях теоремы 2 $A \in AP^\infty(L(E, F))$ (соответственно $AP_a(L(E, F))$). Тогда образ индуцированного оператора

$A: AP^\infty(E) \rightarrow AP^\infty(F)$ (соответственно $AP_a(E) \rightarrow AP_a(F)$) состоит из всех $f \in AP^\infty(F)$ (соответственно $f \in AP_a(F)$), для которых $f(t) \in \text{Im } A(t) \forall t \in \mathbb{R}$.

5. В основных результатах пункта 3 вещественную прямую \mathbb{R} можно заменить произвольной локально компактной абелевой группой.

Белгородский технологический институт
строительных материалов

(Поступило 12.5.1977)

მათემატიკა

ა. პანკოვი

თითქმის პერიოდული წრფივი პარამეტრიანი ოპერატორების
შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია წრფივი ოპერატორები ბანახის სივრცეებში, რომლებიც თითქმის პერიოდულად არიან დამოკიდებული პარამეტრზე, და გამოკვლეულია საკითხი შესაბამისი ოპერატორული განტოლებების ამოხსნადობის შესახებ თითქმის პერიოდულ ფუნქციათა სივრცეებში. მიღებული შედეგები წარმოადგენენ ბორო — ფლანდერსის ტიპის თეორემებს.

MATHEMATICS

A. A. PANKOV

ON ALMOST PERIODIC LINEAR OPERATORS WITH A PARAMETER

Summary

Linear operators in Banach spaces are considered which depend almost periodically on a parameter. The problem of solvability of corresponding operator equations is investigated in spaces of almost periodic functions. Theorems of Bohr-Flanders type are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. М. Левитан. Почти периодические функции. М., 1953.
2. L. Amerio. G. Prouse. Almost Periodic Functions and Functional Equations. N. Y., 1971.
3. Ж. Диксмье. C^* -алгебры и их представления. М., 1974.
4. Э. Хьюитт, К. Росс. Абстрактный гармонический анализ, т. 1, 2. М., 1975.
5. А. С. Маркус. Уч. зап. КГУ, 39, 1959, 265.
6. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Введение в теорию одномерных сингулярных интегральных операторов. Кишинев, 1973.
7. Т. Като. Теория возмущений линейных операторов. М., 1972.
8. Ю. Лайтерер. Матем. исслед., V:4, 1970, 115.
9. J. Leiterer. Banach coherent analytic Fréchet sheaves. Preprint. ZIMM, Berlin. 1976.
10. А. А. Панков. ДАН СССР, 220, 4, 1975, 782.
11. I. Z. Gochberg, J. Leiterer. Studia Math., LVII, 1976, 1.
12. E. Michael. Ann. Math., 63, 1956, 361.
13. М. Г. Зайденберг, С. Г. Крейн, П. А. Кучмент, А. А. Панков. УМН, 30, 5, 1975, 101.

А. Б. ГУЛИСАШВИЛИ

О ПОВЕДЕНИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ
 ПЕРЕСТАВЛЕННЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.5.1977)

В данной работе продолжены исследования [1—3].

Пусть G —бесконечная локально компактная хаусдорфова абелева группа, Γ —ее группа характеров, а $d\mu$ и $d\nu$ —меры Хаара на G и Γ соответственно, нормированные как в [4] (стр. 249).

Для $f \in L^1(G, d\mu)$, как обычно, обозначим через \widehat{f} преобразование Фурье f . Напомним, что

$$\widehat{f}(\gamma) = \int_G f(x) (-x, \gamma) d\mu(x), \quad \gamma \in \Gamma.$$

Через $L_0^2(\Gamma, d\nu, \text{loc})$ будем обозначать пространство измеримых по $d\nu$ на Γ функций ρ , которые на множествах конечной меры принадлежат L^2 , и для любого $\varepsilon > 0$ найдется множество конечной меры A_ε , такое, что $|\rho(\gamma)| < \varepsilon$ при $\gamma \in \Gamma \setminus A_\varepsilon$.

Мы будем пользоваться обозначением Ω для семейства сохраняющих меру $d\mu$ обратимых mod 0 преобразований $\omega: G \rightarrow G$. Ясно, что в случае дискретной группы G каждое ω —это взаимно однозначное отображение G на себя.

Справедлива

Теорема 1. Если группа G компактна, то для любых $f \in L^1(G, d\mu)$ и $\rho \in L_0^2(\Gamma, d\nu, \text{loc})$ имеет место равенство

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f \circ \omega} \cdot \rho\|_{L^2(\Gamma, d\nu)} = \left| \rho(e) \int_G f(x) d\mu(x) \right|, \quad (1)$$

где e —единичный характер.

Замечание. В случае, когда $G=T$, где T —группа вращений окружности, теорема 1 была анонсирована в [1] (теор. 3), но без вычисления инфимума по Ω , просто в виде неравенства

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f \circ \omega} \cdot \rho\|_{L^2(Z)} < \infty. \quad (2)$$

В [2] теорема 1 была доказана в случае $G=T^n$, а в [3] анонсирована для метризуемых компактных абелевых групп в виде (2).

Для некомпактных групп решение дается следующей теоремой.

Теорема 2. Если группа G локально компактна, некомпактна и не дискретна, то для любых $f \in L^1(G, d\mu)$ и $\rho \in L^2_0(\Gamma, d\nu, \text{loc})$ имеет место равенство

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f\omega} \cdot \rho\|_{L^2(\Gamma, d\nu)} = 0.$$

Для дискретных групп вычисление аналогичных инфимумов сложнее. Приведем некоторые результаты для группы целых чисел Z .

Теорема 3. Существует последовательность перестановок $\pi_n: Z \rightarrow Z$, такая, что для любых $f \in L^1(Z)$ и $\rho \in L^1(T)$ имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^{2\pi} \left| \sum_{k \in Z} f(\pi_n(k)) e^{ikh} \right|^2 \rho(x) dx = \int_0^{2\pi} \rho(x) dx \sum_{k \in Z} |f(k)|^2.$$

Из теоремы 3 следует, что для $f \in L^1(Z)$ и $\rho \in L^2(T)$

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f\omega} \cdot \rho\|_{L^2(T)} \leq \|f\|_{L^1(Z)} \|\rho\|_{L^2(T)}. \quad (3)$$

Иногда в (3) имеет место равенство. Справедлива

Теорема 4. Если $f \in L^1(Z)$ и $f \geq 0$, а ρ таково, что $\rho \in L^2(T)$ и $\text{Re } \widehat{\rho^2}(n) \geq 0$ для всех $n \in Z$, то

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f\omega} \cdot \rho\|_{L^2(T)} = \|f\|_{L^1(Z)} \|\rho\|_{L^2(T)}.$$

Однако равенство в (3) выполняется не всегда. Пусть $f \in L^1(Z)$, $f \geq 0$, и допускает четную монотонную на Z^+ перестановку f^0 . Относительно веса $\rho \in L^2(T)$ требуем, чтобы существовало натуральное число p , такое, что

1. $\text{Re } \widehat{\rho^2}(sp) < 0$ для всех $s \geq 1$;
2. $\text{Re } \widehat{\rho^2}(j) \geq 0$ при $j \neq sp$, $s \geq 1$;
3. $|\text{Re } \widehat{\rho^2}(sp)|$ убывает при $s \rightarrow \infty$.

Теорема 5. Пусть выполняются перечисленные выше условия на f и ρ . Тогда

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f\omega} \cdot \rho\|_{L^2(T)} = \sqrt{\|f\|_{L^1(Z)}^2 \|\rho\|_{L^2(T)}^2 - \sum_{s \in Z \setminus \{0\}} (f^0 * f^0)(s) |\text{Re } \widehat{\rho^2}(sp)|},$$

где $*$ — операция свертки на Z .

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

(Поступило 13.5.1977)

ა. გულისაშვილი

გადასმულ ფუნქციათა ფურიეს გარდაქმნის უოფაქცივის შესახებ
რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ თუ G არის უსასრულო ლოკალურად კომპაქტური აბელის ჯგუფი, $f \in L^1(G)$, $\rho \in L^2(\Gamma)$ ლოკალურად და მისწრაფვის ნულისკენ Γ -ზე, მაშინ

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f \circ \omega} \cdot \rho\|_{L^2(\Gamma)} = \begin{cases} \left| \rho(e) \int_G f(x) d\mu(x) \right|, & \text{თუ } G \text{ კომპაქტურია,} \\ 0, & \text{თუ } G \text{ არაკომპაქტურია და არადისკრეტული,} \end{cases}$$

სადაც e Γ -ს ერთეულია, ხოლო Ω G -ზე ჰაარის ზომის შემნახავ შებრუნებად გარდაქმნათა ოჯახია.

MATHEMATICS

A. B. GULISASHVILI

ON THE BEHAVIOUR OF FOURIER TRANSFORM OF REARRANGED FUNCTIONS

Summary

Let G be an infinite locally compact abelian group, $f \in L^1(G)$, $\rho \in L^2(\Gamma)$ locally and converges to zero on Γ . Then

$$\inf_{\omega \in \Omega} \|\widehat{f \circ \omega} \cdot \rho\|_{L^2(\Gamma)} = \begin{cases} \left| \rho(e) \int_G f(x) d\mu(x) \right|, & \text{if } G \text{ is compact,} \\ 0, & \text{if } G \text{ is noncompact and nondiscrete,} \end{cases}$$

where e is Γ 's unity, and Ω -a family of Haar measure preserving invertible transformations of G .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Гулисашвили. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972, 553—555.
2. А. Б. Гулисашвили. Studia Math. LIV, 1975, 117—129.
3. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974, 21—24.
4. Э. Хюитт, К. Росс. Абстрактный гармонический анализ, т. 2. М., 1975.



О. П. ДЖАНЕЛИДЗЕ

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ МНОГОМЕРНОГО СИНГУЛЯРНОГО
 ОПЕРАТОРА В ПРОСТРАНСТВАХ С ВЕСОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 25.5.1977)

Пусть E^n — евклидово пространство n измерений, H — функция, определенная на $E^n \times E^n$ и удовлетворяющая следующим условиям:

- 1) $\forall x \in E^n : H(x, \cdot)$ — однородная функция порядка $-n$;
- 2) для некоторого $q > 1$, $A > 0$ и $\forall x \in E^n$

$$\int_{\Sigma} |H(x, y')|^q dy' \leq A,$$

2') $|H(x, y')| \leq A,$

3) $\int_{\Sigma} H(x, y') dy' = 0.$

Здесь Σ — единичная сфера, $y' = y / |y|$.

Предел

$$\tilde{f}(x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{|x-y|>\varepsilon} H(x, x-y) f(y) dy = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{|y|>\varepsilon} H(x, y) f(x-y) dy, \quad (1)$$

как принято, будем называть сингулярным интегралом с плотностью f и с ядром H .

Кальдероном и Зигмундом [1] было доказано, что если H удовлетворяет условиям (1—3), то

$$\int_{E^n} |\tilde{f}(x)|^p dx \leq A_p \int_{E^n} |f(x)|^p dx, \quad (2)$$

где p — произвольное число, удовлетворяющее неравенству $p \geq q/q - 1$, а $0 < A_p$ зависит только от p .

Эта теорема допускает обобщение в различных направлениях. В частности, Стейн [2] показал, что при дополнительном требовании ограниченности функции H на $E^n \times \Sigma$ имеет место неравенство

$$\int_{E^n} | |x|^\beta \tilde{f}(x) |^p dx \leq A_{p,\beta} \int_{E^n} | |x|^\beta f(x) |^p dx, \quad (3)$$

где β — произвольное число из интервала $\left] -\frac{n}{p}, \frac{n'}{p'} \right[$, $p' = p/p - 1$, а положительное число $A_{p,\beta}$ зависит только от p и β . Таким образом, сингу-

лярный оператор, определенный равенством (1), является ограниченным в пространстве $L_{p,\omega}(E^n)$ при $\omega(x) = |x|^\beta$. Оказывается, условие 2') является естественным для ограниченности операторов с ядрами, зависящими от полюса в весовых пространствах. Можно привести пример ядра, для которого выполняются условия 1) — 3), при этом нарушается 2') и соответствующий сингулярный оператор не является ограниченным в $L_{p,\omega}(E^n)$ для $\omega(x) = |x|^\beta$, при некотором p и β с условием $-n/p < \beta < n/p'$. Пусть $K(x, y) = |x|^{(n-1)/n-1} |y|^{-n}$ при $|x| \geq 1$, $|x' - y'| \leq |x|^{-1}$; $K(x, y) = -|x|^{(n-1)/n+1}$ при $|x| \geq 1$, $|x' - (-y')| \leq |x|^{-1}$; $K(x, y) = 0$ во всех других случаях. Далее предположим, что $p = (n+1)/n$, $p' = q = n+1$, $\beta = 1/(n+1)$. Можно проверить, что $\forall x \in E^n$; $\int_{\Sigma} K(x, y') dy' = 0$ и $\int_{\Sigma} |K(x, y')|^q dy' < A$, где $A = \text{const}$.

Для функции f , где $f(x) = 1$, при $|x| \leq 1$ и $f(x) = 0$, при $|x| > 1$, имеем $\| \tilde{f}(x) |x|^\beta \| \geq c / |x|^n$ в окрестности $|x| = +\infty$.

Класс весов, для которых сингулярный интеграл ограничен на весовых классах функции, был расширен многими авторами [3—6]. В настоящее время найдены общие условия для весовых функций (среди них необходимые и достаточные), гарантирующие ограниченность оператора (1) в весовых пространствах [4, 5]. Тем не менее небезынтересно нахождение эффективных условий для весовых функций, обеспечивающих справедливость неравенства типа (3).

Пусть ω — измеримая, неотрицательная функция на $]0, \infty[$. Следуя Харди будем говорить что $\omega \in [0, \beta]$, $\beta \geq 0$, если ω возрастает на $]0, \infty[$ и функция $t \rightarrow \omega(t)/t^\beta$ убывает; $\omega \in [\beta, 0]$, $\beta \leq 0$, если ω убывает и функция $t \rightarrow \omega(t)/t^\beta$ возрастает.

Справедлива следующая

Теорема 1. Если H удовлетворяет условиям 1), 2'), 3), а $f \in L_{p,\omega}(E^n)$, где $1 < p < \infty$, $\omega \in [0, \beta]$ и $0 \leq \beta < n/p'$, или $\omega \in [\beta, 0]$ и $-n/p < \beta \leq 0$, то \tilde{f} , определенная соотношением (1), существует почти всюду на E^n и имеет место неравенство

$$\| \tilde{f} \|_{L_{p,\omega}(E^n)} \leq A_{p,\beta} \| f \|_{L_{p,\omega}(E^n)},$$

где $A_{p,\beta}$ — постоянная, не зависящая от f .

Когда ядро H не зависит от полюса, при некоторых условиях гладкости функции H на единичной сфере, эта теорема была доказана в [3].

Теорема 2. Если H удовлетворяет условиям 1), 2'), 3), а $f \in L_{p,\omega}(E^n)$,

где $\omega(x) = \omega \left(\sum_{v=1}^k |x_v| \right)$, $1 \leq k \leq n$, $\omega \in [0, \beta]$ и $0 \leq \beta < k/p'$ или $\omega \in [\beta, 0]$ и $-k/p < \beta \leq 0$, то f , определенная формулой (1), существует почти всюду на E^n и имеет место неравенство

$$\| \tilde{f} \|_{L_{p,\omega}(E^n)} \leq M_{p,\beta,k} \| f \|_{L_{p,\omega}(E^n)}.$$

Когда $\omega(x) = |x|^\beta$ эта теорема была доказана в [6].

Рассмотрим случай $p=1$. Известно [7], что

$$\left(\int_X |\tilde{f}(x)|^s dx \right)^{1/s} \leq M |X|^{(1/s)-1} \|f\|_{L_1(E^n)}, \quad (4)$$

где $S \subset 1$, X — множество из E^n , лебегова мера которого конечна, а M — некоторая постоянная, не зависящая от f .

Теорема 3. Если справедлива (4) и H ограничена на $E^n \times \Sigma$, а функция $f \in L_{1,\omega}(E^n)$, где $\omega \in [\beta, 0]$, $-n < \beta < 0$, $(n-1)/n < S < 1$, то тогда справедливо неравенство

$$\|\tilde{f}\|_{L_{S,\omega}(X)} \leq M_\beta |X|^{(1/S)-1} \|f\|_{L_{1,\omega}(E^n)}.$$

Если $\omega(x) = |x|^\beta$, $-n < \beta < 0$, эта теорема была доказана в [8].

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

(Поступило 26.5.1977)

მათემატიკა

ო. ჯანელიძე

მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ოპერატორების
შესახებ წონიან სივრცეებში

რეზიუმე

დამტკიცებულია კალდერონ — ზიგმუნდისა და კოლმოგოროვის თეორემების ანალოგი წონიან სივრცეებში მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ოპერატორებისათვის.

MATHEMATICS

O. P. JANELIDZE

ON THE BOUNDEDNESS OF MULTIVARIATE SINGULAR OPERATOR WITH WEIGHT

Summary

Analogue of Calderon-Zygmund and Kolmogorov theorems for multivariate singular integrals in weighted spaces are formulated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Calderon, A. Zygmund. Am. J. Math., 78, 1956, 289-309.
2. E. Stein. Proc. Am. Math. Soc. 8, 1957, 250-254
3. Chen Yung-ming. Math. Ann. 140, 5, 1960, 360-407.
4. R. Coifman, C. Fefferman. Studia Math. LI, 1974, 239-249.
5. В. М. Кокилашвили. Труды Симпоз. по мех. сплош. среды и родств. пробл. анализа, т. 1. Тбилиси, 1971.
6. Т. А. Тиман. Труды МИАН СССР, т. 105, 1969.
7. A. Calderon, A. Zygmund. Acta Math. 88, 1952, 85-139.
8. С. Переура. Proc. Am. Math. Soc. 19, 1968, 1396-1402.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. МАУЛЬ

ОБЩИЕ СМЕШАННЫЕ ЗАДАЧИ ПЛОСКОЙ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ, ПОСТРОЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 8.6.1977)

Пусть $D \subset E_2$ — односвязная область (конечная — D^+ или бесконечная — D^-); $\partial D = L \in \mathcal{L}_1(\beta)$ ($\beta > 0$); a_1, \dots, a_n ($n \geq 2$) — некоторые точки (узлы), расположенные на L в положительном порядке. Вектор $U = (u_1, u_2)^*$ ($*$ — называется регулярным (в области D с узлами a_1, \dots, a_n), если выполняются условия:

A. $u_k \in C^2(D) \cap C^0(\bar{D}) \cap C^1(\bar{D}_\varepsilon)$ ($k=1, 2$) при любом $\varepsilon > 0$, где

$$D_\varepsilon = D \setminus \bigcup_{i=1}^n \Pi_\varepsilon(a_i), \quad \Pi_\varepsilon(a_i) = \{x : |x - a_i| \leq \varepsilon\}.$$

B. В окрестностях узлов a_i справедливы оценки

$$\left| \frac{\partial u_k(x)}{\partial x_l} \right| \leq \frac{C_{kl}}{|x - a_i|^{1-\delta_i}},$$

C_{kl} — постоянные, $0 < \delta_i = \text{const}$ ($l, k=1, 2; i=1, \dots, n$).

Пусть $\overline{a_i a_{i+1}}$ — открытые отрезки между точками a_i и a_{i+1} на L (иногда отрезок $\overline{a_n a_1}$ обозначается через $\overline{a_n a_{n+1}}$); n_ν — неотрицательные целые и ν_l — натуральные числа ($\nu=1, \dots, 4; l=1, \dots, 2n_\nu$), удовлетворяющие условиям:

$$\sum_{\nu=1}^4 n_\nu = n, \quad 1 \leq \nu_1 < \nu_2 < \dots < \nu_{2n_\nu} \leq n+1, \quad \nu_{2p} = \nu_{2p-1} + 1, \quad (1)$$

$$L = \bigcup_{\nu=1}^4 L_\nu \cup \bigcup_{i=1}^n a_i, \quad L_\nu \cap L_\mu = \emptyset \quad (\text{для } \nu \neq \mu), \quad \text{где}$$

$$L_\nu = a_{\nu_1} a_{\nu_2} \cup a_{\nu_3} a_{\nu_4} \cup \dots \cup a_{\nu_{2n_\nu-1}} a_{\nu_{2n_\nu}} \quad (\nu = 1, \dots, 4). \quad (1)$$

Пусть $A_{lk} = A_{kl}$ ($k \neq l; k, l=1, \dots, 4$) — числа таких же узлов, являющихся совместными концевыми точками кривых L_l и L_k . Тогда имеем

$$\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l}}^4 A_{lk} = 2n_l \quad (l = 1, 2, 3, 4). \quad (2)$$

Требуем еще $L_3, L_4 \in \mathcal{L}_2(\beta)$ ($\beta > 0$).

($*$ Знак * обозначает транспонированную матрицу.

Рассматриваются следующие задачи:

Найти регулярное решение $U = (u_1, u_2)^*$ уравнений статики плоской теории упругости изотропного тела [1, 2] в D^+

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) U(x) = 0, \quad (3)$$

где

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) = \left[A_{ik} \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \right]_{2 \times 2}, \quad A_{ik} \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) = \mu \delta_{ik} \Delta + (\lambda + \mu) \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k}$$

или соответственно регулярное решение уравнений установившихся упругих колебаний [1, 2] в области D^-

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) U(x) \equiv \left(A \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) + \omega^2 \right) U(x) = 0 \quad (\omega > 0), \quad (4)$$

которые удовлетворяют следующим граничным условиям:

$$\begin{aligned} U(z) = F(z), \quad z \in L_1; \quad \left[\begin{array}{c} n^*(z) \\ s^*(z) \cdot T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) \end{array} \right]_{2 \times 2} U(z) = \left[\begin{array}{c} P_1(z) \\ P_2(z) \end{array} \right], \quad z \in L_3; \\ T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) U(z) = G(z), \quad z \in L_2; \\ \left[\begin{array}{c} n^*(z) \cdot T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) \\ -s^*(z) \end{array} \right]_{2 \times 2} U(z) = \left[\begin{array}{c} Q_1(z) \\ Q_2(z) \end{array} \right], \quad z \in L_4 \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $n(z) = (n_1(z), n_2(z))^*$, $s(z) = (-n_2(z), n_1(z))^*$ — орт внешней нормали и касательного вектора в точке z ; $T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right)$ является матричным оператором нагружения [1, 2]. Притом требуется, чтобы решение U уравнения (4) удовлетворяло условиям излучения в окрестности бесконечности [3].

Предполагаются следующие условия:

а. $F(z)$, $P_1(z)$, $Q_2(z)$ являются непрерывными в областях определения и непрерывно продолжимыми на соответствующие концевые точки.

$$\begin{aligned} \text{б. } \frac{d}{ds_z} F(z) \in H_e(L_1) [4, 5]; \quad G(z) \in H_e(L_2); \quad \frac{dP_1(z)}{ds_z}, \quad P_2(z) \in H_e(L_3); \quad (6) \\ \frac{d}{ds_z} Q_2(z), \quad Q_1(z) \in H_e(L_4). \end{aligned}$$

с. В точках a_i перехода между L_1 и L_3 (L_1 и L_4) предполагается

$$\lim_{L_1 \ni z \rightarrow a_i} F(z)^* \cdot n(a_i) = \lim_{L_3 \ni z \rightarrow a_i} P_1(z) \quad \left(\lim_{L_1 \ni z \rightarrow a_i} F(z)^* \cdot s(a_i) = - \lim_{L_4 \ni z \rightarrow a_i} Q_2(z) \right). \quad (7)$$

Поставленные задачи, т. е. (3) [или (4)] + условия излучения, (5), (6), (7), назовем задачами M^+ и $M^-(\omega)$, а однородные задачи — M_0^+ и $M_0^-(\omega)$.

Доказываются следующие теоремы единственности:

I. Задача $M_0^-(\omega)$ имеет только тривиальное решение.

II. Если D — круг с центром $\eta = (\eta_1, \eta_2)$ и $n_1 = n_4 = 0$, то задача M_0^+ имеет с точностью до линейной комбинации только решение

$$a_{\eta}(x) = (-x_2 + \eta_2, x_1 - \eta_1)^*. \quad (3)$$

III. В остальных случаях M_0^+ имеет только тривиальное решение.

Из формулы Бетти теории упругости [1, 2] легко получается теорема:

IV. В случае теоремы II условие

$$\int_{L_2} a_{\eta}(z)^* \cdot G(z) d_2 s + \int_{L_3} a_{\eta}(z)^* \cdot s(z) P_3(z) d_2 s = 0 \quad (9)$$

является необходимым для регулярной разрешимости задачи M^+ .

Теперь построим потенциалы для решения задач M^+ и $M^-(\omega)$. Задача M^+ решается с помощью потенциала

$$V(\varphi)(x) = \frac{1}{\pi} \int_L \Gamma(x-y) \varphi(y) d_y s, \quad (10)$$

где

$$\Gamma(z) = [\Gamma_{ij}(z)]_{2 \times 2}; \quad \Gamma_{ij}(z) = a \ln \frac{k}{|z|} \delta_{ij} + b \frac{z_i z_j}{|z|^2}; \quad (11)$$

$$a = \frac{\lambda + 3\mu}{2\mu(\lambda + 2\mu)}, \quad b = \frac{\lambda + \mu}{2\mu(\lambda + 2\mu)}, \quad k > 0 \quad (\text{матрица Кельвина [1]}).$$

При этом предполагается, что k не равняется исключительному значению ([4], стр. 34). Задача $M^-(\omega)$ решается с помощью потенциала

$$V_{\omega}(\varphi)(x) = \frac{1}{\pi} \int_L G_I(x, y) \varphi(y) d_y s, \quad (12)$$

где $G_I(x, y)$ — тензор Грина первой граничной задачи в некоторой области \tilde{D} , которая определяется условиями:

1. $\tilde{D} \supset \bar{D}^-$.
2. ω не является собственным значением первой граничной задачи в области $\tilde{D} = \tilde{D} \setminus \bar{D}^-$.

Нетрудно показать, что для каждого $\omega > 0$ такая область $\tilde{D} = \tilde{D}(\omega)$ и тензор Грина $G_I(x, y)$ существуют [1, 2].

Применяя известный результат [5] теории сингулярных интегральных уравнений и результаты работ [1, 2], путем стандартных рассуждений (см. также [6]) можно доказать следующую теорему:

V. Из $\varphi \in H^*(L)$ ([6, 7]) и $V(\varphi)(x) \equiv 0$ в D^+ или соответственно $V_{\omega}(\varphi)(x) \equiv 0$ в D^- вытекает $\varphi \equiv 0$ на L .

Далее доказываются следующие теоремы:

VI. Пусть $\varphi \in H^*(L)$, $L \in \mathcal{L}_1(\beta)$ ($\beta > 0$). Тогда имеем:

1. Потенциалы (10) и (12) представляют собой регулярные решения уравнений (3) и соответственно (4) в областях D^+ и D^- .

2. В точке $z \in L$, $z \neq a_i$ ($i = 1, \dots, n$):

а. Справедливы предельные формулы

$$T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) V_{(\omega)}(\varphi)(z)_{\pm} = \pm \varphi(z) + T \left(\frac{\partial}{\partial z}, n \right) V_{(\omega)}(\varphi)(z).$$

ბ. Касательная производная потенциалов (10) и (12) на L существует и получается путем дифференцирования под интегралом.

3. Если $\varphi \in H_g$ в окрестности узла a_i , то первые производные потенциалов (10) и (12) удовлетворяют в окрестности этого же узла оценкам B с произвольным $\delta_i < 1$.

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

Университет им. Карла Маркса
 ГДР, Лейпциг

(Поступило 10.6.1977)

დრეკადობის თეორია

ი. მაული

კლასიკური ბრტყელი დრეკადობის თეორიის ზოგადი შერეული სასაზღვრო ამოცანები, პოტენციალების აგება და მათი თვისებები
 რ ე ზ ი მ ე

სასრულო მარტივად ბმული და უსასრულო არეებისათვის ოთხი სხვადასხვა სასაზღვრო პირობებით დასმულია იზოტროპული ტანის კლასიკური დრეკადობის თეორიისა და სტაციონარული რხევების ზოგადი შერეული ბრტყელი სასაზღვრო ამოცანები. მოცემულია ერთადერთობის თეორემები. დასმული ამოცანებისათვის აგებულია მარტივი ფენის ტიპის პოტენციალები. აღნიშნული პოტენციალები განხილულია სიმკვრივეებისათვის მუსხელიშვილის კლასებიდან H^* და H_g .

THEORY OF ELASTICITY

I. MAUL

THE GENERAL MIXED BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF THE
 CLASSICAL PLANE THEORY OF ELASTICITY. CONSTRUCTION
 AND PROPERTIES OF POTENTIALS

Summary

The general mixed plane boundary value problems for an isotropic medium of classical elastostatics and of the theory of stationary elastic vibrations in a simply connected finite and infinite and infinite domains, respectively, with arbitrary combination of 4 different boundary conditions are considered. The uniqueness theorems are given. Potentials of the simple layer type are constructed for these problems. These potentials are considered for densities involving the Muskhelishvili classes H^* and H_g .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. В. Д. Купрадзе. Методы потенциала в теории упругости. М., 1963.
3. В. Д. Купрадзе. Граничные задачи теории колебаний и интегральные уравнения. М.—Л., 1950.
4. I. Maul. Eine einheitliche Methode zur Loesung der ebenen Aufgaben der linearen Elastostatik. Schriftenr. ZIMM AW DDR, Akademie-V., Berlin 1976.
5. Б. В. Хведелидзе. Труды Тбилисского матем. ин-та АН ГССР, т. XXIII, 1957.
6. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1962.
7. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.



Г. А. БЕГИАШВИЛИ, М. А. МЕНАБДЕ, Л. В. РЕВИШВИЛИ
 О КОРРЕКТНОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИСТОЧНИКОВ ПОЛЯ
 В МНОГОМЕРНОМ СЛУЧАЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 23.5.1977)

Восстановление источников полей по измеренным данным на некоторой поверхности сводится к решению многомерного интегрального уравнения Фредгольма I рода. Следуя А. Н. Тихонову [1], построен регуляризирующий оператор и доказана возможность регуляризации решения указанной задачи.

Рассмотрим интегральное уравнение Фредгольма I рода

$$\iint_S K_1(M; N) f_1(N) ds = \varphi(M), \quad (1)$$

где S — поверхность (обычно замкнутая), удовлетворяющая условиям Ляпунова [2], $N(\xi, \eta, \zeta)$ — переменная точка этой поверхности, координаты которой представлены в параметрическом виде

$$\xi = \xi(u, v), \quad \eta = \eta(u, v), \quad \zeta = \zeta(u, v). \quad (2)$$

Функции (2) непрерывны и имеют непрерывные частные производные первого порядка по обоим аргументам в прямоугольнике $(u_1, u_2; v_1, v_2)$. $M(x, y, z)$ — точка евклидова пространства вне поверхности S . $K_1(M, N)$ является фредгольмовским ядром [3].

Пусть $f_1(N)$ принадлежит пространству $C_1(S)$ кусочно-гладких функций на S , а $\varphi(M)$ — гильбертову пространству $L_2(D^-)$. (D^- — часть пространства, находящаяся вне поверхности S , включая поверхность S .)

Будем считать, что решение уравнения (1), для любой $\varphi(M) \in L_2(D^-)$, существует и единственно и вместо точной правой части $\varphi(M)$ задана функция $\varphi_\delta(M)$, удовлетворяющая условию

$$\rho_{L_2}(\varphi_\delta(M), \varphi(M)) \leq \delta.$$

Построим алгоритм приближенного устойчивого решения уравнения (1). Сведем поверхностный интеграл (1) к двукратному.

$$\iint_S K_1(M, N) f_1(N) ds = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} K_1(M; \xi(u, v) \eta(u, v) \zeta(u, v)) f_1(\xi, \eta, \zeta) \sqrt{EG-F^2} dudv,$$

$EG-F^2$ — якобиан преобразования [4].

Обозначим

$$K_1(M; \xi, \eta, \zeta) \sqrt{EG-F^2} = K(M; u, v), \quad f_1(\xi, \eta, \zeta) = f(u, v).$$

Тогда уравнение (1) примет вид

$$\int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} K(M; u, v) f(u, v) du dv = \varphi(M). \quad (3)$$

Регуляризованное решение f_δ^α ищется как функция, минимизирующая сглаживающий функционал

$$M^\alpha[f, \varphi_\delta] = \rho_{L_2}^2(Af, \varphi_\delta) + \alpha \Omega[f]$$

на множестве F_1 , определения стабилизирующего функционала $\Omega[f]$, где параметр α определяется из условия [5]

$$\rho_{L_2}(Af_\delta^\alpha, \varphi_\delta) = \delta. \quad (4)$$

В нашем случае оператором A является непрерывный интегральный

$$\text{оператор } Af = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} K(M; u, v) du dv.$$

В качестве стабилизирующего функционала возьмем

$$\Omega[f(u, v)] = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)^2 \right] du dv.$$

Множество F_1 в данном случае есть пространство Соболева W'_2 с метрикой

$$\rho_{W'_2}(f_1, f_2) = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)^2 \right] du dv,$$

где $f = f_1 - f_2$.

Тогда сглаживающий функционал $M^\alpha[f, \varphi_\delta]$ примет вид

$$\begin{aligned} M^\alpha[f, \varphi_\delta] = & \int_{D^-} \int \int \left[\int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} K(M; u, v) f(u, v) du dv - \varphi_\delta(M) \right]^2 dV + \\ & + \alpha \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)^2 \right] du dv. \end{aligned}$$

Теорема 1. Для любой функции $\varphi_\delta \in L_2$ и $\alpha > 0$ существует единственная непрерывная, дифференцируемая по u и v функция f_δ^α , минимизирующая сглаживающий функционал $M^\alpha[f, \varphi_\delta]$; уравнение $\rho_{L_2}(Af_\delta^\alpha, \varphi_\delta) = 0$, относительно параметра регуляризации α , разрешимо для всякого $0 < \delta < \rho_{L_2}(Af_0, \varphi_\delta)$, где $f_0 \in [f, \Omega[f] = \inf \Omega[f_1]]$.

Доказательство. Уравнение Остроградского для определения минимума f_δ^α функционала $M^\alpha[f, \varphi_\delta]$, после некоторых преобразований будет иметь вид

$$\alpha \Delta f - \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \bar{K}(u, v; u', v') \cdot f(u', v') du' dv' + B(u, v) = 0, \quad (5)$$

где Δf — оператор Лапласа,

$$\bar{K}(u, v; u', v') = \int_{D^-} \int \int K(M; u, v) K(M; u', v') dV,$$

$$B(u, v) = \iiint_{D^-} K(M; u, v) \varphi_\delta(M) dV.$$

Если воспользуемся функцией Грина $G(u, v; s, t)$ [2] для краевой задачи на плоскости $\Delta f = -\omega(u, v)$ в прямоугольнике $(u_1, u_2; v_1, v_2)$, с граничным условием

$$f \Big|_{\substack{u_1, u_2 \\ v_1, v_2}} = 0,$$

уравнение (5) сводится к интегральному уравнению Фредгольма II рода

$$f(u, v) = -\frac{1}{\alpha} \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \tilde{K}(u, v; u', v') f(u', v') du' dv' + \tilde{B}(u, v), \quad (6)$$

где
$$\tilde{K}(u, v; u', v') = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} G(u, v; s, t) K(s, t; u', v') ds dt,$$

$$\tilde{B}(u, v) = \frac{1}{\alpha} B(u, v) \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} G(u, v; s, t) ds dt.$$

Ядро уравнения (6), как произведение двух осцилляционных ядер (функции Грина и симметричного, вполне положительного ядра $\tilde{K} = K \cdot K^*$), также является осцилляционным [6]. Поэтому все его собственные значения положительны и для любого $\alpha > 0$, однородное уравнение, соответствующее уравнению (6), имеет только тривиальное решение. Следовательно, решение (6) существует и единственно.

Доказательство второй части теоремы в общем случае метрических пространств и непрерывного оператора A , приведено в [5].

Теорема 2. *Функционал $\Omega[f] = \int_{u_1}^{u_2} \int_{v_1}^{v_2} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)^2 \right] du dv$, определенный на множестве элементов $f \in W'_2$, является стабилизирующим функционалом.*

Доказательство. Действительно, пространство Соболева W'_2 для любого целого $p > 0$ является гильбертовым пространством. Поэтому любая сфера в нем компактна в C_1 , т. е. множество $f \in \{f, \rho_{W'_2}(f, 0) < c\}$ компактно в C_1 . Но $\rho_{W'_2}(f, 0) = \Omega[f]$ и, следовательно, множество $f \in \{f, \Omega[f] < c\}$ компактно в C_1 , т. е. функционал $\Omega[f]$ является стабилизирующим.

Теорема 3. *Функция f_α^δ , минимизирующая сглаживающий функционал $M^\alpha[f, \varphi_\delta]$, где параметр α определяется из условия (4), равномерно аппроксимирует точное решение f_τ относительно α .*

Доказательство. Оценим величину $\rho_{L_2}(Af_\delta^\alpha, \varphi)$

$$\rho_{L_2}(Af_\delta^\alpha, \varphi) = \rho_{L_2}(\varphi_\delta^\alpha, \varphi) \leq \rho_{L_2}(\varphi_\delta^\alpha, \varphi_\delta) + \rho_{L_2}(\varphi_\delta, \varphi) \leq 2\delta \quad (7)$$

и когда $\delta \rightarrow 0$, $\rho_{L_2}(Af_\delta^\alpha, \varphi) \rightarrow 0$.

Пусть $c = \max\{c_0, c_1, c_2\}$, где $c_0 = \Omega[f_\delta^\alpha]$, $c_1 = \Omega[f_\tau^\delta]$, $c_2 = \Omega[f_\tau]$ (f — точное решение уравнения (3), f_τ^δ — точное решение уравнения (3), с правой частью φ_δ). Тогда $f_\delta^\alpha, f_\tau, f_\tau^\delta$ будут принадлежать компактному множеству $\{f: \Omega[f] < c\}$. Обратный оператор A^{-1} на этом множестве будет также непрерывен и из (7) следует, что $\rho_{c_1}(f_\delta^\alpha, f_\tau) \rightarrow 0$ когда $\delta \rightarrow 0$.

Так как

$$M^\alpha[f_\delta^\alpha, \varphi_\delta] = \rho_{L_2}^2(\varphi_\delta^\alpha, \varphi_\delta) + \alpha c_0 = \delta^2 + \alpha c_0 \leq M^\alpha[f_\tau^\delta, \varphi_\delta] = \rho_{L_2}^2(Af_\tau^\delta, \varphi_\delta) + \alpha c_1 = \alpha c_1,$$

то $\delta^2 \leq \alpha c_3$, где $c_3 = c_1 - c_0 > 0$.

Устремив $\alpha(\delta) \rightarrow 0$, δ также стремится к нулю и поэтому, как было показано, $\rho_{c_1}(f_\delta^\alpha, f_\tau) \rightarrow 0$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 26.5.1977)

კიბერნეტიკა

ბ. ბაგიაშვილი, მ. მენაბდე, ლ. რევიშვილი

ველის წყაროების კორექტულ აღდგენის შესახებ
 მრავალზანსომილებიან შემთხვევაში

რეზიუმე

ა. ტიხონოვის რეგულარიზაციის მეთოდით ამოხსნილია მრავალზანსომილებიანი ფრედჰოლმის 1 გვარის ინტეგრალური განტოლება. დამტკიცებულია კონკრეტული სახის მარეგულირებელი ფუნქციონალის მინიმუმის არსებობა და ერთადერთობა.

CYBERNETICS

G. A. BEGIASHVILI, M. A. MENABDE, L. V. REVISHVILI

ON THE SOLUTION OF SOME INCORRECTLY STATED PROBLEMS OF WAVE DISTRIBUTION

Summary

The Fredholm multi-dimensional integral equation of the first order is solved in the present paper by Tikhonov's method: the regularizing functional is built and the existence of the minimum of the functional and its uniqueness are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 153, 1, 1963.
2. В. И. Смирнов. Курс высшей математики. IV. М., 1957.
3. П. П. Забрѣйко и др. Интегральные уравнения. М., 1968.
4. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, II. М., 1974.
5. А. Н. Тихонов и др. Методы решения некорректных задач. М., 1974.
6. Ф. Р. Гаттмахер, М. Г. Крейн. Осцилляционные матрицы и ядра и малые колебания механических систем. М., 1950.

З. А. ПИРАНАШВИЛИ, Н. Г. ХУЦИШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОЦЕНИВАНИЯ МАТРИЧНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 23.5.1977)

Пусть $\xi(t)$ — действительный многомерный случайный процесс с матричной корреляционной функцией $B(t,s)$. Для разных классов случайных процессов, например, для в широком смысле стационарных и стационарно связанных процессов, в широком смысле периодических и периодически связанных процессов, на основе наблюдаемой реализации процесса $\xi(t)$ можем получить состоятельную оценку $B^*(t,s)$ матричной корреляционной функции $B(t,s)$. Оценка $B^*(t,s)$ является симметричной функцией относительно переменных t и s , но иногда она не обладает необходимым известным условием неотрицательной определенности, что создает некоторые трудности и неудобства в практическом использовании $B^*(t,s)$ в качестве корреляционной функции. Эти трудности можно преодолеть следующим образом. В классе корреляционных функций найдем такую функцию, которая бы минимально отклонялась от функции $B^*(t,s)$ в смысле какой-либо, например, среднеквадратичной метрики.

Чтобы до конца разрешить аналитически поставленную задачу, рассмотрим не весь класс корреляционных функций, а какой-либо известный конструктивно описываемый класс, например, следующий:

$$B(t, s) = \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \varphi(\lambda - \mu) d\lambda d\mu, \quad (1)$$

где $\varphi(\lambda - \mu)$ — какая-нибудь корреляционная функция в широком смысле стационарного случайного процесса, которая в силу теоремы Хинчина-Бохнера представлена в виде

$$\varphi(\lambda - \mu) = \int_0^{\infty} \cos[(\lambda - \mu)\omega] \psi(\omega) d\omega, \quad \psi(\omega) \geq 0. \quad (2)$$

Тогда для этого класса задача примет следующий вид: найти такую $\psi(\omega) \geq 0$, которая обращает в минимум выражение

$$\sum_{t, s} [B^*(t, s) - \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \int_0^{\infty} \cos[(\lambda - \mu)\omega] \psi(\omega) d\omega d\lambda d\mu]^2, \quad (3)$$

где $\sum_{t, s}$ — символ, везде обозначающий конечную сумму, если $\xi(t)$ — дискретный процесс и обозначающий интеграл по t и s , если $\xi(t)$ — непрерывный процесс.

Если в левой части выражения (3) интеграл по ω заменить его приближенным значением, скажем, суммой Римана, тогда (3) запишется так:

$$\sum_{t, s} \left[B^*(t, s) - \sum_k \left(\int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu)\omega_k] d\lambda d\mu \right) \psi(\omega_k) \Delta \omega_k \right]^2. \quad (3')$$

Если введем обозначения

$$y_k = \psi(\omega_k); \quad b^2 = \sum_{t, s} B^{*2}(t, s),$$

$$B_k = -2 \sum_{t, s} B^*(t, s) \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu)\omega_k] \Delta \omega_k d\lambda d\mu, \quad (4)$$

$$b_{km} = \sum_{t, s} \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu)\omega_k] d\lambda d\mu \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu)\omega_m] d\lambda d\mu \Delta \omega_k \Delta \omega_m,$$

тогда (3') примет вид

$$b^2 + \sum_{k, m} b_{km} y_k y_m + \sum_k B_k y_k = \min_{y_k}.$$

Полученная задача представляет задачу математического программирования с квадратичной целевой функцией:

$$\sum_{k, m} b_{km} y_k y_m + \sum_k B_k y_k = \min_{y_k}, \quad y_k \geq 0. \quad (5)$$

Решение этой задачи дает значения $y_k = \psi(\omega_k)$ функции $\psi(\omega)$ в дискретных точках. В качестве приближенной оценки корреляционной функции $B(t, s)$ берем

$$B^{\sim}(t, s) = \sum_k \left\{ \int_{\Lambda} \int_{\Lambda} f(t, \lambda) f(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu)\omega_k] d\lambda d\mu \right\} \psi(\omega_k) \Delta \omega_k,$$

которая уже обладает свойством неотрицательной определенности.

Если ограничимся классом гармонизируемых процессов, тогда $f(t, \lambda) = \cos t\lambda$.

Процедура решения поставленной задачи следующая. Задана корреляционная матрица оценок $B^*(t, s)$. Проверяем, является ли матричная функция $B^*(t, s)$ положительно определенной, если да — то мы имеем состоятельную оценку матричной функции $B(t, s)$. Если же нет,

тогда по формулам (4) вычисляем B_k и b_{km} , после чего приходим к задаче (5), которую будем решать методом, описанным в [1].

Пример. Пусть

$$\|B^*(t, s)\| = \begin{vmatrix} 0,7 & 0,5 & -0,1 \\ 0,5 & 0,4 & 0,4 \\ -0,1 & 0,4 & 0,7 \end{vmatrix}$$

$$\det \|B^*(t, s)\| = -0,135,$$

и пусть

$$f(t, \lambda) = \cos t \lambda, \quad \Lambda = [0, \pi].$$

Если обозначим

$$d_k(t, s) = \int_0^\pi \int_0^\pi \cos(t, \lambda) \cos(s, \mu) \cos[(\lambda - \mu) \omega_k] d\lambda d\mu =$$

$$= \left[\frac{\sin(t + \omega_k) \pi}{2(t + \omega_k)} + \frac{\sin(t - \omega_k) \pi}{2(t - \omega_k)} \right] \cdot \left[\frac{\sin(s + \omega_k) \pi}{2(s + \omega_k)} + \frac{\sin(s - \omega_k) \pi}{2(s - \omega_k)} \right] +$$

$$+ \left[\frac{1 - \cos(\omega_k + t) \pi}{2(\omega_k + t)} + \frac{1 - \cos(\omega_k - t) \pi}{2(\omega_k - t)} \right] \cdot \left[\frac{1 - \cos(\omega_k + s) \pi}{2(\omega_k + s)} + \right.$$

$$\left. + \frac{1 - \cos(\omega_k - s) \pi}{2(\omega_k - s)} \right], \quad (6)$$

тогда

$$B_k = -2 \sum_{t, s} B^*(t, s) d_k(t, s) \Delta \omega_k, \quad (7)$$

$$b_{km} = \sum_{t, s} d_k(t, s) d_m(t, s) \Delta \omega_k \Delta \omega_m, \quad (8)$$

$$\tilde{B}^*(t, s) = \sum_k \tilde{d}_k(t, s) y_k \Delta \omega_k. \quad (9)$$

В нашем примере $t, s = 0, 1, 2$; $\Delta \omega_k = \frac{\pi}{5} = 0,63$; $k = \overline{0,5}$; $\omega_0 = 0,63$; $\omega_1 = 1,256$; $\omega_2 = 1,884$; $\omega_3 = 2,512$; $\omega_4 = 3,14$; $\omega_5 = 3,768$; по формулам (6)–(8) вычисляем B_k и b_{km} и приходим к задаче:

$$0,11 y_0^2 + 0,54 y_0 y_1 + 1,26 y_0 y_2 + 0,36 y_0 y_3 + 0,1 y_0 y_4 + 0,16 y_0 y_5 +$$

$$+ 4,29 y_1^2 + 6,94 y_1 y_2 + 3,08 y_1 y_3 + 0,84 y_1 y_4 + 0,68 y_1 y_5 + 5,86 y_2^2 +$$

$$+ 6,58 y_2 y_3 + 0,8 y_2 y_4 + 1,1 y_2 y_5 + 5,06 y_3^2 + 3,04 y_3 y_4 + 0,34 y_3 y_5 +$$

$$+ 0,48 y_4^2 + 0,08 y_4 y_5 + 0,08 y_5^2 - 0,89 y_0 - 1,82 y_1 - 6,13 y_2 -$$

$$2,94 y_3 - 0,94 y_4 - 0,64 y_5 = \min_{y_k} y_k \geq 0; \quad k = \overline{0,5}.$$

Решив эту задачу, для y_k имеем

$$y_0 = 3,79; \quad y_1 = 0,03; \quad y_2 = 0; \quad y_3 = 0,19; \quad y_4 = 0; \quad y_5 = 0.$$

По формуле (9) вычисляем $\tilde{B}^*(t, s)$

$$\|B^{\tilde{*}}(t, s)\| = \begin{vmatrix} 1,01 & 0,57 & -0,13 \\ 0,57 & 0,52 & -0,01 \\ -0,13 & -0,01 & 0,72 \end{vmatrix}$$

$$\det\|B^{\tilde{*}}(t, s)\| = 0,14.$$

Результат улучшается, когда $\Delta\omega_k$ уменьшаем, а ω_{\max} увеличиваем.

З а м е ч а н и е: 1. Описанная выше методика в основном практически применима для дискретных случайных процессов, хотя бы потому, что в непрерывном случае точный метод проверки условия неотрицательной определенности корреляционной матричной функции в общем не существует.

2. Вместо (3) можно взять «взвешенную» среднеквадратическую метрику и снова придем к задаче математического программирования вида (5).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 26.5.1977)

კიბერნეტიკა

ზ. ფირანაშვილი, ნ. ხუციშვილი

კორელაციური მატრიცული ფუნქციის შეფასების საკანონისათვის
 რ ე ზ ი მ ე

მოცემულია მრავალგანზომილებიანი შემთხვევითი პროცესის მატრიცული კორელაციური ფუნქციის შეფასების ერთი მეთოდი, როცა ხსენებული ფუნქციის ცნობილი შეფასება არ აკმაყოფილებს არაუარყოფითად განსაზღვრულობის პირობას.

CYBERNETICS

Z. A. PIRANASHVILI, N. G. KHUTSISHVILI

TOWARDS THE ESTIMATION OF THE CORRELATION MATRIX FUNCTION

Summary

A method is given for estimating the matrix correlation function of a multi-valued random process, when the known estimate of the function in question does not satisfy the condition of non-negative certainty.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. А. Пиранашвили, Н. Г. Хуцишвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 2, 1977.

А. Г. ГАБЕЛЯЯ

НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ПОЛНОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ
 ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 25.1977)

Рассмотрим линейную автономную систему

$$D(p) x(t) = Bu(t), \quad (1)$$

где $p \equiv \frac{d}{dt}$ — оператор дифференцирования; $D(p)$ — аналитическая $n \times n$ -матрица; $x(t)$ — n -мерный вектор состояния; $u(t)$ — m -мерный вектор управления.

Пусть $\varphi(t)$, $t \in I_0$ — начальные условия (I_0 — начальный интервал), определяющие однозначно решения системы $x(t)$ при $t > 0$ для любого заданного $u(t)$.

Аналогично [1] введем следующее определение. Система (1) называется полностью управляемой, если при любых начальных условиях существует управление $u(t)$, такое, что решение системы удовлетворяет условию

$$x(t) \equiv 0, \quad t \geq T \quad (2)$$

($T > 0$ — некоторая постоянная).

В настоящей работе находится необходимое условие полной управляемости системы (1), являющееся обобщением критерия управляемости Симона—Миттера [2].

Теорема. Для полной управляемости системы (1) необходимо, чтобы

$$\text{rank}(D(s), B) = n \quad (3)$$

для любого значения комплексного параметра s .

Доказательство. Пусть условие (3) не выполняется для некоторого значения $s = s^*$, т. е.

$$\text{rank}(D(s^*), B) < n.$$

Последнее условие эквивалентно существованию вектора $x_* \in R^n$ ($x_* \neq 0$), для которого

$$x_*^T (D(s^*), B) = 0,$$

или иначе

$$\begin{cases} x_*^T D(s^*) = 0, \\ x_*^T B = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Введем вспомогательное уравнение

$$x_*^T D(p) x(t) = 0, \quad (5)$$

получающееся умножением уравнения (1) на x^T (с учетом второго равенства (4)).

Как легко заметить, при одинаковых начальных условиях решения системы (5) содержат все семейство решений (1), получающееся для всевозможных управлений $u(t)$.

Сейчас покажем существование начальных условий $\varphi(t)$, $t \in I_0$, при которых ни одно из решений уравнения (5) не удовлетворяет условию (2). Тем самым будет доказана неуправляемость исходной системы, так как все ее движения содержатся в решениях уравнения (5).

Запишем уравнение (5) в виде

$$\sum_{i=1}^n d_i(p) x_i(t) = 0, \quad (6)$$

где

$$d_i(p) = x^T \bar{d}_i(p); \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Здесь через $\bar{d}_i(p)$ обозначен i -й столбец матрицы $D(p)$.

В силу первого соотношения системы (4) имеем

$$d_1(s^*) = d_2(s^*) = \dots = d_n(s^*) = 0.$$

Поэтому $d_i(p)$ можно записать в виде

$$d_i(p) = (p - s^*) d_i^*(p); \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

где $d_i^*(p)$ — аналитические функции оператора p .

В силу (7) уравнение (6) имеет вид

$$\sum_{i=1}^n (p - s^*) d_i^*(p) x_i(t) = 0.$$

Введя обозначения

$$d_i^*(p) x_i(t) = y_i(t); \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

последнее уравнение можно записать в виде

$$p \sum_{i=1}^n y_i(t) = s^* \sum_{i=1}^n y_i(t),$$

откуда получим

$$\sum_{i=1}^n y_i(t) = ce^{s^*t}. \quad (9)$$

Без ограничения общности будем предполагать, что $x^T D(p)$ не является нулевым оператором, так как в противном случае исходная система, очевидно, сводится к системе меньшей размерности. Далее, в силу последнего предположения, всегда можно выбрать начальные условия (в интервале I_0), для $x_i(t)$ так, что

$$\sum_{i=1}^n y_i(0) \neq 0. \quad (10)$$

Из условий (9) и (10) очевидно

$$\sum_{i=1}^n y_i(t) \neq 0, \quad t > 0.$$

Последнее условие очевидно противоречит выполнению условий (2) (точнее $x(t)$ не может обратиться в нуль ни на каком интервале).

Таким образом, приходим к выводу: для всех начальных условий (состояний), при которых (10) имеет место, движения системы (5), а значит и исходной системы не могут удовлетворять условию (2), т. е. система (1) не является полностью управляемой. Что и требовалось доказать.

Проиллюстрируем настоящее доказательство для систем обыкновенных уравнений

$$(pE - A)x(t) = Bu(t). \quad (11)$$

В этом случае вспомогательное уравнение имеет вид

$$x^T(pE - A)x(t) = 0. \quad (12)$$

Для системы (11) первое соотношение системы (4) дает

$$x^T A = s^* x^T. \quad (13)$$

С учетом (13) уравнение (12) можно записать в виде

$$x^T(p - s^*)x(t) = 0,$$

т. е.

$$px^T x(t) = s^* x^T x(t). \quad (14)$$

Из (14) имеем

$$x^T x(t) = ce^{s^* t}.$$

Далее, для любого начального состояния $x(0)$, для которого

$$x^T x(0) = c \neq 0,$$

получаем

$$x^T x(t) \neq 0; \quad t > 0,$$

откуда, в частности,

$$x(t) \neq 0, \quad t > 0.$$

В частном случае систем с запаздыванием

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + A_1 x(t - \tau) + Bu(t), \quad (15)$$

что эквивалентно

$$(pE - A - A_1 e^{-\tau p})x(t) = Bu(t),$$

необходимое условие полной управляемости примет вид

$$\text{rank}_{As} (sE - A - A_1 e^{-\tau s}, B) = n. \quad (16)$$

Заметим, что как было показано в [3], для двумерных систем вида (15) условие (16) является необходимым и достаточным условием полной управляемости.

Следует заметить также, что условие (3) эквивалентно условиям управляемости спектра системы (1) (см. [4]). Таким образом, для систем вида (1) нами показано, что управляемость спектра является необходимым условием полной управляемости.

Наконец, следует отметить, что условие (3) легче проверяется по сравнению с условием работы [4], так как, во-первых, в них не фигурируют собственные векторы оператора $D(p)$ и, во-вторых, для его проверки может быть использована процедура, предложенная в [3, 5].

Институт экспериментальной
 и клинической хирургии
 МЗ ГССР

(Поступило 3.6.1977)

კიბერნეტიკა

ა. გაბელაია

1

წრფივი დიფერენციალური სისტემების სრული მართვადობის
 აუცილებელი პირობა

რეზიუმე

ნაოწნია ზოგადი წრფივი დიფერენციალური სისტემების სრული მართვადობის აუცილებელი პირობა, რომელიც წარმოადგენს სიმონისა და მიტერის მართვადობის კრიტერიუმის განზოგადებას.

მიითითებულია ნაოწნის პირობის შემოწმების ეფექტური ხერხი.

CYBERNETICS

A. G. GABELAIA

THE NECESSARY CONDITION OF COMPLETE CONTROLLABILITY OF LINEAR DIFFERENTIAL SYSTEMS

Summary

The necessary condition of complete controllability of general linear differential systems is given, representing the Simon-Mitter controllability criterion generalization. An effective way of testing this condition is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Габасов, Ф. М. Кириллова. Качественная теория оптимальных процессов. М., 1971.
2. T. R. Crossley, B. Porter. Electron. Lett. 9, № 3. 1973.
3. А. Г. Габелая. Сообщения АН ГССР, 83, № 1, 1976.
4. В. И. Булатов, Т. С. Калужная, Р. Ф. Наумович. Дифференциальные уравнения, № 11, 1974.
5. А. Г. Габелая, В. И. Иваненко, О. Н. Одарич. Автоматика и телемеханика, № 8, 1976.

Т. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ, Г. Ш. КИРТАДЗЕ, Т. Н. МГВДЕЛАДЗЕ

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 30.6.1977)

Оценка неизвестного распределения вероятностей (р. в.) с помощью принципа максимума информационной энтропии [1] или минимума различающей информации [2] автоматически приводит к информационной термодинамике [1, 3], в рамках которой возможно построение т. ч. информационной теории возмущений (и. т. в.), аналогичной обычной термодинамической теории возмущений Пайерлса [4]. В отличие от теории Пайерлса, необходимым условием применимости которой является малость измеряемой величины в и. т. в. сама величина может быть произвольной; малой же должна быть лишь величина, термодинамически сопряженная по отношению к ней, т. е. соответствующий множитель Лагранжа в оценке р. в. Таким образом, с точки зрения изменения диапазона измеряемой величины область применимости и. т. в. может оказаться гораздо шире, чем область применимости теории Пайерлса.

Возможность применения и. т. в. связана с получением дополнительной информации на основе измерений, переопределением начальных данных или изменением точности измерений. Каждый из этих вариантов требует специального исследования, поскольку получение дополнительной информации означает увеличение количества множителей Лагранжа в выражении оценки р. в., переопределение исходных данных, представляющее независимый интерес лишь в случае непрерывных р. в. — изменение т. н. инвариантной меры [5], а изменение точности измерения без получения дополнительной информации — изменение значений множителей Лагранжа. Интерес представляют также комбинированные случаи. Ниже мы ограничимся рассмотрением и. т. в. для вышеуказанных первых двух вариантов, поскольку на их примере можно полностью проследить за спецификой построения и. т. в. и выводом критериев ее применимости во всех случаях.

Рассмотрим вероятностные пространства (X, S, μ_0) и (X, S, μ) , где меры μ и μ_0 абсолютно непрерывны относительно некоторой меры λ . Пусть исходная информация, позволяющая оценить меру μ_0 , заключается в результатах измерения совокупности n параметров $\{f_1\}_0, \dots, \{f_n\}_0$.

Обобщенная плотность р. в., максимизирующая перенормированную шенноновскую информационную энтропию, имеет вид

$$F^0(x) = m_0(x) \cdot \exp \left[-\lambda_0^0 - \sum_{k=1}^n \lambda_k^0 \cdot f_k(x) \right]. \quad (1)$$

Обобщенный статистический интеграл

$$Z^0(\lambda_1^0, \dots, \lambda_n^0) = \int_X m_0(x) \cdot \exp \left[- \sum_{k=1}^n \lambda_k^0 \cdot f_k(x) \right] \lambda(dx), \quad (2)$$

а максимальная перенормированная информационная энтропия

$$H^0_{\max} = \ln Z^0 + \sum_{k=1}^n \lambda_k^0 \cdot \langle f_k \rangle_0. \quad (3)$$

1. Предположим, что измерение дополнительного параметра f_{n+1} доставляет малую по удельному весу информацию. Как отмечалось выше, это означает, что малыми являются величины дополнительного множителя Лагранжа λ_{n+1} и поправок к остальным множителям l_i ($i = 0, \dots, n$). Обобщенная плотность меры μ , соответствующий дополнительной информации и рассматриваемой как «возмущенная» по отношению к исходной («невозмущенной») выражается формулой

$$F(x) = m_0(x) \cdot \exp \left[- \lambda_0 - \sum_{k=1}^{n+1} \lambda_k \cdot \langle f_k \rangle \right]. \quad (4)$$

Обобщенный статистический интеграл

$$\begin{aligned} Z(\lambda_1, \dots, \lambda_{n+1}) &= \int_X m_0(x) \cdot \exp \left[- \sum_{r=1}^n \lambda_r^0 \cdot f_r(x) \right] \times \\ &\times \exp \left[- \sum_{r=1}^n l_r \cdot f_r(x) - \lambda_{n+1} \cdot f_{n+1}(x) \right] \lambda(dx). \end{aligned} \quad (5)$$

Проводя в (5) разложение по малым параметрам λ_{n+1} и l_i , можно написать

$$\begin{aligned} Z(\lambda_1, \dots, \lambda_{n+1}) &= Z^0(\lambda_1^0, \dots, \lambda_n^0) \cdot \left[1 - \sum_{r=1}^n l_r \cdot \langle f_r \rangle_0 - \lambda_{n+1} \cdot \langle f_{n+1} \rangle_0 + \right. \\ &+ \frac{1}{2} \sum_{r=1}^n l_r^2 \cdot \langle f_r^2 \rangle_0 + \frac{1}{2} \lambda_{n+1}^2 \cdot \langle f_{n+1}^2 \rangle_0 + \frac{1}{2} \sum_{\substack{r, r'=1 \\ r \neq r'}}^n l_r \cdot l_{r'} \cdot \langle f_r f_{r'} \rangle_0 + \\ &\left. + \lambda_{n+1} \cdot \sum_{r=1}^n l_r \cdot \langle f_r \cdot f_{n+1} \rangle_0 + \dots \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Символ $\langle \cdot \rangle_0$ означает усреднение по невозмущенному распределению.

Логарифмируя (6) и снова разлагая в ряд, получаем

$$\begin{aligned}
 \ln Z(\lambda_1, \dots, \lambda_{n+1}) &= \ln Z^0(\lambda_1^0, \dots, \lambda_n^0) - \sum_{r=1}^n l_r \cdot \langle f_r \rangle_0 - \lambda_{n+1} \cdot \langle f_{n+1} \rangle_0 + \\
 &+ \frac{1}{2} \sum_{r=1}^n l_r^2 \cdot \sigma_{rr}^0 + \frac{1}{2} \lambda_{n+1}^2 \cdot \sigma_{n+1 n+1}^0 + \frac{1}{2} \sum_{\substack{r, r'=1 \\ r \neq r'}}^n l_r \cdot l_{r'} \cdot \sigma_{rr'}^0 + \\
 &+ \lambda_{n+1} \cdot \sum_{r=1}^n l_r \cdot \sigma_{r n+1}^0 + \dots, \tag{7}
 \end{aligned}$$

где приняты обозначения

$$\langle f_i f_j \rangle_0 - \langle f_i \rangle_0 \cdot \langle f_j \rangle_0 \equiv \sigma_{ij}^0. \tag{8}$$

Для определения l_i ($i = 0, \dots, n$) и λ_{n+1} надо воспользоваться основными уравнениями информационной термодинамики для определения множителей Лагранжа. Нетрудно показать, что согласно соотношениям взаимности [1] с точностью до первого порядка малости по λ_{n+1}

$$l_i = 0 \quad (i = 0, \dots, n); \quad \lambda_{n+1} = \frac{\langle f_{n+1} \rangle_0 - \langle f_{n+1} \rangle}{\sigma_{n+1 n+1}^0}. \tag{9}$$

В этом приближении должны выполняться условия

$$\sigma_{r n+1}^0 = 0, \quad (r = 1, \dots, n). \tag{10}$$

2. В случае переопределения исходных данных

$$\begin{aligned}
 \ln Z(\lambda_1, \dots, \lambda_n) &= \ln Z(\lambda_1^0, \dots, \lambda_n^0) - \sum_{j=1}^n l_j \langle f_j \rangle_0 + \left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \right\rangle_0 - \\
 &- \sum_{j=1}^n l_j \left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \cdot f_j \right\rangle_0 + \dots. \tag{11}
 \end{aligned}$$

Из определения $\langle f_k \rangle$ и очевидного соотношения

$$\langle f_k \rangle = \langle f_k \rangle_0$$

следует

$$\left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \cdot f_k \right\rangle_0 = 0, \quad (k = 1, \dots, n). \tag{12}$$

Система уравнений для определения l_j ($j = 0, \dots, n$) имеет вид

$$\begin{cases} l_0 = \left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \right\rangle_0 - \sum_{j=1}^n l_j \langle f_j \rangle_0, \\ - \sum_{j=1}^n \left(\sigma_{jk}^0 + \left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \cdot f_j f_k \right\rangle_0 \right) l_j = \left\langle \frac{\Delta m}{m_0} \right\rangle_0 \cdot \langle f_k \rangle_0, \quad k = 1, \dots, n. \end{cases} \tag{13}$$

Отметим, что в отличие от предыдущего случая l_i в первом приближении не равны нулю.

3. Практическое использование аппарата и. т. в. связано с разработкой ряда критериев, определяющих область ее применимости. Для

изложенных двух вариантов мы приведем по одному наиболее естественному критерию.

Для первого варианта и. т. в. вывод критериев основан на вполне оправданном допущении о малости поправки к величине максимальной информационной энтропии невозмущенного распределения. Ограничиваясь членами первого порядка малости по λ_{n+1} , можно написать

$$H_{\max} = H^0_{\max} - \left(\sum_{r=1}^n \lambda_r^0 \cdot \sigma_r^0 \right) \cdot \lambda_{n+1},$$

откуда следует первый критерий

$$\lambda_{n+1} \ll \frac{H^0_{\max}}{\sum_{r=1}^n \lambda_r^0 \sigma_r^0} \quad (14)$$

В случае второго варианта и. т. в. аналогичные соображения приводят к соотношению

$$\left(\frac{\Delta m}{m_0} \right)_0 \ll H^0_{\max}, \quad (15)$$

которое в совокупности с (12) можно рассматривать в качестве критерия применимости второго варианта и. т. в.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.6.1977)

კიბერნეტიკა

თ. გაჩეჩილაძე, გ. კირთაძე, ტ. მგვდელაძე
შეფერხების თეორია ინფორმაციული თეორია
რეზიუმე

აღწერილია დაკვირვებათა შედეგების საფუძველზე ალბათობათა განაწილების უცნობი ფუნქციის შეფასების ახალი მეთოდი, რომელიც ანალოგიურია შემფოთებათა ჩვეულებრივი თერმოდინამიკური თეორიისა. აღწერილი მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც დამატებითი დაკვირვებადი სიდიდის გაზომვა იძლევა „მცირე“ ინფორმაციას.

CYBERNETICS

T. G. GACHECHILADZE, G. Sh. KIRTADZE, T. N. MGVELADZE
INFORMATION PERTURBATION THEORY

Summary

A new method of estimation of the unknown probability distribution function on the basis of the measurement results is described. This method is analogous to the usual thermodynamic perturbation theory and is useful if the measurement of observable value gives "small" information.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. T. Jaynes. Phys. Rev. 106, 620 (1957)
2. С. Кульбак. Теория информации и статистика. М., 1967.
3. R. S. Ingarden. K. Urbanik. Acta Phys. Pol., vol. XXI, 3, (1962)
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика. М., 1964.
5. E. T. Jaynes. Information Theory—Brandeis Lectures, % 4, 1963.



Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Р. Б. ДЖАНЕЛИДЗЕ, Д. А. ДЖИШИАШВИЛИ,
Л. В. ПИСКАНОВСКИЙ, З. Н. ШИОЛАШВИЛИ

ДИФFUЗИЯ БОРА В КРЕМНИЙ ИЗ БОРОСИЛИКАТНОГО СТЕКЛА, ПОЛУЧЕННОГО РЕАКТИВНЫМ ИОННО- ПЛАЗМЕННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 17.5.1977)

Диффузия бора исследовалась в *n*-кремний [111] с удельным сопротивлением 4,5 ом·см. Процесс проводился в печи СДО-13М. Источником диффузии служили пленки БСС толщиной 1500—3500 Å, содержащие бор от $2,0 \cdot 10^{19}$ до $6,4 \cdot 10^{21}$ см⁻³. Толщина пленок БСС определялась лазерным эллипсометром ЛЭМ-2. Способ получения и физико-химические свойства реактивных пленок БСС впервые описаны в [1]. Поверхностное сопротивление кремния (R_s) измерялось четырехзондовым методом, а глубина диффузионного слоя (X_j) — методом шарового шлифа. Из значений R_s и X_j рассчитывалась концентрация бора в кремнии. Концентрационный профиль бора по глубине диффузионного слоя определялся методом последовательного снятия тонких слоев кремния путем его анодного окисления и последующего растворения в HF. Концентрация бора в БСС определялась методом ИК-спектроскопии [2].

На рис. 1 представлены кривые зависимости поверхностного сопротивления кремния от времени диффузии бора из пленки БСС. Характер кривых показывает, что пленки БСС, содержащие $6,4 \cdot 10^{21}$ см⁻³ бора, являются бесконечным источником для данного режима диффузии. Это также справедливо для пленок БСС с содержанием бора $1,8 \cdot 10^{20}$ см⁻³.

Диффузионный отжиг структуры Si—БСС на воздухе повышает R_s кремния по сравнению с образцом, отожженным в среде азота, почти в три раза (рис. 1). Этот эффект обусловлен перераспределением бора между кремнием и растущим на границе раздела Si—БСС окислом в соответствии с коэффициентом сегрегации и отношением коэффициентов диффузии бора в Si и SiO₂.

Результаты исследования влияния концентрации кислорода в диффузионной среде на параметры диффузионного слоя приведены на рис. 2. Начальные 10—15% кислорода сильно влияют на поверхностную концентрацию бора в кремнии, а выше 50% кривая выходит на насыщение. Глубина диффузионного слоя при этом монотонно уменьшается с увеличением содержания кислорода в диффузионной среде.

Следует заметить, что для источников с содержанием бора $< 1 \cdot 10^{20}$ см⁻³ R_s и X_j слабо зависят от концентрации кислорода в диффузионной среде. В области низких концентраций бора в источни-

ке, по-видимому, проявляется роль изменения коэффициента, входящего в параболическую зависимость скорости окисления кремния ($x^2 = Kt$, где x — толщина окисла, t — время окисления). Действи-

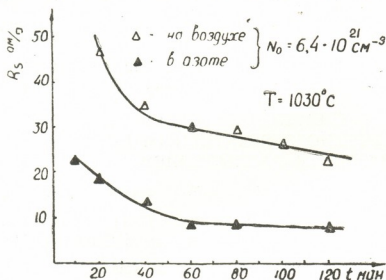
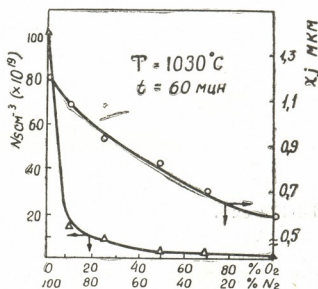


Рис. 1. Зависимость поверхностного сопротивления кремния от времени диффузии бора

тельно, резкое увеличение скорости окисления кремния под действием примесных атомов бора наступает при концентрации $> 1 \cdot 10^{20}$ атома/ cm^3 [3].

Рис. 2. Зависимости поверхностной концентрации бора в кремнии и глубины диффузионного слоя от количества кислорода в диффузионной среде



Глубина залегания диффузионного слоя для источников диффузии с различным содержанием бора подчиняется общему выражению $X_j = \text{const} \sqrt{t}$, где t — время диффузии. При этом концентрационное распределение бора по глубине диффузионного слоя для образцов кремния, характеризуемых $N_s \leq 1 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, подчиняется закону дополнительной функции ошибок — erfc , а для образцов $N_s = 3 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ наблюдается отклонение от теоретической кривой, построенной по закону erfc (рис. 3). Причину этого расхождения следует искать, по-видимому, в высокой поверхностной концентрации бора, обуславливающей непостоянство (увеличение) коэффициента диффузии примеси.



В таблице приведены значения коэффициента диффузии бора в кремнии (D), а также энергии активации диффузии (E) и предэкспоненциального множителя (D_0), рассчитанные по уравнению Аррениуса.

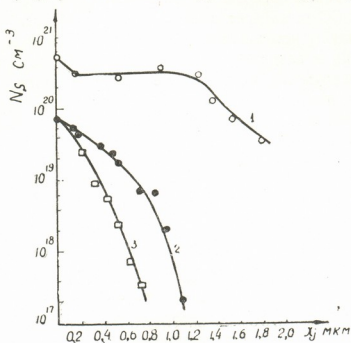


Рис. 3. Профиль распределения бора в кремнии с поверхностной концентрацией: 1— $N_s = 3 \cdot 10^{20}$ см⁻³, 2— $N_s = 7 \cdot 10^{19}$ см⁻³, 3—*erfc* распределение

По данным таблицы, с увеличением начальной концентрации бора в БСС (N_0) уменьшаются E и D_0 и растет D . Эти эффекты можно связать с деформацией решетки кремния при увеличении концентрации бора в источнике, образованием в нем дислокации и, как следствие этого, ускоренной диффузией по дефектам решетки. Следует отметить, что величины E и D_0 являются функциями одного и того же параметра — концентрации примеси, и изменяются симбатно (компенсационный эффект). Зависимость $\ln D_0 - E$ линейная:

$$\ln D_0 = 6,9 E - 23,6.$$

Диффузионные параметры бора в кремнии (среда—азот)

$N_0 \times 10^{19}$, см ⁻³	$N_s \times 10^{18}$, см ⁻³	$D \times 10^{-13}$, см ² сек ⁻¹	D_0 , см ² сек ⁻¹	E , эв	$\frac{N_0}{N_s}$
640	300	8,3	0,01	2,70	21
170	70	3,6	0,02	2,94	24
18	25	2,5	55,00	4,00	7

Коэффициент диффузии бора в кремнии из БСС с содержанием бора $N_0 = 6,4 \cdot 10^{21}$ атом/см³ равен

$$D = 0,01 \exp \left(- \frac{2.70}{kT} \right).$$

Экспериментальные значения N_0/N_s пленок БСС, полученных окислением смеси силана и диборана, изменяются в пределах 40÷50 [4], что вдвое превышает (за исключением образца $N_s = 2,5 \cdot 10^{19}$) значения, полученные нами для реактивных пленок БСС. Несовпаде-



ние этих величин следует отнести, по-видимому, за счет разности в плотностях окисных пленок, полученных разными способами [5].

Таким образом, в согласии с [4], N_s кремния при диффузии бора из БСС не зависит от температуры процесса (в области 950—1150°C), толщины источника (при толщине $>0,15$ мкм), а также времени диффузии и зависит только от начальной концентрации бора в БСС. Варьируя N_0 , можно управляемо перекрыть диапазон поверхностной концентрации бора в кремнии от $4 \cdot 10^{18}$ до $3 \cdot 10^{20}$ см⁻³. Использование в качестве диффузионной среды кислорода позволяет снизить N_s до $3 \cdot 10^{17}$ см⁻³.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 16.6.1977)

ფიზიკა

ბ. ბაგრათიშვილი, რ. ჯანელიძე, დ. ჯიშიაშვილი, ლ. პისკანოვსკი,
ზ. შიოლაშვილი

ბორის დიფუზია სილიციუმში რეაქციული იონურ-პლაზმური
გაბნევილი მიღებული ბორსილიკატური მინიდან

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ბორის ზედაპირული კონცენტრაცია სილიციუმში განისაზღვრება მხოლოდ ბორის საწყისი კონცენტრაციით ბორსილიკატურ მინაში, რომლის ვარირებით შესაძლებელია ბორის ზედაპირული კონცენტრაციის ცვლილება $4 \cdot 10^{18}$ — $3 \cdot 10^{20}$ სმ⁻³ ინტერვალში.

PHYSICS

G. D. BAGRATISHVILI, R. B. JANELIDZE, D. A. JISHIASHVILI,
L. V. PISKANOVSKII, Z. N. SHIOLASHVILI

BORON DIFFUSION IN SILICON FROM BOROSILICATE GLASS OBTAINED BY REACTIVE IONO-PLASMIC SPUTTERING

Summary

The surface concentration of boron in silicon was found to depend only on the initial concentration of boron in borosilicate glass. Variation of the concentration may yield the surface concentration of boron from $4 \cdot 10^{18}$ to $3 \cdot 10^{20}$ cm⁻³.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Багратишвили и др. Сб. «Методы исследования МДП структур и физические аспекты технологии МДП ИС». Киев, 1976.
2. Г. Д. Багратишвили и др. Сообщения АН ГССР, 85, № 3, 1977.
3. B. E. Deal, M. Sklar. J. Electrochem. Soc., 112, 1965, 430.
4. M. L. Barry, P. Olofsen. J. Electrochem. Soc., 116, 1969, 854.
5. S. P. Mukherjee, P. E. Evans. Tl in Solid Films, 14, 1972, 299.

О. В. НАЗАРОВА, Т. И. САНАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

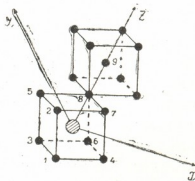
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТРИГОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА Yb^{3+} в BaF_2

Важной задачей, часто решаемой исследованием суперсверхтонкого взаимодействия (ССТВ) редкоземельного иона с окружающими ядрами, является выяснение структуры магнитного центра и локальной деформации решетки, возникающей в кристалле при внедрении примеси. Образование центров, различающихся способом компенсации, зависит как от природы примесного редкоземельного иона, так и от катиона, который замещается редкоземельным ионом. Ввиду этого представляет существенный интерес проводить исследования ССТВ редкоземельных ионов в кристаллах гомологического ряда флюорита.

В настоящей работе проведено исследование ССТВ тригонального центра Yb^{3+} в BaF_2 методами дискретного насыщения (ДН) и радиочастотного дискретного насыщения (РЧДН) [1, 2]. Исследуемые монокристаллы BaF_2 содержали 0,03% магнитной примеси Yb^{3+} . Эксперименты проводились при температуре жидкого гелия на супергетеродинном радиоспектрометре, работающем в трехсантиметровом диапазоне [1, 2]

Исследование спектра РЧДН показало, что компенсация избыточного положительного заряда магнитной примеси осуществляется ионом F^- , расположенным вдоль одного из направления $[111]$ в центре ближайшего свободного куба (рис. 1). Таким образом, осуществляется «фторовая» модель внедрения иона Yb^{3+} в решетку BaF_2 , предполагаемая ранее авторами работы [3].

Рис. 1. Модель ближайшего окружения иона Yb^{3+} в монокристалле BaF_2 . Оси системы координат направлены вдоль $x \parallel [110]$, $y \parallel [1\bar{1}\bar{2}]$, $z \parallel [1\bar{1}1]$



Из исследования спектров ДН и РЧДН, проведенного в основном в ориентациях магнитного поля $H \parallel x$, $H \parallel y$, $H \parallel z$, были определены компоненты тензоров ССТВ ядер ближайшего окружения иона Yb^{3+} и ядра зарядокompенсирующего иона (табл. 1). Предварительное исследование спектра ДН позволило определить диапазон радиочастот от ядер 2—4 и 5—7 и упростило интерпретацию спектра РЧДН. Сравнением характера избирательного резонансного воздействия ча



спектр ДН радиочастоты от одного из ближайших ядер и ядра второй и более далеких координационных сфер устанавливалась связь каждой радиочастоты с электронным подсостоянием [4, 5]. Отметим, что в спектре РЧДН в исследованных нами монокристаллах BaF_2 с Yb^{3+} наблюдались не все линии, ожидаемые от ядер 2—4 и 5—7. Несмотря на это, анализ спектра ДН позволил восполнить недостающую информацию и определить все компоненты тензоров ССТВ. Правда, точность определения некоторых из них ниже точности, характерной для метода РЧДН (табл. 1). Расчеты проводились по формулам (12) и (13) работы [6].

Таблица 1

А Мгц	Я д р а				
	2—4	5—7	1	8	9
A_{xx}	$-15,23 \pm 0,01$	$-15,35 \pm 0,01$	$-16,79 \pm 0,01$	$-21,90 \pm 0,01$	$-0,99 \pm 0,01$
A_{yy}	$27,52 \pm 0,15$	$28,76 \pm 0,15$	$-16,79 \pm 0,01$	$-21,90 \pm 0,01$	$-0,99 \pm 0,01$
A_{yz}	$11,45 \pm 0,08$	$10,75 \pm 0,08$	0	0	0
A_{zy}	$13,76 \pm 0,45$	$13,83 \pm 0,45$	0	0	0
A_{zz}	$-7,29 \pm 0,01$	$-8,06 \pm 0,01$	$32,55 \pm 0,01$	$38,88 \pm 0,01$	$1,62 \pm 0,01$

В спектре РЧДН вблизи частоты свободной прецессии ядер фтора были идентифицированы линии от ядер второй, третьей и четвертой координационных сфер. В табл. 2 приведены тензоры ССТВ, определенные из обработки экспериментальных данных. Можно показать, что для ССТВ ядер второй и более далеких координационных сфер, как и в SrF_2 с Yb^{3+} [7], хорошо выполняется дипольное приближение. На основании этого наблюдаемые расщепления и смещения линий РЧДН приписывались малым, локальным искажениям кристаллической решетки, обусловленным зарядокомпенсирующим ионом фтора и ионом магнитной примеси, и определялись параметры Δr и $\Delta \theta$, характеризующие эти искажения: Δr — изменение расстояния от соответствующего ядра до магнитного иона, $\Delta \theta$ — угол между направлениями магнитный ион—ядро в неискаженной и искаженной решетках. Исследование спектра РЧДН от ядер второй и более далеких координационных сфер показало, что смещение магнитного центра вдоль тригональной оси близко к нулю. Это можно объяснить превалированием силы отталкивания между ионом-компенсатором и ионом фтора, находящимся между редкоземельным ионом и компенсатором, над электростатическим притяжением последнего и редкоземельного иона. Зарядокомпенсирующий ион фтора обуславливает также отталкивание ближайших к нему ионов фтора второй и более далеких координационных сфер (табл. 2).

В ССТВ ядер первой координационной сферы существен вклад ковалентной связи. Поэтому определить положения ядер ближайшего окружения не удается. Однако интересно отметить, что величина ССТВ ядер 1,8, расположенных на тригональной оси, в BaF_2 меньше, чем в SrF_2 , а неэквивалентность их почти одна и та же. Это свидетельству-

Таблица 2

Ядро	A (Мгц)					Δr (А°)	$\Delta\theta$ (град)
	A_{xx}	A_{yy}	A_{yz}	A_{zy}	A_{zz}		
(113)	$-1,01 \pm 0,01$	$-0,18 \pm 0,02$	$1,04 \pm 0,08$	$1,22 \pm 0,12$	$0,88 \pm 0,01$	$+0,05 \pm 0,02$	$+1,9 \pm 0,5$
(113)	$-1,07 \pm 0,01$	$-0,31 \pm 0,02$	$1,08 \pm 0,08$	$1,41 \pm 0,12$	$1,02 \pm 0,01$	$-0,03 \pm 0,02$	$-0,4 \pm 0,5$
(331)	$-0,43 \pm 0,02$	$-0,22 \pm 0,05$	$0,29 \pm 0,08$	$0,37 \pm 0,16$	$0,50 \pm 0,01$	$+0,05 \pm 0,02$	$+1,6 \pm 0,5$
(331)	$-0,48 \pm 0,02$	$-0,28 \pm 0,05$	$0,40 \pm 0,08$	$0,52 \pm 0,16$	$0,55 \pm 0,01$	$0 \pm 0,02$	$0 \pm 0,05$
(333)							
и	$-0,27 \pm 0,03$	$-0,27 \pm 0,03$	0	0	$0,40 \pm 0,01$	$0 \pm 0,04$	$0 \pm 0,5$
(333)							

ет о том, что положение иона Yb^{3+} и ядер 1,8 относительно друг друга не меняется при переходе от SrF_2 к BaF_2 . В рассматриваемом случае удалось определить характер искажения ближайшего окружения иона Yb^{3+} , используя приближенное представление компонент тензора \widehat{B} в виде скалярного вклада B^s и суммы дипольного с псевдодипольным B^p [8]:

$$B_{ik} = B^s \cdot \delta_{ik} + B^p(3n_i n_k - \delta_{ik}),$$

$$B^s = \frac{1}{3} Sp \widehat{B}, \quad B^p = \frac{1}{6} (3n_i n_k - \delta_{ik}) B_{ik},$$

где компоненты тензора \widehat{B} связаны с компонентами тензора \widehat{A} соотношением $A_{ik} = \frac{\beta}{h} g_{ik} B_{ik}$, n_i — направляющие косинусы вектора, соединяющего магнитный ион с ядром лиганды. При тригональной симметрии такое представление приводит к замене пяти независимых компонент тензора \widehat{B} тремя параметрами B^s , B^p и n_z . В данном случае это приближение оказалось достаточно хорошим. Полученные значения n_z показывают, что отклонения направлений магнитный ион — ядра 2—4 не наблюдается, а направления магнитный ион — ядра 5—7 отклоняются от направлений в неискаженной решетке \sim на 2°. Это может быть вызвано смещением иона 8 вдоль тригональной оси по направлению к редкоземельному иону из-за отталкивания между компенсатором и ионом 8.

Таким образом, исследование ССТВ иона Yb^{3+} с окружающими ядрами позволило определить модель внедрения иона Yb^{3+} в BaF_2 и характер малых локальных искажений кристаллической решетки вблизи магнитного центра, обусловленных зарядокомпенсирующим ионом F^- и ионом магнитной примеси.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.6.1977)

მ. ნაზაროვა, თ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

Yb^{3+} ტრიგონალური ცენტრის სტრუქტურის გამოკვლევა BaF_2 -ში
რეზიუმე

დისკრეტული გაჯერების და რადიოსიხშირული დისკრეტული გაჯერების მეთოდებით გამოკვლეულ იქნა Yb^{3+} -ის ტრიგონალური ცენტრის ზეზენაზი ურთიერთქმედება გარემომცველი იონების ბირთვებთან BaF_2 -ის მონოკრისტალში.

PHYSICS

O. V. NAZAROVA, T. I. SANADZE

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF THE TRIGONAL CENTRE
OF Yb^{3+} IN BaF_2 SINGLE CRYSTAL

Summary

The superhyperfine interaction of the trigonal centre of Yb^{3+} with the surrounding nuclei has been investigated by the method of radiofrequency discrete saturation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. И. Санадзе, Г. Р. Хуцишвили. ЖЭТФ, 56, № 2, 1969.
2. Т. А. Абрамовская, Б. Г. Бериулава, Т. И. Санадзе. Письма в ЖЭТФ, 16, 10, 1972.
3. V. Ranon, A. Yaniv. Phys. Lett. A 9, 1, 1964.
4. Р. И. Мирианашвили, О. В. Назарова, Т. И. Санадзе. Сообщения АН СССР, 81, № 2, 1976.
5. Р. И. Мирианашвили, О. В. Назарова, Т. И. Санадзе. Письма в ЖЭТФ, 23, 10, 1976.
6. Т. И. Санадзе, Г. Р. Хуцишвили. ЖЭТФ, 59, 9, 1970.
7. Б. Г. Бериулава, Р. И. Мирианашвили, О. В. Назарова, Т. И. Санадзе. ФТТ, 19, 6, 1977.
8. J. P. Wolfe, R. S. Markiewicz. Phys. Rev. Lett. 30, 22, 1973.

П. В. МАГАЛАШВИЛИ, Б. Т. ЖОРЖОЛИАНИ, Н. С. ТОПУРИДZE,
Т. П. ЦЕРЕТЕЛИ

КОЭРЦИТИМЕТР ДЛЯ ПЛЕНОЧНЫХ ОБРАЗЦОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 15.6.1977)

Как известно, для измерения коэрцитивной силы ферромагнитных материалов нужно иметь магнитное поле, напряженность которого регулируется в определенных пределах. Для материалов с коэрцитивной силой свыше 500 эрстед получение поля связано с конструированием специальных электромагнитов или соленоидов, а также систем их питания и стабилизации.

Нами был использован метод, дающий возможность проводить измерения с помощью постоянного магнита с напряженностью поля 3000 эрстед.

Плоскость симметрии магнита, перпендикулярная силовым линиям, была проградуирована в величинах напряженности магнитного поля при помощи измерителя магнитной индукции. Местоположение измерительного зонда определялось на шкале катетометра типа КМ-6. Строился график зависимости напряженности поля в данной точке от ее положения на шкале катетометра. Посредством графика и показания катетометра впоследствии определялась напряженность магнитного поля, в котором находился образец.

Величина намагниченности образца измерялась методом вибрационного магнитометра [1].

Принципиальное устройство установки изображено на рис. 1. Исследуемый образец 1, динамик 2, соединяющий их стержень 3 и измерительные катушки 4 расположены на одной доске 5 в плоскости симметрии магнита 6. Стержень 3 направлен горизонтально, а доска может двигаться на вертикальных направляющих ползьях 7. Динамик выдвинут подальше на доске, чтобы не влиять на распределение поля магнита. Механизм 8, передвигающий доску, изготовлен из латуни и дюраля.

Местоположение образца может быть определено катетометром с большой точностью: $\pm 0,025$ мм. На участке максимальной крутизны градуировочной кривой на 1 мм вертикального перемещения напряженность магнитного поля меняется в среднем на 10 эрстед, что соответствует точности определения напряженности поля по катетометру не хуже $\pm 0,5$ эрстед.

Из вышеуказанного следует, что точность определения средней напряженности магнитного поля в образце зависит также от размеров образца. Поэтому установка предназначена для измерения тонких образцов. Однако основная погрешность измерений определяется размерами датчика прибора. Например, размеры холловского датчика прибора Е 11—3 равны $2,8 \times 2,8$ мм². Уменьшение размеров датчика повышает точность измерений на коэрцитиметре.

Для более точной градуировки магнитного поля используется эталонный ферромагнитный пленочный образец, кривая намагничивания которого известна. Для эталонных образцов толщиной 1 мм точность

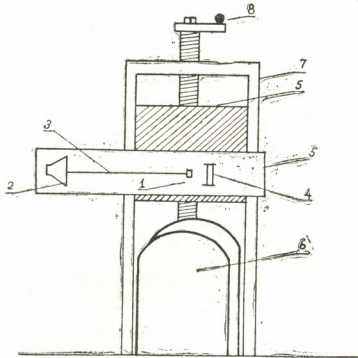


Рис. 1. Схема коэрцитиметра для пленочных образцов

определения величины напряженности магнитного поля ± 5 эрстед. Конечно, при этом толщина измеряемых образцов не должна превышать толщину эталонного образца.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 17.6.1977)

ფიზიკა

ა. მაღალაშვილი, ბ. ჯორჯოლიანი, ვ. თოფურია, ჰ. წამთელი

კოერციტიმეტრი თხელი ნიმუშებისათვის

რეზიუმე

აღწერილია დანადგარი, რომლითაც იზომება თხელი ფერომაგნიტური ნიმუშების კოერციტული ძალა მუდმივი მაგნიტის ველში. ნიმუშის ადგილმდებარეობა და კოერციტული ძალის სიდიდე განისაზღვრება კატეტომეტრით КМ-6. დანადგარი დაგრაღულირებულია თხელი ეტალონური ნიმუშით. 1 მმ სისქის ნიმუშებისათვის გაზომვის ცდომილება არ აღემატება ± 5 ერსტედს. ნიმუშის სისქის შემცირებასთან ერთად იზრდება გაზომვის სიზუსტე.

P. V. MAGALASHVILI, B. T. ZHORZHOLIANI, N. S. TOPURIDZE,
T. P. TSERETELI

COERCIVE FORCE METER FOR THIN SAMPLES

Summary

A plant for measuring the coercive force of thin ferromagnetic samples is described. The location of the sample and the coercive force were determined by the cathetometer KM-6. The plant is graduated by means of a thin standard sample. For samples of 1 mm thickness the measurement error is not more than ± 5 oersted. Reduction of the sample thickness increases the accuracy of measurement.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Чечерников. Магнитные измерения. М., 1963, 70.

И. К. ЛЕСЕЛИДЗЕ, Г. И. НАЦВЛИШВИЛИ

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОР В ОБЛУЧЕННОМ НЕЙТРОНАМИ НИОБИИ, ЛЕГИРОВАННОМ КИСЛОРОДОМ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 23.6.1977)

Исследование возврата электрического сопротивления облученных кристаллов ниобия, легированных кислородом, показало, что вакансии, обычно стабильные в присутствии кислорода до температур 700—800 К, начинают отжигаться при более низких температурах (300—500 К) путем спаривания с мигрирующим при этих температурах кислородом [1].

Уход комплексов «кислород-вакансия» из матрицы кристалла или их объединение в поры приводит к уменьшению избыточного количества вакансий и к очищению матрицы от кислородных атомов. Вследствие этого удельное электрическое сопротивление облученного материала понижается до значения для необлученного образца.

В данной работе методом просвечивающей электронной микроскопии исследовался процесс образования пор в облученных в ядерном реакторе образцах кислородсодержащего ниобия.

Исследования проводились на образцах ниобия высокой чистоты. Суммарная концентрация всех примесей внедрения (без кислорода) не превышала 5 ррп.

Образцы, содержащие кислород в количестве до 5 ррп и 600 ррп, прокатывались до толщины 0,1—0,2 мм и отжигались в вакууме 10^{-6} тор при температуре 1300 К в течение трех часов. После отжига часть образцов облучалась в холодных каналах ядерного реактора ИРТ-2000 при температуре 100 К до интегральных доз $1\text{--}3,4 \cdot 10^{17}$ н/см² ($E > 0,85$ Мэв).

Прокатанные, отожженные и облученные образцы утоньшались химически в реактиве HNO_3 —70%, HF —30%, а затем электролитически в электролите H_2SO_4 —85%, HF —15% ($v=15$ в, $g=0,7$ а/см²) и исследовались в высоковольтном электронном микроскопе типа JEM-1000.

В структуре деформированных, отожженных необлученных образцов ниобия, содержащих кислород в количестве до 5 ррп и 600 ррп, наблюдаются отдельные дислокации, дислокационные сетки и петли [2].

После облучения образцов ниобия с малым содержанием кислорода (5 ррп), наряду с отдельными дислокациями появляется множество темных пятен неопределенной формы и размерами до ~ 150 Å. Контраст изображения этих дефектов имеет дифракционную природу (рис. 1).

Иная картина наблюдается в облученных образцах, содержащих кислород в количестве 600 ррп. Видны сферические дефекты, расположенные в основном на дислокациях и границах зерен (рис. 2).

На рис. 3 даны микрофотографии одной и той же области кристалла, сделанные в темном поле от двух различных рефлексов. Темное поле позволяет улучшить контраст и подтвердить дифракционную природу контраста наблюдаемых сферических дефектов. Анализ мик-

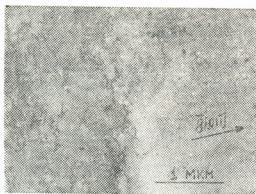


Рис. 1. Ниобий, облученный нейтронами и легированный кислородом в количестве до 5 ppm. Видны дислокации и дефекты в виде темных пятен

рофотографий и микродифракционных картин позволяет считать, что наблюдаемые дефекты представляют собой поры, заполненные кислородом. Необычный вид дислокационных линий на рис. 2,а объясняется осцилляцией контраста при диффузии дефектов вдоль дислокаций.

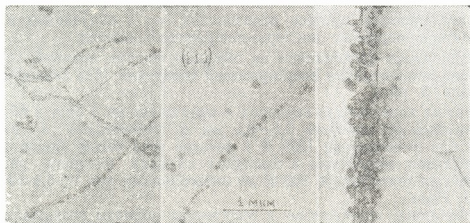
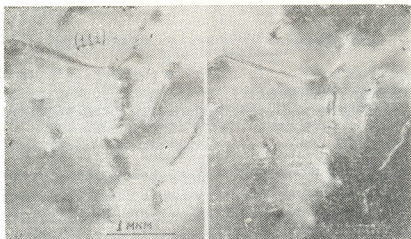


Рис. 2. Ниобий, облученный нейтронами и легированный кислородом в количестве 600 ppm: а) видны поры, расположенные вдоль дислокационных линий, б) видны поры на границах зерен

Таким образом, приведенные нами снимки однозначно свидетельствуют о гетерогенном зарождении газовых пор в облученных нейтронами кристаллах ниобия, содержащих кислород в количестве 600 ppm.

Предпочтительное зарождение газовых пор на дислокациях и границах зерен объясняется высокой подвижностью комплексов «кислород-вакансия» вдоль этих дефектов. Скопление газовых пор на дис-

ლოკაციაში და განსაკუთრებით საზღვრებში, როგორც ცნობილია, იწვევს მათს დაზიანებას. მნიშვნელოვანი დაზიანება იკვირება ნიობის, სარ-



რის. 3. ნიობის, დაზიანებული ნეიტრონებით და ლეგირებული ოქსიგენით 600 ppm. მინუსული სურათები ორივეს განსაკუთრებული რეფლექსებისგან. დასრულებული დისლოკაციები და პორები

დაზიანებული ოქსიგენით 600 ppm, მინუსული ნეიტრონებით, იწვევდა პროცესს მარტივი კრისტალებისთვის ელექტრონომიკროსკოპიკული კვლევის.

აკადემია მეცნიერებათა საქართველოს
ინსტიტუტი ფიზიკის

(დასრულებული 24.6.1977)

ფიზიკა

ი. ლესელიძე, გ. ნაცვლიშვილი

ნიობის ნიმუშების დაზიანების შესახებ ნეიტრონებით დას-
კვლევის ელექტრონომიკროსკოპიკული კვლევის

რეზიუმე

მაღალი ძაბვის ელექტრონული მიკროსკოპით გამოვიკვლიეთ დაზიანებული ნიმუშები (5 ppm და 600 ppm) ოქსიგენით ნიობის ნიმუშების დას-
კვლევის შედეგად ($1 \div 3,4 \cdot 10^{17}$ nvt) დაზიანების წარმოქმნის სა-
კითხი. ნაჩვენებია, რომ ნიობის ნიმუშის დაზიანების ადგილი აქვს „დაზიანებული-დაზიან-
ების“ კომპლექსების აჩვენებულ დიფუზიას, რაც იწვევს უპირატესად დის-
ლოკაციების და მარტივად დაზიანების გაჩენას.

PHYSICS

I. K. LESELIDZE, G. I. NATSVLISHVILI

ELECTRON MICROSCOPIC INVESTIGATION OF PORES IN
NEUTRON-IRRADIATED NIOBIUM DCPED WITH OXYGEN

Summary

The process of pore formation in reactor-irradiated ($1 \div 3.4 \cdot 10^{17}$ nvt) niobium samples containing oxygen up to 5 ppm and 600 ppm has been investigated with the help of a high-voltage electron microscope.

It is shown that in oxygen-containing irradiated samples of niobium the pores are mainly formed on the dislocations and grain boundaries as a result of high mobility of "oxygen-vacancy" complexes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Наскидашвили, Г. С. Марткоплишвили, И. Витинг, Н. А. Майсурадзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973, 329.
2. Г. И. Нацвлишвили, И. К. Леселидзе. Сб. «Электронномикроскопические Майсурадзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973, 329.



Г. Д. ЧИГВИНАДЗЕ

ТРЕХМЕРНАЯ СВЕРХРЕШЕТКА, ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНОВ И *N*-ОБРАЗНАЯ ВАХ НА α -SiC (6H И 15R)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 22.6.1977)

Впервые получение объемного отрицательного дифференциального сопротивления (ОДС) в полупроводниках было предложено Кремером в 1958 г. [1]. Он пользовался особенностью зонной структуры *p-Ge* и пытался получить носители с отрицательными эффективными массами ($-m_{эфф}$).

Как отмечает Дж. Гани, «это предложение Кремера сыграло важную роль, так как в нем впервые говорилось о возможности существования объемного отрицательного сопротивления в полупроводниках».

В сверхрешетках (СР) [2, 3] наличие дополнительной модуляции кристаллического поля с большим периодом *d* приводит к разрывам квазинепрерывного спектра электронов в пределах первой зоны Бриллюэна в точках $\frac{n\pi}{d}$ и образованию узких энергетических подзон, называемых минизонами.

Теоретические расчеты [2—5] для одномерной СР показывают, что на вольт-амперной характеристике (ВАХ) СР в сильных полях должны появиться пики тока, обусловленные резонансным туннелированием электронов между различными минизонами [5] и брегговскими отражениями электронных волн на границах минизон.

Создание искусственных СР [6] не привело к экспериментальному наблюдению резонансного туннелирования и ($-m_{эфф}$) носителей тока.

Исследование SiC политипа 297R [7] также не привело к успеху из-за нарушения условия [2] $l \gg d$, где *l* — длина свободного пробега носителей.

В 1966 г. при исследовании ВАХ *p-n*-переходов на основе гексагонального SiC при 77°K нами был замечен пик тока в пропускном направлении. Мы предположили, что пик тока связан с объемом кристалла.

После изготовления омических контактов на однородном исходном кристалле в статическом режиме на ВАХ было обнаружено несколько пиков при различных значениях приложенного напряжения и нестабильности тока большой амплитуды, сопровождающегося щелчками [8, 9].

В предлагаемой работе приводятся некоторые результаты измерений, связанные с обнаруженными пиками, колебаниями тока и щелчками. Делается попытка объяснить это явление.

На рис. 1 представлена ВАХ гексагонального SiC при 77°К, снятая с помощью электрической схемы [8]. ВАХ после линейной зависимости возрастала с зависимостью $I=V^k$, где $k=1,3$ – $2,8$, и при пороговом напряжении V_n имела N -образный падающий участок. С дальнейшим повышением напряжения ток вновь возрастал сверхлинейно и срывался.

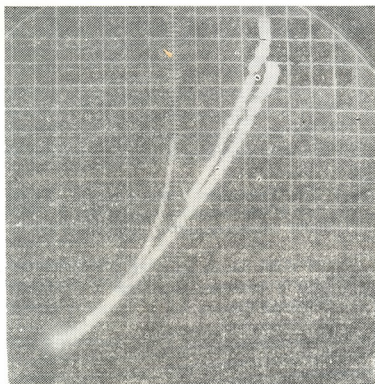


Рис. 1. ВАХ гексагонального SiC (15 R) $E \parallel C$; масштаб по горизонтали 4 в/см, масштаб по вертикали 10 ма/см

Напряженность, соответствующая максимуму, менялась от образца к образцу и принимала значения 50–1500 в/см.

В ходе наблюдения на ВАХ были обнаружены колебания тока большой амплитуды [8, рис. 26, 3]. Если приложенное к образцу напряжение $V \geq V_n$, то возникали инфранизкочастотные колебания тока в пределах 1–20 гц с амплитудой 20 ÷ 70 %.

В ряде случаев наблюдались колебания тока с малой амплитудой 1–3% и с возрастанием напряжения ее частота увеличивалась от 0,1 до 700 гц.

Измерение [8, рис. 1] напряжения двухлучевым осциллографом в режиме нестабильности тока (с амплитудой $\geq 20\%$) показало, что фазы колебаний напряжения в точках a и b синфазны, а сигналы с нагрузочного сопротивления r —точка c и зонда — точки a и b — парафазны относительно точки d .

Аналогичная картина наблюдалась при нарастании и срыве тока в максимуме ВАХ: изменение напряжения на потенциальных зондах — ток и напряжение на зондах парафазны.

Измерения амплитуды на потенциальных зондах не дает основания предполагать зарождение дипольного статического домена, этот вопрос требует дальнейшего исследования.

Фазовые соотношения тока в максимуме ВАХ (и колебание тока) и напряжения на потенциальных зондах показывают, что эффект обусловлен объемом образца.

Подсветка образца с длиной волны $\lambda = 0,9 \div 1,5 \mu k$, $E_\lambda < E_g$, влияла на максимум тока, вызывала его уменьшение, а последующее затемнение восстанавливало первоначальный вид характеристики. В этой же области длин волн кристаллы обладали положительной фотопроводимостью.

Подсветка кристалла с $\lambda = 0,9 \div 1,5 \mu k$ при нестабильности тока вызывала увеличение частоты колебаний тока за счет уменьшения времени нарастания переднего фронта колебания.

Повышение температуры образца вызывало увеличение частоты колебаний тока.

Инфракрасная подсветка, по-видимому, вызывает переходы электронов с первой минизоны на вторую, вышележащую минизону, энергетический зазор между которыми равен $0,96$ эв [7], что уменьшает или предотвращает резонансное туннелирование электронов в зависимости от интенсивности подсветки.

Тот факт, что ОДС наблюдалось как в $E \parallel C$, так и в $E \perp C$ (E — напряженность электрического поля, C — кристаллографическая ось), дает основание считать, что гексагональный SiC политапа $6H$ и $15R$ с большим периодом $d_{6H} = 15,1 \text{ \AA}$, $d_{15R} = 37,3 \text{ \AA}$ образует при $77^\circ K$ трехмерную сверхрешетку.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 24.5.1977)

ფიზიკა

ბ. ჩიქვინაძე

სამბანუმომილებიანი ზემესერი, ელემტრონების უარყოფითი მასები და N -სახის $3 \div 3 \alpha-SiC$ ($6H$ და $15R$)-ში

რეზიუმე

$\alpha-SiC$ ($6H$ და $15R$) n -ტიპის საწყისი მონოკრისტალების ვოლტამპერულ მახასიათებლებზე ($3 \div 3$) $77^\circ K$ დამზერილია ახალი მოვლენა — ($3 \div 3$)-ზე N -სახის უბნები და დიდი ამპლიტუდის დენის რხევები $1 \div 20 \mu C$ სიხშირით.

$3 \div 3$ -ზე შესწავლილი მაქსიმუმები აიხსნება ელექტრონული ტალღების რეზონანსული ტუნელირებით და ბრეგის არეკვლებით მინიზონების საზღვრებზე.

დასხივება $\lambda = 0,9 \div 1,5 \mu k$ ამცირებს მაქსიმუმს $3 \div 3$ -ზე, რაც აიხსნება ელექტრონების პირველი მინიზონიდან მეორე მინიზონში გადასვლებით და რეზონანსული ტუნელირების შემცირებით. დასხივება ამ არედან ზრდის დენის რხევის სიხშირეს დენის არასტაბილობის შემთხვევაში.

G. D. CHIGVINADZE

 THE THREE-DIMENSIONAL SUPERLATTICE, NEGATIVE ELECTRON
 MASSES AND *N*-TYPE VAC ON *SiC* (6H AND 15R)

Summary

A new phenomenon has been found at 77°K on the volt ampere characteristic (VAC) of α -*SiC* (6H and 15R) initial single crystals of n-type conductivity: *N*-type locations on VAC and current oscillation of a large amplitude with the frequency of 1÷20 Hz. The reduction of the maximum on VAC can be explained by the resonance tunnelling and Bragg's reflections of the electron waves on the minizone boarders.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Крöгер. Phys. Rev. 109. 1958, 1856.
2. А. Я. Шик. ФТП, 10, 1974, 1841.
3. L. Esaki, R. Tsu. IBM J. Res. Dev. 14, 1970, 61.
4. Л. В. Келдыш. ФТТ, 4, 1962, 2265.
5. Р. Ф. Қазарнинов, Р. А. Сурис, ФТП5, 1971, 797.
6. L. L. Chang, L. Esaki, W. E. Howard, R. Ludeke. J. Vacuum Sci. Technol., 10, 1973, 11.
7. Г. Б. Дубровский, А. А. Вольфсон. Письма в ЖЭТФ, 17, 1973, 22.
8. Г. Д. Чигвинадзе. Деп. ВИНТИ, 1974, № 1341.
9. Г. Д. Чигвинадзе. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975, 589.



Г. А. НАДИБАИДЗЕ, Г. А. РОБИТАШВИЛИ

РОСТ ГРАДОВЫХ ЧАСТИЦ В СРЕДЕ ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ
 КРУПНЫХ КАПЕЛЬ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 11.5.1977)

Коагуляционный рост градин за счет переохлажденных крупных капель при наличии источников воды и ледяных зародышей описывается следующей системой кинетических уравнений [1]:

$$\frac{\partial n_1(v, t)}{\partial t} = -n_1(v, t) \int_0^{\infty} \sigma_{11}(v, u) n_1(u, t) du - n_1(v, t) \times$$

$$\int_0^{\infty} \sigma_{12}(v, u) n_2(u, t) du + \frac{1}{2} \int_0^v \sigma_{11}(v-u, u) n_1(v-u, t) n_1(u, t) + Mn_1(v, t), \quad (1)$$

$$\frac{\partial n_2(v, t)}{\partial t} = -n_2(v, t) \int_0^{\infty} \sigma_{21}(v, u) n_1(u, t) du +$$

$$+ \int_0^v \sigma_{12}(v-u, u) n_2(v-u, t) n_1(u, t) du + Ln_2(v, 0) \quad (2)$$

с начальными условиями: $t = 0$, $n_1(v, t) = n_1(v, 0)$, $n_2(v, t) = n_2(v, 0)$, где $n_1(v, t)$, $n_2(v, t)$ — функции распределения капель и ледяных частиц по размерам, $M = \text{const}$, $L = \text{const}$, $\sigma_{ik}(i, k = 1, 2)$ — функция вероятности соударения частиц, усредненная по их размерам. Система (1), (2) без источников была решена в [2]. Решения вышеприведенной системы, так же как и в [2], находятся применением к ним Лаплас-преобразований. При этом уравнения для концентраций будут иметь следующий вид:

$$\frac{\partial N_1(t)}{\partial t} = -\frac{1}{2} \sigma_{11} N_1^2(t) - \sigma_{12} N_1(t) N_2(t) + MN_1(t), \quad (3)$$

$$\frac{\partial N_2(t)}{\partial t} = LN_2(0). \quad (4)$$

Здесь $N_1(t)$, $N_2(t)$ — концентрации капель и ледяных частиц в момент времени t .

Когда имеются оба источника, необходимо рассмотреть два случая: $\sigma_{12} N_2(0) - M < 0$ и $\sigma_{12} N_2(0) - M > 0$.

В первом случае решение системы (1), (2) имеет вид

$$n_1(v, t) = \alpha^2 \{a(t^2 - 2bt) + 1\} \times \frac{4}{W_1(0)\sigma_{11}^2} \exp\left(-\frac{4\alpha}{W_1(0)\sigma_{11}^2} v\right),$$

где

$$\alpha = \frac{\sigma_{11}}{2} \left\{ a \left(\frac{1}{3} t^3 - bt^2 \right) + t + \frac{2}{\sigma_{11} N_1(0)} \right\}^{-1}, \quad (5)$$

$$n_2(v, t) = \frac{N_2^2(0)}{W_2(0) \bar{v}_1^2(t)} \left\{ \frac{\frac{1}{\bar{v}_1(t)} \left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{2}{v_2(0)} \right) \varphi_1(t) + \frac{1}{v_2(0)} - \varphi_3(t)}{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{v_2(0)} \right)^2} - \frac{\frac{1}{\bar{v}_1^2(t)} \varphi_1(t) - \frac{1}{v_1(t)} \varphi_2(t) + \varphi_3(t)}{\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{v_2(0)}} v \right\} \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_1(t)}\right) + \left. + \frac{\frac{1}{\bar{v}_2^2(0)} \varphi_1(t) - \frac{1}{v_2(0)} \varphi_2(t) + \varphi_3(t)}{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{v_2(0)} \right)^2} \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_2(0)}\right) \right\}, \quad (6)$$

где $\bar{v}_1(t) = \frac{W_1(t)}{N_1(t)} = \frac{\sigma_{11}}{2} W_1(0) f_3(t)$, $f_3(t) = a \left(\frac{1}{3} t^3 - bt^2 \right) + t + \frac{2}{\sigma_{11} N_1(0)}$,

$$v_1(0) = \frac{W_1(0)}{N_1(0)}, \quad v_2(0) = \frac{W_2(0)}{N_2(0)}, \quad f_2(t) = f_2(a, b, t), \quad f_1(t) = \frac{\sigma_{11}}{4} N_1(0)t + 1.$$

$$\varphi_1(t) = \left[1 + L \left(\frac{\sigma_{11} N_1(0)}{2} \right)^2 f_2(t) \right] \bar{v}_1^2(0),$$

$$\varphi_2(t) = 2\bar{v}_1(0) + \sigma_{11} f_1(t) W_1(0) L, \quad \varphi_3(t) = 1 + L(t),$$

$a = a(L, M)$ и $b = b(L, M)$ — константы интерполяции функции $\exp\left\{-\frac{1}{2} \sigma_{12} \cdot N_2(0) Lt^2 - [\sigma_{12} N_2(0) - M] t\right\}$, которая появляется при решении дифференциальных уравнений относительно изображений функций распределения $n_1(v, t)$ и $n_2(v, t)$.

Для второго случая получаем следующее выражение:

$$n_1(v, t) = \left(\frac{\sigma_{11}}{4} N_1(0)t + 1 \right)^{-2} \exp\left\{-\frac{1}{2} \sigma_{12} N_2(0) Lt^2 - [\sigma_{12} N_2(0) - M] t\right\} \times \frac{N_1^2(0)}{W_1(0)} \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_1(t)}\right), \quad (7)$$

$$n_2(v, t) = \frac{N_2^2(0)}{W_2(0)} \frac{L}{\frac{3}{4} \sigma_{11} N_1(0)} \left\{ f_1(t) \frac{\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{v_1(t)}}{\frac{1}{\bar{v}_2(0)}} + f_1^2(t) \frac{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(0)} - \frac{1}{\bar{v}_2(0)} \right)^3}{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{\bar{v}_2(0)} \right)^2} \right\} \times$$

$$\begin{aligned}
 & \times \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_2(0)}\right) + \frac{N_2^2(0)}{W_2(0)} \frac{L}{\frac{3}{4} \sigma_{11} N_1(0) f_1^2(t)} \left\{ \frac{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right)^2}{\frac{1}{\bar{v}_1(t)} \left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right)} v - \right. \\
 & \left. \frac{(f_1(t) - 1)^2 \left[-\frac{3}{\bar{v}_1(t)} \left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right) - \left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{2}{\bar{v}_1(t)}\right) \left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right) \right]}{\left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right)} \right\} \times \\
 & \times \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_1(t)}\right) + \frac{N_2^2(0)}{W_2(0) f_1(t)} \left\{ \frac{\frac{1}{\bar{v}_1(t)} \left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} + \frac{2}{\bar{v}_2(0)}\right) + \frac{2}{\bar{v}_1(0) \bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1^2(0)}}{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(0)} - \frac{1}{\bar{v}_2(0)}\right)^2} - \right. \\
 & \left. - \frac{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(t)}\right)^2}{\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{\bar{v}_2(0)}} v \right\} + \frac{N_2^2(0)}{W_2(0) f_1^2(t)} \frac{\left(\frac{1}{\bar{v}_2(0)} - \frac{1}{\bar{v}_1(0)}\right)^2}{\left(\frac{1}{\bar{v}_1(t)} - \frac{1}{\bar{v}_2(0)}\right)^2} \exp\left(-\frac{v}{\bar{v}_2(0)}\right). \quad (8)
 \end{aligned}$$

При переходе в выражениях (6), (8) к пределам $M \rightarrow 0$ $L \rightarrow 0$ получаются выражения для $n_2(v, t)$, совпадающие с полученными ранее в [2], т. е. без источников.

Взяв интеграл от функции распределения $n_2(v, t)$ в пределах от $V_{\text{он}}$ до ∞ ($V_{\text{он}}$ — объем градины „опасного“ размера), можно получить концентрацию ледяных частиц, объем которых выше $V_{\text{он}}$. Были проведены расчеты $N_2(V_{\text{он}})$, которые позволили сделать следующие выводы:

1. Существует определенная граничная начальная концентрация $N_2(0)$, ниже которой все ледяные частицы вырастают выше размера $V_{\text{он}}$, а выше $N_2(V_{\text{он}})$ уменьшаются.

2. В зависимости от соотношения скоростей поступления жидких и ледяных частиц число градин «опасных» размеров $N_2(V_{\text{он}})$ может увеличиваться или уменьшаться.

3. Учет источника капель приводит к тому, что граничное значение $N_2(0)$ увеличивается. Учет источника ледяных частиц приводит к обратному эффекту.

4. При одновременном внесении некоторого количества ледяных частиц и их равномерном внесении в том же общем количестве концентрация градин «опасных» размеров значительно меньше в первом случае.

5. Спектр ледяных частиц при росте в крупнокапельной среде становится двухмодальным.

Следует отметить, что полученные решения (5) — (8) дают правильный качественный ход процесса и могут служить тестами числен-

ных решений системы кинетических уравнений коагуляции жидких и ледяных частиц при учете зависимости функции вероятности соударения частиц от их размеров.

Закавказский научно-исследовательский
 гидрометеорологический институт

(Поступило 27.5.1977)

გეოფიზიკა

ბ. ნადიბაიძე, გ. რობიტაშვილი

სტუმრის ნაწილაკების ზრდა მსხვილი გადაცივებული წვეთების
 გარემოში

რეზიუმე

მიღებულია ზუსტი ანალიზური ამოხსნა კინეტიკის ინტეგრალურ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისა, რომელიც აღწერს ყინულის ნაწილაკების კოაგულაციურ ზრდას გადაცივებული მსხვილი წვეთების გარემოში, წვეთებისა და ყინულის ნაწილაკების წყაროს გათვალისწინებით.

GEOPHYSICS

G. A. NADIBAIDZE, G. A. ROBITASHVILI

THE GROWTH OF HAILSTONES IN A LARGE SUPERCOOLED
 DROP MEDIUM

Summary

Exact analytic solutions of a system of kinetic integro-differential equations have been obtained, describing the coalescence growth of ice particles in a large supercooled drop medium with account of the sources of drops and ice particles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Енукашвили. Труды ИГ АН ГССР, т. 25, № 1, 1967.
2. И. А. Бегалишвили, Г. А. Надибаидзе. Сообщения АН ГССР, 80, № 2, 1975.

А. Д. СЕМЕНОВ, А. Г. СТРАДОМСКАЯ, Р. Г. МЕЛАДЗЕ
Г. Д. СУПАТАШВИЛИ

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОВ В ПРЕСНЫХ ВОДАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. М. Гвердцители 28.5.1977)

Определение содержания, изучение состава и выявление закономерностей распределения углеводов, одной из важнейших групп органических веществ природных вод, представляет большой интерес. Решение этих задач затруднено отсутствием надежного, простого метода определения микроколичеств углеводов в природных водах. Аналитическая сложность задачи состоит в разнообразии объектов исследования.

Для определения суммарного содержания углеводов в природных водах применяется метод, который основан на реакции восстановления двухвалентной меди [1]. Метод чувствителен, но его применение ограничено ввиду сложности и трудоемкости [2]. В практике гидрохимического анализа в целях определения углеводов нашли применение некоторые органические реагенты: N-этилкарбазол [3], фенол [4, 5], антрон [6, 7], пара-аминогиппуровая кислота [2]. Применение последней ограничено ввиду ее дефицитности. Кроме того, при определении углеводов, как и в случае применения щелочного раствора меди, предварительно необходима деминерализация проб [1, 2].

Результаты предложенных методов определения углеводов противоречивы. Это затрудняет выбор надежного метода и обуславливает необходимость их дальнейшего изучения, усовершенствования, а в некоторых случаях приспособления к пресным водам. Решение этих задач является целью данной работы.

Общий недостаток большинства фотометрических методов определения углеводов в природных объектах, в том числе в водах, обусловлен тем, что молярные коэффициенты поглощения продуктов взаимодействия сахаров с органическими реагентами отличаются друг от друга. Это является причиной погрешностей [2, 5]. Поэтому при оценке методов, кроме общепринятых критериев, необходимо учитывать разброс этих величин.

Метод, основанный на применении хлорида трифенилтетразолия, был проверен ранее и оказался малопригодным для определения углеводов в водах [2]. Нами был проверен N-этилкарбазольный метод [3]. Метод трудоемкий, реактив неустойчив. Попытки упрощения или усовершенствования метода не дали положительных результатов.

Простотой, доступностью и устойчивостью реактива отличается фенолсернистый метод определения углеводов в природных водах [4, 5]: к 5,0 мл отфильтрованной через мембранный фильтр воды добавляют 5,0 мл 5% водного раствора фенола и 25 мл 2,5% раствора SnCl_2 в концентрированной серной кислоте; после охлаждения измеряют оптическую плотность растворов на спектрофотометре (490 нм).

Фенолсернистый метод имеет и недостатки. Максимальное поглощение продуктов взаимодействия реагента с углеводами приходится

ся на волны различной длины. Так, $\lambda_{\text{макс}}$ в случае определения арабинозы, лактозы, галактозы и рибозы равна 480 нм, для других же углеводов (сахароза, глюкоза, ксилоза и др.) — 490 нм. Заметно различаются также оптические плотности продуктов реакции различных углеводов (табл. 1). По этим причинам углы наклонов калибровоч-

Таблица 1

Оптические плотности продуктов взаимодействия антраона и фенолсерникового реагента с углеводами

Сахара	Антраон		Фенолсерникового	
	10 мкг	30 мкг	10 мкг	30 мкг
Арабиноза	0,070	0,215	—	—
Ксилоза	0,095	0,240	0,189	0,550
Рибоза	0,095	0,240	0,175	0,535
Глюкоза	0,110	0,310	0,125	0,495
Галактоза	0,100	0,260	0,125	0,495
Рамноза	0,120	0,355	0,115	0,360
Фруктоза	0,125	0,375	—	—
Лактоза	0,105	0,280	0,120	0,375
Мальтоза	0,105	0,280	0,120	0,405
Сахароза	0,115	0,335	0,115	0,350
Трегалоза	0,100	0,260	0,145	0,425
Фиколь	0,110	0,310	0,070	0,275
Раффиноза	0,110	0,310	—	—

ных графиков, построенных для различных углеводов, отличаются друг от друга, что, естественно, понижает точность определения. Источником ошибки являются также некоторые органические соединения, присутствующие в воде (фульво- и гуминовые кислоты), которые поглощают световую энергию в области 480—490 нм. Их влияние устраняется проведением контрольных измерений и введением соответствующих поправок [5], что усложняет методику.

Для определения углеводов в морских водах применяется антраон [6, 7]. Реагент дефицитен, однако его можно синтезировать из антрахинона [8].

В целях применения указанного метода к пресным водам нами изучено влияние различных факторов на оптическую плотность продуктов взаимодействия антраона с углеводами. Реагент готовился по описанной методике [7]. Варьируя объем воды и реагента установлено, что их оптимальное соотношение равно 1:2. В течение 20—30 минут после добавления реагента оптическая плотность раствора повышается, а после 60 минут понижается. Поэтому измерения должны вестись в интервале 30—60 минут после добавления реагента.

Антраон сравнительно малочувствителен к пентозам (табл. 1), особенно при нагревании реакционной смеси на водяной бане (табл. 2), рекомендованной в литературе [6]. При нагревании реакционной смеси в течение 20 минут, в случае определения рамнозы и арабинозы, оптические плотности уменьшаются соответственно на 13 и 60% (табл. 2). Нестойкость окрашенных продуктов рамнозы и фруктозы с антраоном при нагревании наблюдали также Уем и Виллис [9]. Поэтому мы предпочли проводить определение углеводов при комнатной температуре. При понижении температуры реакционной смеси метод упрощается, а разброс величин оптических плотностей продуктов реакции углеводов с антраоном уменьшается.

При сравнении результатов определения оптических плотностей продуктов реакции углеводов с антроном и фенолсерниокислым реагентом очевидно, что в первом случае разброс величин меньше (табл. 1). Среднее квадратическое отклонение оптических плотностей при определении 30 мкг углеводов антроном равно 0,046, а фенолсерниокислотой — 0,085. Преимущество антронового метода заключается и в том, что $\lambda_{\text{макс}}$ находится в области спектра (627 нм), где другие органические вещества, присутствующие в воде, мало поглощают.

Таблица 2

Зависимость оптической плотности продуктов взаимодействия антрона с углеводами от продолжительности нагревания

Углеводы	Без нагревания	Продолжительность нагревания, мин				
		5	10	15	20	30
Глюкоза	0,310	0,315	0,310	0,320	0,310	0,315
Фруктоза	0,375	0,370	0,370	0,375	0,370	0,380
Рамноза	0,355	0,255	0,205	0,210	0,203	0,205
Арабиноза	0,115	0,115	0,115	0,095	0,095	0,095

При определении углеводов антроном (так же как и фенолсерниокислотой) отпадает необходимость предварительного гидролиза полисахаридов, так как он протекает в процессе анализа.

Для определения углеводов в пресных водах антроном выработана следующая пропись: 7,5 мл отфильтрованной через мембранный фильтр (средний диаметр пор 0,4 мк) воды помещают в коническую колбу на 50 мл. Осторожно, так чтобы образовалось два слоя, добавляют 15 мл реагента (1 г/л антрона в концентрированной H_2SO_4), перемешивают и помещают в водяную баню с комнатной температурой. После 30 минут в кюветах с расстоянием между ребрами 5 см измеряют оптическую плотность на спектрофотометре (627 нм). Содержание углеводов отсчитывают на калибровочном графике, который строят на данных, полученных путем обработки стандартных растворов глюкозы.

Чувствительность метода 1,2 мкг/л. Если содержание углеводов меньше этой величины, то необходимо предварительное концентрирование, которое проводилось с помощью ротор-испарителя.

По рекомендованной прописи было изучено содержание углеводов в некоторых водоемах Грузии.

Гидрохимический институт
г. Новочеркасск

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 28.5.1977)

საზღვრობა

ა. სვიმონოვი, ა. სტრადომსკაია, რ. მელაძე, ზ. სუაბაშვილი

მტკნარ წყლებში ნახშირწყლების განსაზღვრის მეთოდისათვის
რეზიუმე

შერჩევისა და დაზუსტების მიზნით შემოწმებულია ბუნებრივ წყლებში ნახშირწყლების განსაზღვრის რამდენიმე მეთოდი. დაზუსტებული და გაუმჯობესებულია მტკნარ წყლებში ნახშირწყლების ანტრონით განსაზღვრის მეთოდი.

A. D. SEMYONOV, A. G. STRADOMSKAYA, R. G. MELADZE,
G. D. SUPATASHVILI

TOWARDS THE METHOD OF CARBOHYDRATE DETERMINATION
IN FRESH WATERS

Summary

A comparative assessment of the photometric techniques of determining the microquantities of carbohydrates in fresh waters has shown phenolsulphate and anthrone to be the best reagents. With a view to improving the technique the effect of various factors on the determination of carbohydrates by anthrone has been studied. The course of analysis of carbohydrate determination in fresh waters has been worked out on the basis of the information obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Семенов, И. Н. Ивлева, В. Г. Дацко, Гидрохим. матер., т. 34, 1961.
2. И. Н. Ивлева, А. Д. Семенов, В. Г. Дацко, Гидрохим. матер. т. 38, 1964.
3. Z. P. Zein-Eldin, B. Z. May. Anal. Chem. 30, 12, 1958.
4. N. Handa. Oceanog. Society of Japan. 22, 3, 1966.
5. Э. С. Бикбулатов, Б. А. Скопинцев, Гидрохим. матер., т. 50, 1974.
6. N. I. Antia, G. Y. Lee. Fish Res. Bd. Can-MS Rept 168, 1963.
7. G. Lewis, N. Rakestraw. Marine Res. 14, 1955.
8. Сб. «Синтезы органических препаратов», I. М., 1949.
9. E. W. Yemm, A. G. Willis. Biochem. J. 57, 14, 1954.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. Г. ГОДЕРДЗИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА
ГЕТЕРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ НЕФТИ И
НЕФТЕПРОДУКТОВ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 23.6.1977)

В ранее опубликованных работах сообщалось, что при облучении нефтей и нефтяных фракций ультрафиолетовыми лучами в среде воздуха или кислорода образуется твердый продукт фотолиза, в котором концентрируются все микроэлементы, содержащиеся в облучаемом объекте [1, 2].

Известно, что содержание микроэлементов в нефти тесно связано с содержанием серы и асфальтенов; например, с увеличением содержания серы повышается концентрация металлов. На основе наблюдаемой зависимости в содержаниях ванадия, никеля, их порфириновых комплексов, серы и азота нефти предполагают, что элементы семейства железа, медь, свинец, молибден находятся в нефти в виде производных сера- и азотсодержащих органических соединений. Поэтому большой интерес представляет изучение микроэлементов с сераорганическими соединениями нефти [3—5].

Целью настоящего сообщения является изучение влияния ультрафиолетового облучения на сернистые соединения нефти и нефтяных фракций.

Объектами исследования служили высокосернистые нефти — арланская, куакбашская и фракция 180—300, 300—370°C куакбашской нефти. Исследуемые образцы облучались в течение 30 часов по разработанной нами ранее методике [1] в открытых чашках Петри суммарным светом лампы СВД-120. После заданного времени облучения сосуд с исследуемым продуктом взвешивался для установления потери во время облучения за счет испарения легких компонентов. Облученный продукт обрабатывался петролевым эфиром, осажденный продукт фотолиза отделялся от жидкости декантацией, промывался тем же растворителем и сушился при комнатной температуре.

Элементному анализу подвергались исходные нефти и фракции, продукты фотолиза и остатки после облучения и удаления продуктов окисления. Результаты анализа приведены в таблице.

Ввиду того что при облучении нефтей и нефтяных фракций ультрафиолетовыми лучами лампы СВД-120 температура повышается до 40—45°C, происходит частичное испарение низкокипящих компонентов облучаемого образца, за счет чего потеря серы во время облучения составляет 0,4—9%.

Как видно по результатам элементного анализа, в нефтях после облучения и удаления продуктов фотолиза остается 69—70% серы, а во фракциях — 97—98%. В соответствующие продукты фотолиза переходит 21—27 и 1,8% серы.

Это положение дает основание предположить, что указанная часть серы в нефти и нефтепродуктах находится в виде металлсодержащих сернистых соединений, которые под действием ультрафиолетового облучения и кислорода воздуха окисляются и переходят в продукты фотоллиза. Основная же часть серы в исследуемых продуктах, видимо, находится в виде органических соединений, которые стойки к фотохимическому окислительному превращению, или же при облучении образуются растворимые в углеводородной среде окисленные сернистые соединения, которые остаются в жидкой фазе.

Результаты исследования образцов до и после облучения

Исследуемые образцы	Кол-во исходного продукта, г	Элементный анализ, вес. %				Содержание серы, г	Содержание серы в исходном продукте, вес. %
		C	H	S	Зола		
Арланская нефть	1,5538	84,47	11,10	3,20	—	0,0497	100
Арланская нефть после облучения	0,9748	83,53	10,00	3,50	—	0,0346	69,61
Продукт фотоллиза нефти	0,1867	75,40	8,38	5,66	0,40	0,044	21,52
Потери облучения	0,3923						8,87
Куакбашская нефть	1,5213	84,20	11,30	3,48	—	0,0529	100
Куакбашская нефть после облучения	0,8882	81,30	11,00	3,85	—	0,0365	69,00
Продукт фотоллиза нефти	0,2203	75,35	8,26	6,44	0,52	0,0142	26,84
Потери облучения	0,4128						4,16
Фракция 180—300°C	44,50	82,66	13,96	1,70	—	0,756	100
Фракция 180—300°C после облучения	39,38	83,73	11,69	1,90	—	0,740	97,88
Продукт фотоллиза фракции	0,16	60,88	8,09	7,87	0,65	0,013	1,72
Потери облучения	4,95						0,40
Фракция 300—370°C	14,00	82,76	12,63	4,03	—	0,56	100
Фракция 300—370°C после облучения	13,94	82,98	9,08	3,92	—	0,55	98,20
Продукт фотоллиза фракции	0,057	60,88	7,49	9,34	0,96	0,01	1,80

На основании исследования можно утверждать, что при ультрафиолетовом облучении нефти и нефтяных фракций вместе с микроэлементами в продукты фотоллиза переходит некоторая часть серы, которая связана с металлсодержащими соединениями. Изучением высокосернистых нефтей и нефтяных фракций еще раз подтверждается, что при ультрафиолетовом облучении в присутствии кислорода воздуха все виды металлсодержащих гетероорганических соединений полностью подвергаются фотохимическому окислению и переходят в такие соединения, которые сжигаются без улетучивания и произвольных потерь.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 24.6.1977)

კ. გოდერძიშვილი

ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედება ნავთობის და
 ნავთობპროდუქტების ჰეტეროორგანულ ნაერთებზე

რეზიუმე

მალღოვანი ნავთობების და ფრაქციების ულტრაიისფერი სხივებით გაშუქებისას ჟანგბადის არეში მეტალორგანული ნაერთების ფოტოქიმიური ჟანგვის შედეგად წარმოიქმნება ფოტოლიზის პროდუქტი. ამ პროდუქტის შესწავლით დადგენილია, რომ მიკროელემენტებთან ერთად მასში გადადის გოგირდის მცირე ნაწილი, რომელიც დაკავშირებული უნდა იყოს ნავთობის მეტალორგანულ ნაერთებთან. ნავთობში არსებული გოგირდის ძირითადი ნაწილი კი რჩება გამოსავალ პროდუქტში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

K. G. GODERDZISHVILI

INFLUENCE OF ULTRA-VIOLET IRRADIATION ON THE HETEROATOMIC COMPOUNDS OF PETROLEUM AND PETROLEUM PRODUCTS

Summary

During irradiation of petroleum and petroleum products in the presence of oxygen, all the metal-containing compounds undergo photochemical oxidative transformation and are completely transformed into photolyses. A study of the influence of ultraviolet irradiation of high sulfuric petroleum and petroleum fractions has established that, together with microelements, only an insignificant part of sulfur is transformed to photolyte, namely, the part which is linked with metal-containing compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзишвили. К изучению микроэлементов нефтей Грузии. Тбилиси, 1976, 33.
2. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзишвили. Сб. избранных докладов по материалам Всесоюзной научно-технической конференции. Грозный, 1976, 91.
3. П. Я. Деменкова. Труды ВНИГРИ, вып. 82, 1955, 182.
4. Л. А. Гуляева, Е. С. Иткина, И. М. Ромм. ДАН СССР, 32, № 6. 1941, 406.
5. И. У. Нуманов, И. М. Насыров. Гетероатомные компоненты нефтей Таджикской депрессии. Душанбе, 1973, 108.



УДК 541.49+541.6

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. И. ПИРЦХАЛАВА, Р. И. МАЧХОШВИЛИ, М. С. КВЕРНАДЗЕ

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДИТИОНАТОВ МЕТАЛЛОВ
С ОКСИБЕНЗОИЛГИДРАЗИНОМ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 15.6.1977)

Сведения о комплексных соединениях дитионатов металлов с гидразидами кислот в литературе отсутствуют. Мы попытались синтезировать комплексные соединения дитионатов кобальта (II), никеля (II), цинка и меди (II) с мета- и пара-оксисбензоилгидразином. В результате удалось получить соединения, состав которых соответствует формулам: $[\text{CoL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $[\text{NiL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $[\text{ZnL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $[\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$; $[\text{CuL}'_2\text{S}_2\text{O}_6]$, где $L = \text{мета} = \text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$; $L' = \text{пара} = \text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$.

В данной работе кратко описаны синтез, некоторые свойства и результаты изучения ИК-спектров поглощения указанных соединений.

Оксисбензоилгидразиновые комплексы дитионатов кобальта, никеля, цинка, меди мы получали следующим образом: смешивали водные растворы эквимолярных количеств дитионата бария и сульфата соответствующего металла. Осадок сульфата бария отделяли от раствора дитионата взятого металла, раствор еще раз фильтровали, проверяли на отрицательную реакцию содержания ионов Ba^{2+} , SO_4^{2-} и к этому раствору прибавляли водный раствор оксисбензоилгидразина (мольное отношение 1:3). Раствор нагревали на водяной бане в течение 15—20 минут, а затем оставляли на кристаллизацию. Через двое суток образовавшийся мелкокристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой, этанолом и сушили в эксикаторе над P_2O_5 .

Результаты химических анализов и некоторые свойства полученных соединений даны в табл. 1.

Полученные соединения являются мелкокристаллическими веществами различного цвета, зависящего от природы металла-комплексобразователя. Комплексы хорошо растворяются в диметилформамиде и диметилсульфоксиде, хуже — в воде и этаноле и нерастворимы в других обычных органических растворителях.

ИК-спектры поглощения ($400-4000 \text{ см}^{-1}$) записывали на спектрофотометре UR-20 с использованием методики растирания с вазелиновым и фторированным маслами.

Волновые числа максимумов полос поглощения даны ниже (см^{-1} , п-перегиб на полосе поглощения):

$[\text{CoL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 480, 525, 540, ~ 590, 690, 740, 810, 850, 870, 890, 920, 960, 995, 1055, 1090, 1120, 1220, ~ 1240, 1320, 1335, 1450, 1490, 1545, 1580, 1615, 1655, 2910, 3080, ~3190, ~3290, ~3420.

Таблица 1

Результаты химических анализов и некоторые свойства оксибензолгидразиновых комплексов дитионатов металлов

Соединение	Найдено, %						Вычислено, %						Т. пл., °C	Цвет
	M	H	C	N	S	M	H	C	N	S				
[CoL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	8,60	3,78	34,94	11,62	8,82	8,28	3,93	35,43	11,81	9,01			200	Темно-розовый
[NiL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	8,44	3,71	34,84	11,60	8,89	8,25	3,93	35,45	11,81	9,02			222	Синий
[ZnL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	8,17	4,50	36,28	11,40	8,90	9,11	3,90	35,12	11,70	8,93			146	Бежевый
[CuL ₂ S ₂ O ₆ ·H ₂ O	8,94	4,50	34,84	11,20	8,76	11,64	3,29	30,78	10,26	11,75			230	Темно-синий
CuL'S ₂ O ₆	8,97	4,60	34,57	11,35	8,88	12,04	3,03	31,84	10,61	12,15			247	Голубой
	11,24	3,00	30,34	10,10	11,15									
	11,40	3,40	31,40	10,00	11,30									
	11,50	2,90	31,45	10,30	12,00									
	11,94	3,00	31,60	10,10	11,94									

Таблица 2

Колесательные частоты (см⁻¹), найденные в ИК-спектрах поглощения оксибензолгидразиновых комплексов дитионатов металлов, и их отнесение^(†)

Отнесение	[CoL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	[NiL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	[ZnL ₃]S ₂ O ₆ ·2H ₂ O	CuL ₂ S ₂ O ₆ ·H ₂ O	CuL'S ₂ O ₆
ν(OH)	~3420	~3415	~3420	3490	~
ν(NH), ν(NH ₂)	3080, ~3190, ~3250	~3080, ~3190, ~3250	~3080, ~3190, ~3250	3090, 3215, ~3270	~
ν(CO), ν(CC), ν(HNH), ν(HNC)	1655	1654	~1655	1650	1640
ν(NH ₂), ν(NH)	1615	~1612	1620	1605	1620
ν(CN), ν(CC), ν(CCO), ν(NCO)	1545	1550 п	1545	?	1540
ν(NH ₂), ν(HNC)	1320	1320 п	1320	?	?
ν(SO)	~1240	1240	1240	1165, 1210, 1260	1184, 1205, 1230
ν(SO)	995	995	995	980	1000
ν(NH ₂)	690	690	690	685	~705
ν(SO ₃)	~590, 525	~592, 527	~590, 525	580, 515	~
ν(MN), ν(MO), ν(CCO), ν(CCN)	540	540	540	540 п	570
ν(MO), ν(MN), ν(CCO), ν(HNH)	480	485	480	465	530
					460

^(†) Дано отнесение колебательных частот, относящихся к металлоциклам и группам S₂O₆²⁻; полосы поглощения ν(NH), ν(NH₂) перекрываются полосой поглощения S₂O₆²⁻; M=Co, Ni, Zn или Cu. Отнесение колебательных частот радикала HOC₆H₄ не проводилось.

$[\text{NiL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 425, 485, 527, 540, ~592, 690, 740, 755 п, 810, 850, 885, 920, 965, 995, 1055, 1090, 1125, 1240, 1320, 1335, 1360, 1455, 1490, 1550 п, 1580, ~1612, 1654, 2920~3080, ~3190, ~3280, ~3415.

$[\text{ZnL}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 480, 525, 540, ~590, 690, 740, 760, 810, 850, 865, 890, 920, 960, 995, 1060, 1090, 1120, 1220, 1240, 1320, 1335, 1360, 1455, 1490, 1545, 1585, 1620, ~1655, ~3080, ~3190, ~3290, 3420.

$\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 465, 515, 540 п, 580, 645, 685, 755, 810, 855, 895, 905, 990, 1060, 1130, 1165, 1210, 1225, 1260, 1320, 1492, 1575, 1605, 1650, 2900, 2960, 3050 п, 3100, 3170, 3200, 3240, 3300, 3490.

$\text{CuL}'_2\text{S}_2\text{O}_6$: 405, 460, 515, 530, 570, 640, 655, 705, 768, 850, 920, 960, 1000, 1055, 1150, 1184, 1205, 1230, 1275, 1285, 1345, 1520, 1540, 1575, 1620, 1640, 3050, 3090, 3215, ~3270, 3305.

При реакциях дитионатов кобальта, никеля, цинка и меди с мета- и пара-оксибензоилгидразином получены комплексы $[\text{ML}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, где $\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$; $\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuL}'_2\text{S}_2\text{O}_6$, где $\text{L} = \text{мета} = \text{HOOC}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$, $\text{L}' = \text{пара} = \text{HOOC}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$.

Несмотря на многократные попытки, нам не удалось синтезировать комплексы марганца с мета-оксибензоилгидразином марганца, кобальта, никеля, цинка с пара-оксибензоилгидразином.

В табл. 2 дано отнесение некоторых колебательных частот, относящихся к металлоциклам и $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ -группам. Это отнесение сделано исходя из тех же принципов, что и в работах [1—3], в которых исследованы комплексные соединения галогенидов, сульфатов и тиоцианатов тех же металлов с окси- и метоксибензоилгидразином.

Из табл. 2 следует, что в изученных комплексах молекулы оксибензоилгидразина играют роль бидентатных лигандов, связанных с атомами металлов-комплексобразователей, как правило, через атомы азота аминогруппы и кислорода карбонильной группы.

ИК-спектры поглощения комплексов $[\text{ML}_3] \cdot \text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, где $\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}$ или Zn , показывают, что они идентичны. Это указывает на их аналогичное строение. Спектры же соединений меди сильно отличаются от спектров оксибензоилгидразиновых комплексов $\text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$. Действительно, в спектрах $[\text{ML}_3]\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ около $+1240 \text{ см}^{-1}$ присутствуют широкие интенсивные полосы поглощения, относящиеся к $\nu(\text{SO})$. Если бы группы $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ находились в непосредственном контакте с атомами металлов-комплексобразователей, то полосы $\nu(\text{SO})$ (Eu) исходного дитионат-иона были бы существенно расщеплены, что, однако, не обнаружено. Исходя из спектральных данных и учитывая состав соединений, можно заключить, что группы $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ являются внешнесферными дитионат-ионами.

В спектрах комплексов меди $\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuL}'_2\text{S}_2\text{O}_6$ полосы поглощения $\nu(\text{SO})$ (Eu) сильно расщеплены на три компонента. Такое расщепление указанной полосы ожидается при непосредственной связи $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ -групп с атомами металлов. Судить о дентатности дитионатогрупп, исходя лишь из имеющихся данных затруднительно. Можно лишь предположить, что если $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ -группы связаны с атомами меди через два атома кислорода, то соединения $\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ имеют, по-видимому, откаэдрическое строение. Если же учитывать стереохимические особенности комплексов меди (II), можно полагать, что в комплексах $\text{CuL}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuL}'_2\text{S}_2\text{O}_6$



осуществляется квадратная конфигурация. Расщепление полос дитионатогруппы в ИК-спектрах комплексов меди можно объяснить тем, что атомы кислорода дитионат-ионов контактируют с атомами меди, достраивая за счет более слабых аксиальных взаимодействий координационный полиэдр меди (II) до тетрагональной бипирамиды.

Группы ОН фенолов не принимают непосредственное участие в комплексообразовании.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.6.1977)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. ფირცხალავა, რ. მაჩხოშვილი, მ. კვერნაძე

მეტალბის დითიონატების კომპლექსური ნაერთები
ოქსიბენზოილჰიდრაზინთან

რეზიუმე

დამუშავებულია $MnS_2O_6 \cdot mH_2O$ [$M = Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II)$; $L =$ მეტა- და პარა- $HCC_6H_4CONHNH_2$; $n = 2, 3$; $m = 0, 1, 2$] კომპლექსნაერთების მიღების მეთოდები ოქსიბენზოილჰიდრაზინთან. აღნიშნულ ნაერთებში მეტა- და პარა-ოქსიბენზოილის მოლეკულა ბიდენტატური ლიგანდის როლს ასრულებს, რომელიც დაკავშირებულია მეტალ-კომპლექს-წარმოქმნელთან ამინოჯგუფის აზოტის და კარბონილის ჯგუფის ქანგბადის საშუალებით.

მიღებული კომპლექსნაერთების შედგენილობა, ინდივიდუალობა და კომპლექსის წარმოქმნის ლოკალიზაციის ადგილი დადგენილია ინფრაწითელი, რენტგენოფაზური და ელემენტური ანალიზით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. I. PIRTSKHALAVA, R. I. MACHKHOSHVILI, M. S. KVERNADZE

COORDINATION COMPOUNDS OF METAL DITHIONATES WITH
OXYBENZOYLHYDRAZINE

Summary

Complexes $MnS_2O_6 \cdot mH_2O$ ($M=Co, Ni, Cu, Zn, L=HCC_6H_4CONHNH_2$; $n=2,3, m=0,1,2$) have been prepared by reactions of $Co(II), Cu(II), Ni(II), Zn(II)$ dithionates with oxybenzoylhydrazine from water solutions. The IR spectra of the complexes obtained have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Я. Харитонов, Р. И. Мацхошвили, Н. Б. Генералова. ЖНХ, 19, 1974, 1856.
2. Ю. Я. Харитонов, Р. И. Мацхошвили, Н. Б. Генералова. ЖНХ, 19, 1974, 2129.
3. Ю. Я. Харитонов, Р. И. Мацхошвили, Н. Б. Генералова, Ф. Н. Щелков. ЖНХ, 20, 1975, 965.



Е. М. БЕНАШВИЛИ, М. Л. АРЕШИДЗЕ

ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ КРЕКИНГА С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПРИРОДНОЙ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ МАТРИЦЕ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 7.6.1977)

Разработка вопросов промышленного катализа на синтетических цеолитах и приготовление на их основе полифункциональных катализаторов с заданными свойствами неразрывно связаны с исследованиями каталитической активности цеолитов различного состава и структуры в реакциях превращения углеводородов.

Наиболее крупным достижением в области производства катализаторов крекинга за последние десятилетия являются разработка и внедрение цеолитсодержащих катализаторов, обладающих резко повышенными каталитической активностью и стабильностью, по сравнению с аморфным алюмосиликатом.

Известно, что наибольшей термической стабильностью обладают цеолиты, содержащие в качестве компенсирующих катионов редкоземельные элементы (РЗЭ). Первый цеолитсодержащий катализатор крекинга «Дюрабед 5» был применен на промышленной установке фирмы «Esso-mobil» в 1962 г. [1]. Считается, что в настоящее время более 90% всех мощностей каталитического крекинга в США работают на цеолитсодержащих катализаторах, которые содержат обычно менее 1 вес.% Na_2O и 8—30% окислов РЗЭ. Для удешевления катализаторов обычно используется смесь РЗЭ цериевой группы, а именно церий, лантан, празеодим и неодим [2].

В ГрозНИИ в содружестве с многими научно-исследовательскими и проектными организациями разработаны цеолитсодержащие катализаторы АШНЦ-1, в которые введены цеолит типа X и Цеокар-1, Цеокар-2, содержащие синтетические цеолиты типа X и Y с РЗЭ [3]. Сравнительные данные, приведенные в работе [3], показывают, что выход бензина и. к. — 200° при крекинге эталонной керосино-газойлевой фракции на Цеокаре-1 и Цеокаре-2 повышается, по сравнению с аморфным алюмосиликатом, в 1,5 и 1,6 раза.

Так как имеющиеся в литературе работы в основном касаются применения в качестве активной фазы цеолитов с катионами цериевой группы и их смесей, нам представлялось интересным исследовать каталитические свойства в реакциях крекинга отдельных представителей РЗЭ иттриевой и цериевой групп, которые отличаются строением электронных оболочек и некоторыми физико-химическими свойствами.

Нами приготовлены и исследованы цеолитсодержащие катализаторы крекинга на основе цериевой и гольмиевой форм цеолита типа Y, которые вносились в матрицу модифицированного кислотой гумбина.

Готовые катализаторы содержали 20% активной фазы в виде CeNaY и HoNaY . Цериевые и гольмиевые формы были приготовлены

из порошкообразного синтетического цеолита NaY (П-93), полученного из ГОЗ ВНИИ НП, ионообменным методом трехкратной обработкой 0,3N растворами хлоридов церия и гольмия при комнатной температуре в течение получаса. Модифицирование гумбина производилось 10% серной кислотой при кипячении на водяной бане в течение 5 часов.

Химический и молекулярный состав исходного цеолита NaY (П-93) и его редкоземельных форм следующий: NaY — SiO₂ — 47,4%; Al₂O₃ — 18,5%; Na₂O — 11,4%; H₂O — 22,5%. Молекулярная формула — 1,02Na₂O · Al₂O₃ · 4,4SiO₂ · 6,9H₂O. Соотношение SiO₂/Al₂O₃ — 4,4. CeNaY — содержание Ce₂O₃ — 13,9% и остаточного Na₂O — 3,5%. HoNaY — содержание Ho₂O₃ — 14,0% и остаточного Na₂O — 4,5%. Соответственно степень обмена натрия на церий — 69,0%, а на гольмий — 60,4%.

В готовом CeNaY-содержащем катализаторе содержание Ce₂O₃ — 2,78%, а остаточного Na₂O — 0,7%.

В готовом HoNaY-содержащем катализаторе содержание Ho₂O₃ — 2,80%, а остаточного Na₂O — 0,9%.

Рентгеноструктурный анализ синтетических цеолитов CeNaY и HoNaY показал почти полную сохранность кристаллической структуры цеолита.

Результаты химического анализа природного и активированного гумбина в вес.% приводим ниже.

Образцы	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	п.п.п.
Природный гумбин	64,2	15,7	2,3	0,3	3,2	3,5	0,9	0,8	0,4	7,9
Активированный гумбин	73,9	14,3	1,2	0,2	1,3	1,6	0,5	0,4	0,4	6,5

В результате обработки серной кислотой произошли частичное декатионирование, более значительное по основным катионам кальция и магния, и dealюминирование природного гумбина. При этом молярное соотношение SiO₂/Al₂O₃ повысилось от 7,0 до 8,8.

Свойства эталонной керосино-газойлевой фракции следующие: d₄²⁰ — 0,8728; n_D²⁰ — 1,4834.

Фракционный состав:

п.к.	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	94%
240	259	270	279	288	295	303	312	323	342	348

Крекинг керосино-газойлевой фракции проводился в установке проточного типа в условиях 450—475°, объемных скоростей 0,7 и 1,4 час⁻¹ при соотношении фракция:катализатор, равном 0,35.

Результаты крекинга представлены в таблице. Из приведенных в таблице данных видно, что при почти равном содержании окислов P₂O₅ в сравнимых степенях обмена и количества остаточного натрия гольмийсодержащий цеолитный катализатор, по сравнению с церийсодержащим, проявляет значительно высокую каталитическую активность в

процессе крекинга керосино-газойлевой фракции. Общая степень превращения сырья изменяется в пределах 84,1—89,3%, тогда как на церийсодержащем катализаторе она составляет 62,2—66,6%.

Выход бензина (н. к.—200°) на исходное сырье в случае гольмийсодержащего катализатора составляет 43,1—57,9%, а селективность по бензину равна 48,3—68,8%, тогда как на церийсодержащем катализаторе выход бензина составляет 30,9—36,2% и селективность — 46,4—58,2%. Соответственно значительно ниже селективность по газобразованию на гольмийсодержащем катализаторе (22,6—26,9%), по сравнению с церийсодержащим (32,8—40,7%) и промышленным алюмосиликатом (30,7%).

Результаты крекинга керосино-газойлевой фракции на CeNaY- и HoNaY-содержащих катализаторах

Катализаторы	Температура, °С	Объемная скорость, час ⁻¹	Степень превращения, вес. %	Выход продуктов реакции, вес. %			Выход фракций п.к.—200° на исходное сырье, вес. %	Селективность, вес. %	
				Жидкий катализат	Газ	Конс		Бензин н.к.—200°	Газ
HoNaY	450	1,4	92,4	47,6	41,3	9,2	41,9	45,4	44,7
HoNaY/активированный гумбрин	450	0,7	86,4	69,2	21,6	7,4	52,4	60,7	25,0
"	450	1,4	84,1	72,4	19,0	7,2	57,9	68,8	22,6
"	475	0,7	89,2	66,6	24,0	8,2	43,1	48,3	26,9
"	475	1,4	86,8	68,3	21,9	8,0	47,6	54,9	25,2
CeNaY	450	1,4	89,3	49,5	39,4	10,0	39,9	44,7	44,1
CeNaY/активированный гумбрин	450	0,7	64,4	67,7	23,9	6,8	33,7	52,3	37,1
"	450	1,4	62,2	73,8	20,4	5,6	36,2	58,2	32,8
"	475	0,7	66,6	62,7	27,1	8,6	30,9	46,4	40,7
"	475	1,4	64,6	68,6	23,1	7,7	33,8	52,3	35,8
NaY	450	1,4	45,6	80,6	6,9	8,6	11,2	24,6	15,1
Промышленный алюмосиликат	450	0,7	60,5	76,6	18,6	3,2	29,2	48,2	30,7
Активированный гумбрин	475	0,7	40,3	76,4	20,7	1,1	10,1	25,1	51,4

Максимальный выход бензина на цеолитсодержащих катализаторах получен при 450° и объемной скорости 1,4 час⁻¹ в количестве 57,9% на гольмийсодержащем и 36,2% на церийсодержащем катализаторе. На первом, как видно из таблицы, во всех случаях образуется в 1,4—1,6 раза больше бензина, чем на церийсодержащем катализаторе, и почти в 2 раза больше, по сравнению с промышленным алюмосиликатом.

Опыты, поставленные с применением чистых цеолитов, без активированного гумбрина в качестве подкладки, показали, что на CeNaY и HoNaY происходит глубокий крекинг керосино-газойлевой фракции с высоким газообразованием (39,4—41,3%). Цеолит NaY не активен в реакции крекинга (индекс активности — 11,2% бензина), так же как и активированный гумбрин, который способствует в основном газообразованию (20,7%).

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 9.6.1977)

ბ. ბენაშვილი, მ. არეშიძე

იზვიათმიწა ელემენტების ცეოლითუმეცველი კრეკინგის
კატალიზატორები ბუნებრივ ალუმინსილიკატურ სარჩულზე

რეზიუმე

შესწავლილია ცერიუმის და ჰოლმიუმის ფორმის ცეოლითუმეცველი კატალიზატორები გააქტივებულ გუმბრინის სარჩულზე ნავთ-გაზოილის ფრაქციის კრეკინგის რეაქციაში 450—475° ინტერვალში. ნაჩვენებია, რომ ჰოლმიუმის შემცველი კატალიზატორი მნიშვნელოვნად მაღალ მაკრეკირებელ აქტივობას იჩენს. ბენზინის გამოსავალი მასზე 57,9% აღწევს (450°), რაც 1,6-ჯერ აღემატება ცერიუმის შემცველ კატალიზატორზე მიღებულ ანალოგიურ მაჩვენებელს.

ORGANIC CHEMISTRY

E. M. BENASHVILI, M. L. ARESHIDZE

RARE-EARTH TYPE ZEOLITE-CONTAINING CRACKING CATALYSTS
ON NATURAL ALUMO-SILICATE SUPPORT

Summary

Study has been made of Ce and Ho type zeolite catalysts on activated gumbrine support during cracking of naphtho-gasoil fraction at 450-475°C. Ho-containing catalyst appeared to manifest considerably high cracking activity, benzine yield in its case reaches 57.9% (450°C) which exceeds analogous data obtained with Ce catalyst 1.6-times.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. H. Stormont. Oil and Gas J., 61, № 10, 1963, 64.
2. R. W. Schiessler. Erdöl. Erdgas Z., 86, № 10, 1966, 434.
3. Я. В. Мирский, З. А. Дорогочинский и др. Труды ГрозНИИ, вып. 27, Цеолиты и цеолитсодержащие катализаторы, ч. I, 1974, 92.



А. И. НОГАЙДЕЛИ, Т. В. ЧОГОВАДЗЕ

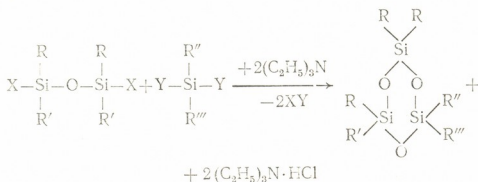
СИНТЕЗ ОРГАНОЦИКЛОСИЛОКСАНОВ
 С ДИЦИКЛОПЕНТЕНИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ У АТОМА
 КРЕМНИЯ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 6.6.1977)

Продолжая исследования в области синтеза новых органицикло-
 силиоксанов с дициклопентенильными группами у атома кремния [1],
 мы заинтересовались реакцией гидролитической конденсации диорга-
 нодихлорсиланов с дициклопентенильной группой в обрамлении. Иссле-
 дования показали, что конденсация метилдициклопентенилдихлорси-
 лана в кислой среде приводит к образованию не циклических продук-
 тов, а 1,3-диокси-1,3-диметилбисдициклопентенилдисилоксана с выхо-
 дом 45% от теоретического.

В дальнейшем для получения циклосилоксанов с дициклопенте-
 нильными группами у атома кремния мы воспользовались реакцией
 гетерофункциональной конденсации органохлорсиланов и силоксанов
 соответственно с органогидроксисилоксанами и силанами в присут-
 ствии акцептора хлористого водорода.

Реакция гетерофункциональной конденсации протекает достаточ-
 но селективно и в результате образуются соответствующие органи-
 циклосилоксаны по следующей схеме:



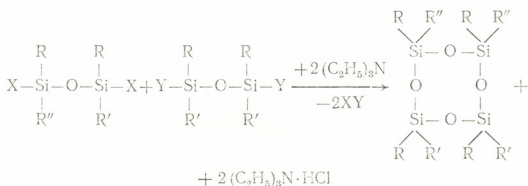
где X=OH, Y=Cl, R=R'=R''=CH₃, R'''=C₁₀H₁₃ (I), X=OH, Y=Cl,
 R=R''=CH₃, R'=C₆H₅, R'''=C₁₀H₁₃ (II), X=OH, Y=Cl, R=C₁₀H₁₃,
 R'=R''=R'''=CH₃ (III), X=OH, Y=Cl, R=C₁₀H₁₃, R'=R''=CH₃,
 R'''=C₆H₅ (IV), X=OH, Y=Cl, R=C₁₀H₁₃, R'=R''=CH₃,
 R'''=CH=CH₂ (V), X=OH, Y=Cl, R=R'''=CH₃, R'=R''=C₁₀H₁₃ (VIa),
 X=Cl, Y=OH, R=R'''=CH₃, R'=R''=C₁₀H₁₃ (VI б).

Следует отметить, что соединения (VI) с большим выходом полу-
 чаются тогда, когда в качестве исходного соединения берется диорга-
 нодихлорсилан, а не диорганодигидроксисилан. Этот факт можно объ-

яснить недостаточной стабильностью дигидроксисилана к силанольной конденсации.

Исходя из данных ЯМР-спектров 1,3,5-триметил-1,3,5-тридициклопентенилциклотрисилоксана (VI) удается оценить соотношение цис- и транс-изомеров циклотрисилоксана: цис:транс=32:68.

Установлено, что при взаимодействии метилдициклопентенилсиландиола с диметилдихлорсиланом образуется органоциклотетрасилоксан (VII) с двумя дициклопентенильными группами у атома кремния, а реакцией 1,3-диокси-1,3-диметилбисдициклопентенилдициклоксандиола с 1,3-дихлортетраметил- и 1,3-дихлор-1,3-диметил-1,3-дифенилдициклоксаном выделены органоциклотетрасилоксаны (VIII, IX) с двумя дициклопентенильными группами у соседних атомов кремния в цикле:



где X=CH, Y=Cl, R=R'=CH₃, R''=C₁₀H₁₃ (VIII), X=CH, Y=Cl, R=CH₃, R'=C₆H₅, R''=C₁₀H₁₃ (IX).

Выход органоциклосилоксанов максимален при проведении реакции с одновременным прибавлением реагирующих компонентов к раствору акцептора. Например, выход органоциклотрисилоксана (III), полученного описанным путем, составляет 41% (при концентрации исходных растворов 1 моль/л). В случае же прибавления органохлорсилана к раствору акцептора и органоиландиола выход того же цикла не превышает 15—20%.

Указанный метод позволяет получать и органоциклотетрасилоксаны с достаточно высокими выходами. Так, в ходе исследования нами было обнаружено, что при конденсации метилдициклопентенилсиландиола с 1,5-дихлоргексаметилтрисилоксаном в присутствии акцептора пиридина с выходом 65% получается 1,1,3,3,5,5,7-гептаметил-7-дициклопентенил-циклотетрасилоксан (X). Повышение температуры реакционной среды от —5 до 20°C существенно не влияет на выход циклосилоксанов. При проведении конденсации 1,3-диокси-1,3-диметилбисдициклопентенил-дициклоксандиола диметилдихлорсиланом в этилацетате при 60°C выход цикла (III) падает до 15%. Возможно, это связано с тем, что при повышенной температуре в какой-то степени увеличивается скорость силанольной конденсации дициклоксандиола и полимеризации циклосилоксанов (под действием аминов в присутствии воды).

Синтезированные органоциклосилоксаны — бесцветные, прозрачные, подвижные (I, II, X), маслянистые [III, V] или трудноподвижные (IV, VI, VII, VIII, IX) жидкости, растворимые во многих органических растворителях (в бензоле, толуоле, ксилоле, этилацетате, ацетоне и т. д.).

Синтез 1,1,3,3,5-пентаметил-5-дициклопентенилциклотрисилоксана [1]. В раствор, содержащий 10,1 г (0,1 моля)

триэтиламина и 100 мл сухого эфира, одновременно прибавляли раствор 8,3 г (0,05 моля) 1,3-диокситетраметилдисулкана в 100 мл эфира и раствор 12,35 г (0,05 моля) метилдициклопентенилдихлорсилана в 100 мл эфира. Реакцию проводили при температуре -5°C . После прибавления обоих растворов реакционную массу нагревали на водяной бане при перемешивании в течение 4—6 часов, а затем оставили на 10 часов, после чего фильтровали, эфирный слой отделяли, промывали водой до нейтральной реакции, сушили над Na_2SO_4 и эфир удаляли. Получили 17 г продукта, из которого фракционированием в вакууме выделили 6,1 г циклотрисилоксана [1].

Элементный анализ и физико-химические константы органициклоксилосанов

№	Т. кип. $^{\circ}\text{C}$ (р. мм)	$\Gamma_{\text{д}}^{20}$	d_{4}^{20}	Найдено Вычислено		Брутто- формула	Найдено Вычислено			Выход
				MP	Мол.в.		C	H	Si	
I	110—12 (1 мм)	1,3990	0,9983	82,41	352	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}\text{O}_3\text{Si}_3$	52,10	8,25	24,38	35
				82,04	340		52,94	8,20	24,70	
II	154—56 (1 мм)	1,5320	1,0880	132,16	475	$\text{C}_{23}\text{H}_{32}\text{O}_3\text{Si}_3$	64,80	7,01	17,84	32
				131,68	464		64,65	6,89	18,10	
III	188—90 (1 мм)	1,5070	1,0624	128,28	444	$\text{C}_{24}\text{H}_{38}\text{O}_3\text{Si}_3$	63,42	8,08	18,42	40
				128,16	458		62,88	8,29	18,34	
IV	255—58 (1 мм)	1,5354	—	—	515	$\text{C}_{26}\text{H}_{40}\text{O}_3\text{Si}_3$	67,15	7,84	15,60	46
				—	520		66,92	7,69	16,15	
V	205—7 (1 мм)	1,5113	1,0615	132,65	482	$\text{C}_{25}\text{H}_{38}\text{O}_3\text{Si}_3$	63,50	8,15	17,96	41
				132,32	470		63,61	8,08	17,87	
VI	240—42 (1—2 мм)	—	—	—	560	$\text{C}_{33}\text{H}_{48}\text{O}_3\text{Si}_3$	68,68	8,12	14,30	39
				—	576		68,75	8,33	14,58	
VII	200—205 (1 мм)	1,4981	—	—	526	$\text{C}_{26}\text{H}_{34}\text{O}_2\text{Si}_4$	57,94	8,57	21,75	41
				—	532		58,64	8,27	21,05	
VIII	202—205 (1 мм)	1,4939	—	—	523	$\text{C}_{36}\text{H}_{45}\text{O}_2\text{Si}_4$	59,53	8,97	20,73	45
				—	532		58,64	8,27	21,05	
IX	230—32 (1 мм)	1,5387	—	—	660	$\text{C}_{26}\text{H}_{48}\text{O}_2\text{Si}_4$	66,28	7,94	17,11	45
				—	656		65,85	7,31	17,07	
X	130—31 (1 мм)	1,4550	1,0127	110,84	400	$\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2\text{Si}_4$	49,15	8,01	26,76	65
				110,68	414		49,27	8,21	27,05	

Все остальные органициклоксилосаны получены аналогично.

Состав и строение синтезированных органициклоксилосанов подтверждены данными элементного анализа, ЯМР- и ИК-спектроскопии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.6.1977)

ა. ნოგაიდელი, თ. ჩოგოვაძე

 ორგანოციკლოსილოქსანების სინთეზი სილიციუმის ატომთან
 მდგომი დიციკლოპენტენილის ჯგუფებით

რეზიუმე

სილიციუმის ატომთან მდგომი დიციკლოპენტენილის რადიკალის შემცველი ორგანოციკლოსილოქსანების სინთეზის მიზნით შესწავლილია პეტეროფუნქციონალური კონდენსაციის რეაქცია მეთილდიციკლოპენტენილდიქლორსილანისა 1,3-დიოქსი-ტეტრაამეთილ- და 1,3-დიოქსი-1,3-დიმეთილ-1,3-დიფენილდიცილოქსანთან აქცეპტორ ტრიეთილამინის თანდასწრებით. 1,3-დიოქსი-1,3-დიმეთილ-1,3-ბის დიციკლოპენტენილდიცილოქსანის კონდენსაციით დიმეთილ-, მეთილფენილ-, მეთილვინილ-, მეთილდიციკლოპენტენილდიქლორსილანთან და 1,3-დიქლორტეტრაამეთილ- და 1,3-დიქლორ-1,3-დიმეთილ-1,3-დიფენილდიცილოქსანთან აქცეპტორის თანდასწრებით სინთეზირებულია ორგანოციკლოტრი- და ტეტრასილოქსანები. შერჩეულია ორგანოციკლოსილოქსანების სინთეზის ოპტიმალური პირობები.

სინთეზირებული ორგანოციკლოსილოქსანების აგებულება დადგენილია ელემენტური ანალიზით, ინფრაწითელი და ბირთვულ-მაგნიტური სპექტროსკოპიით.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, T. V. CHOGOVADZE

SYNTHESIS OF ORGANOCYCLOSILOXANES WITH DICYCLOPENTENYL GROUPS AT THE SILICON ATOMS

Summary

The reaction of heterofunctional condensation was studied to obtain dicyclopentyl radicals containing organocyclosiloxanes. As a result the corresponding organocyclosiloxanes were separated by the reaction of condensation of methylcyclopentenyldichlorosilane with 1,3-dioxyltetramethyl- and 1,3-dioxy-1,3-dimethyl-1,3-diphenyldisiloxanes in the presence of triethylamine. By the condensation of 1,3-dioxy-1,3-dimethyl-1,3-bis(dicyclopentyl) disiloxane with dimethyl-, methylphenyl-, methylvinyl-, methylcyclopentenyldichlorosilanes and 1,3-dichloro-1,3-dimethyl-1,3-diphenyldisiloxane, in the presence of triethylamine organocyclotri- and tetrasiloxanes were synthesized. The optimal conditions of synthesis of the organocyclosiloxanes in question were investigated.

The structure of the organocyclosiloxanes obtained was established by the methods of IR-, NMR-spectroscopy and quantitative analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. И. Ногайдели, Р. Ш. Ткешелашвили, Г. А. Ногайдели, Т. В. Чоговадзе. Сообщения АН ГССР, 70, № 2, 1973, 341.

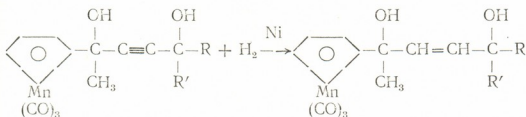
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. П. АСАТИАНИ, И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

НЕКОТОРЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЦИМАНТРЕНСОДЕРЖАЩИХ ДВУХАТОМНЫХ СПИРТОВ АЦЕТИЛЕНОВОГО РЯДА

Ранее нами была изучена реакция конденсации ацетилцимантрена с димагнийбромпроизводными ацетиленовых спиртов [1]. Установлено, что ацетилцимантрен, в отличие от ацетилферроцена [2, 3], хорошо конденсируется с димагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов в нуклеофильном растворителе (эфир) и получаются цимантренсодержащие двухатомные спирты с хорошими выходами.

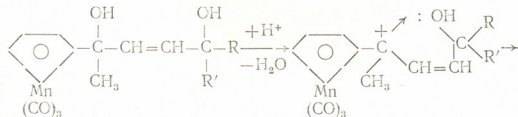
В настоящей работе исследована реакционная способность этих соединений, в частности, проведено каталитическое гидрирование полученных продуктов. Выяснилось, что они в присутствии катализатора Pd/CaCO₃ не гидрируются, а в присутствии никеля Ренея гидрируются только до этиленовых соединений

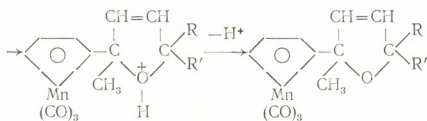


R' = CH₃; R = CH₃ (I), C₂H₅ (II); CRR' = C₅H₈ (III), C₆H₁₀ (IV).

Строение и состав полученных продуктов установлены элементарным анализом и ИК-спектрами. В ИК-спектрах I—IV имеются полосы поглощения в области 3600—3120 см⁻¹ (—OH), 3020—2800 см⁻¹ (C—H), 940—960 см⁻¹ (=C—H), 1950, 2030 и 3100 см⁻¹ (C=O и C—N цимантрена).

Проведена дегидратация цимантренсодержащих гидрированных продуктов. Они, в отличие от ферроценсодержащих [3, 4], не дегидратируются при нагревании в вакууме без присутствия дегидратирующих средств. Это свидетельствует о том, что ферроценовое ядро более хорошо стабилизирует соседний карбокатионный центр, чем цимантреновое [5, 6]. Цимантренсодержащие гидрированные продукты дегидратируются в присутствии дегидратирующего агента — KHSO₄ и получаются дигидрофурановые производные цимантрена. Механизм этой реакции можно представить следующим образом:

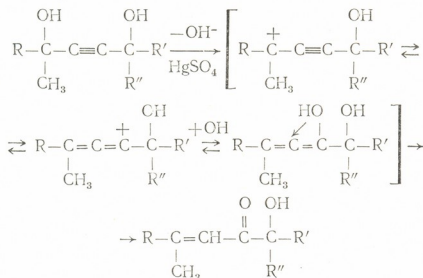




$\text{R}'=\text{CH}_3$; $\text{R}=\text{CH}_3$ (V), C_2H_5 (VI); $\text{CRR}'=\text{C}_5\text{H}_8$ (VII), C_6H_{10} (VIII).

Так как цимантренильная группа более хорошо стабилизирует соседний катионный центр, чем алифатические и ароматические радикалы [7], при этой реакции отщепляется тот гидроксил, который находится у соседнего углеродного атома цимантренильного радикала, и переходный карбокатион образуется на этом углеродном атоме. В ИК-спектрах продуктов V—VIII содержится полоса поглощения в области 1065, 1120 см^{-1} , характерная для валентных колебаний связи —C—O—C дигидрофурановых циклов, и отсутствует поглощение соответствующих групп —OH. Это доказывает, что продукты V—VIII являются дигидрофурановыми производными цимантрена.

Исследована аниотропная перегруппировка цимантренсодержащих ацетиленовых γ -гликолей. Оказалось, что цимантренсодержащие ацетиленовые γ -гликоли, в отличие от ферроценсодержащих (которые изомеризуются в непредельные оксикетоны в ледяной уксусной кислоте при комнатной температуре), не перегруппировываются в ледяной CH_3COOH даже при длительном кипячении. Они изомеризуются лишь при кипячении в абсолютном этаноле в течение 12 часов в присутствии HgSO_4 . Эти данные еще раз указывают, что ферроценильная группа более эффективна в стабилизации переходного α -карбониевого иона, чем цимантренильная. Реакция, очевидно, протекает по следующему механизму:



$\text{R}=(\text{CO})_3\text{MnC}_5\text{H}_4$; $\text{R}''=\text{CH}_3$; $\text{R}'=\text{CH}_3$ (IX), C_2H_5 (X);

$\text{CR}'\text{R}''=\text{C}_5\text{H}_8$ (XI), C_6H_{10} (XII).

В ИК-спектрах продуктов IX—XII имеются характерные полосы поглощения в областях 3600—3200 см^{-1} (—OH), 1960, 2030, 3100 см^{-1} (CO и C—H цимантрена), 1600 см^{-1} (C=C), а также две интенсивные полосы при 1670, 1760 см^{-1} , которые указывают на наличие в соединениях IX—XII сопряженных связей —C=O и —C=C—.

Каталитическое гидрирование 1-цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксипентина-2. В колбу для гидрирования поместили 4 г вещества, растворенного в 50 мл абсолютного спирта, и катализатор — никель Ренея. Было поглощено 350 мл водорода. Катализатор отделили, а из спиртового раствора — после удаления растворителя — выделили бело-желтые кристаллы. Выход соединения (I) 3,8 г (95%), т. пл. 57—58°. Найдено %: С 54,67, 54,56; Н 5,58, 5,88; Мп 15,84, 15,88; ОН 10,24, 10,40. $C_{15}H_{17}O_5$ Мп. Вычислено %: С 54,18; Н 5,12; Мп 16,56; ОН 9,86.

Все остальные продукты прогидрированы аналогично.

1-цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксигексен-2 (II). Выход 96%, т. пл. 86—87°. Найдено %: С 54,90, 55,27; Н 5,89, 5,52; Мп 15,36, 15,28; ОН 9,20, 9,12; $C_{16}H_{19}O_5$ Мп. Вычислено %: С 55,49; Н 5,49; Мп 15,89; ОН 9,46.

1-цимантренил-1-метил-1-окси-3(1-оксициклопентил)пропен-2 (III). Выход 92%, т. пл. 54—55°. Найдено %: С 56,43, 56,72; Н 5,12, 5,33; Мп 16,07, 15,82; ОН 9,55, 9,80. $C_{17}H_{19}O_5$ Мп. Вычислено %: С 56,98; Н 5,31; Мп 15,64; ОН 9,30.

1-цимантренил-1-метил-1-окси-3(1-оксициклогексил)пропен-2 (IV). Выход 95%, т. пл. 91—92°. Найдено %: С 57,75, 57,45; Н 5,08, 4,81; Мп 14,64, 14,35; ОН 9,29, 9,50. $C_{18}H_{21}O_5$ Мп. Вычислено %: С 58,06; Н 5,65; Мп 14,78; ОН 9,82.

Дегидратация 1-цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксипентена-2 (I). В колбу Клайзена поместили 2,5 г вещества, 0,5 г $KHSO_4$, 0,1 дитизон и нагревали в вакууме; через 15 минут продукт начал перегоняться. Получили желтоватую вязкую жидкость с т. кип. 127—128° (2 мм). Выход 2-цимантренил-2,5,5-триметилдигидрофурана (V) 1,9 г (83%). Найдено %: С 57,53, 57,71; Н 4,63, 4,84; Мп 17,75, 17,51; $C_{15}H_{15}O_4$ Мп. Вычислено %: С 57,32; Н 4,77; Мп 17,51.

Все остальные продукты дегидратируются аналогично.

2-цимантренил-2,5-диметил-5-этилдигидрофуран (VI). Выход 79%, т. кип. 143—144° (2 мм). Найдено %: С 58,48, 58,72; Н 5,28, 5,87; Мп 16,54, 16,79. $C_{15}H_{17}O_4$ Мп. Вычислено %: С 58,53; Н 5,18; Мп 16,58.

2-цимантренил-2-метил-1,4-циклопентилдигидрофуран (VII). Выход 74%, т. кип. 159—160° (2 мм). Найдено %: С 60,70, 60,46; Н 4,75, 4,83; Мп 15,64, 15,35. $C_{17}H_{17}O_4$ Мп. Вычислено %: С 60,00; Н 5,00; Мп 16,17.

2-цимантренил-2-метил-1,4-циклогексилдигидрофуран (VIII). Выход 81%, т. пл. 74—76°. Найдено %: С 61,85, 61,30; Н 5,45, 5,22; Мп 15,68, 15,88. $C_{18}H_{19}O_4$ Мп. Вычислено %: С 61,02; Н 5,36; Мп 15,53. В продуктах V—VIII гидроксил не обнаружен.

Аниотропная перегруппировка 1-цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксипентина-2. В трехгорлую колбу поместили 4 г вещества, растворенного в абс. этиловом спирте, и 1 г $HgSO_4$. Реакционную смесь перемешивали при кипячении в течение 12 часов. Смесь отфильтровали и фильтрат промыли несколько раз водным раствором Na_2CO_3 и сушили над Na_2SO_4 . После удаления растворителя остаток отогнали в вакууме. Получили желтоватую вязкую жидкость с т. кип. 161—162° (2 мм). Выход 1-цимантренил-1,4-диметил-4-окси-3-онпентена-1 (IX) — 3,6 г (90%). Найдено %: С 54,44, 54,99; Н 4,74, 4,51; Мп 16,66, 16,49. $C_{15}H_{15}O_5$ Мп. Вычислено %: С 54,54; Н 4,59; Мп 16,66.

1-цимантренил-1,4-диметил-4-окси-3-онгексен-1 (X). Выход 75%, т. кип. 170—171° (2 мм). Найдено %: С 55,30, 55,60; Н 4,40, 4,22; Мп 15,53, 15,32. $C_{15}H_{17}O_5Mn$. Вычислено %: С 55,81; Н 4,94; Мп 15,98.

1-цимантренил-1-метил-3(1-оксициклопентил)пропен-1-он-3 (XI). После отгонки растворителя осталась желтоватая вязкая жидкость. Полученный продукт очищали адсорбционной хроматографией на колонке (адсорбент Al_2O_3 II степени активности, элюент: гексан-эфир 1:1). Выход (XI) 87%. Найдено %: С 57,67, 57,54; Н 5,04, 4,88; Мп 15,29, 15,48. $C_{17}H_{17}O_5Mn$. Вычислено %: С 57,30, Н 4,77, Мп 15,45.

1-цимантренил-1-метил-3(1-оксициклогексил)пропен-1-он-3 (XII). Выход 75%, т. пл. 68,5—69,5°. Найдено %: С 58,94, 59,15; Н 4,60, 4,75; Мп 14,65, 14,86. $C_{18}H_{19}O_5Mn$. Вычислено %: С 58,71; Н 5,13; Мп 14,74.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.6.1977)

ორგანული ქიმია

ლ. ასათიანი, ი. გვერდციტიელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)
 ციმანტრენსომცველი აცეტილენური რიგის ორატომიანი სპირტების
 ზოგიერთი გარდაქმნა

რეზიუმე

ჩატარებულია ციმანტრენსომცველი აცეტილენური რიგის ორატომიანი სპირტების ჰიდრირება და ანიონოტროპული გადაჯგუფება. ჰიდრირებული პროდუქტების დეჰიდრატაციით მიღებულია ციმანტრენის დიჰიდროფურანული წარმოებულები.

ORGANIC CHEMISTRY

L. P. ASATIANI, I. M. GVERDTSITELI

SOME CONVERSIONS OF CYMANTRENE-CONTAINING DIATOMIC ALCOHOLS OF THE ACETYLENIC SERIES

Summary

Hydrogenation and anionotropic rearrangement of cymantrene containing diatomic alcohols of the acetylenic series were carried out. By dehydration of the hydrogenated products dihydrofuran derivatives of cymantrene were obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани, А. А. Цхварадзе. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976.
2. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
3. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969.
4. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 51, № 3, 1968.
5. А. Н. Несмеянов, К. Н. Анисимов, Н. Е. Колобова, И. Б. Злотина. Изв. АН СССР, сер. хим., 1966, 729.
6. W. E. McEwen, I. A. Manning. Tetrahed. Letters, 1964, 2195.
7. А. Н. Несмеянов, К. Н. Анисимов, Н. Е. Колобова, Г. К. Магомедов. ЖОрХ, 1967, 1149.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР), Г. С. ЧХЕИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАФИНОВЫХ И НАФТЕНОВЫХ
УГЛЕВОДОРОДОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ФРАКЦИИ
(28—170°C) ТАРИБАНСКОЙ НЕФТИ

Исследование химической природы нефтей в наше время диктуется не только теоретическим интересом, но и практическими соображениями.

Одним из нас с сотрудниками проведено всестороннее исследование химической природы легких фракций нефтей Грузии мирзаанского, патараширакского, супсинского, норийского и сацхенинского месторождений. Установлено присутствие ароматических, циклогексановых и парафиновых углеводородов нормального и изостроения [1—4]. В вышеуказанных исследованиях применены методы: химические, хроматографической адсорбции и комбинационного рассеяния света.

Тарибанское месторождение является одним из перспективных нефтяных месторождений Грузинской ССР. В данной работе мы задались целью исследовать индивидуальный углеводородный состав бензиновой фракции (28—170°) тарибанской нефти.

Анализ деароматизированного бензина проводили на газо-жидкостном хроматографе «Цвет-4» с линейным программированием температуры, на капиллярной колонке длиной 100 м, диаметром 0,5 мм, неподвижная фаза — сквалан, детектор — пламенно-ионизационный. Начальная температура анализа 50°, скорость подъема температуры 1°/мин.

В работе [5] были исследованы химический состав бензина сартичальской нефти и повторно бензины мирзаанской и норийской нефтей.

Образец исследуемой нефти был взят со скважины № 22 на глубине 819 м. Нефть фракционировали, отбирали фракцию с температурой кипения 28—170°, которая составляла 24% вес. от нефти. Деароматизацию фракции проводили по методике, описанной в работе Л. Н. Квитковского [6]. Полное удаление ароматических углеводородов контролировали цветной реакцией по А. М. Настюкову [7]. Ароматические углеводороды составляли 15% вес. от фракции. После деароматизации приступили к хроматографическому анализу по вышеуказанной методике¹. Выход отдельных компонентов отсчитывали по высотам пиков.

¹ За любезное содействие при выполнении этой части эксперимента приносим искреннюю благодарность проф. Ал. А. Петрову.

Исследуемый бензин состоит главным образом из парафиновых и нафтеновых углеводородов. Ароматические углеводороды составляют всего 15%.

В таблице приведены итоговые данные о составе исследуемого бензина.

№	Наименование углеводородов	% вес. от фракции	№	Наименование углеводородов	% вес. от фракции
	н-Парафины			Циклопентан и его гомологи	
1	Пропан	0,2			
2	Бутан	0,9	45	Циклопентан	1,0
3	Пентан	4,8	46	Метилциклопентан	3,0
4	Гексан	4,0	47	Диметилциклопентан	0,7
5	Гептан	4,4	48	1,3-Диметилциклопентан-транс	0,7
6	Октан	4,2	49	1,2-Диметилциклопентан-транс	1,2
7	Нонан	3,8			
8	Декан	1,2	50	1,2-Диметилциклопентан-цис	0,2
	Итого	23,5	51	1,1,3-Триметилциклопентан	0,6
	Изопарафины		52	Этилциклопентан	0,3
9	Изобутан	1,5	53	1,2,4-Триметилциклопентан-транс, цис	0,6
10	Изопентан	7,1	54	1,2,3-Триметилциклопентан-транс, транс	0,6
11	2,2-Диметил-бутан	0,2	55	1,1,2-Триметилциклопентан-цис, цис	0,2
12	2-Метилпентан	3,5	56	1,2,4-Триметилциклопентан-цис, цис	0,2
13	3-Метилпентан	2,2	57	1,2,3-Триметилциклопентан-цис, транс	0,3
14	2,2-Диметилпентан	0,2	58	1-Метил-3-этилциклопентан-транс	0,4
15	2,4-Диметилпентан	0,1	59	1-Метил-1-этилциклопентан	0,2
16	3,3-Диметилпентан	0,1	60	1,2,3,4-Тетраметилциклопентан-транс, транс, транс	0,4
17	2-Метилгексан	1,5	61	Пропилциклопентан	0,3
18	2,3-диметилпентан	0,6	62	1,4-Диметил-2-этилциклопентан-транс; 1,3-диметил-1-этилциклопентан; 1,1,3-триметилциклопентан	1,0
19	3-Метилгексан	1,5	63	1,1,4-Триметилциклопентан; 1,3,5-триметилциклопентан-цис, цис; 1,3-диметил-2-этилциклопентан-транс, транс	0,3
20	3-Этилпентан	0,8	64	1,2-Диметил-3-этилциклопентан-транс, транс	0,2
21	2,2-Диметилгексан	0,1	65	1,2-Диметил-3-этилциклопентан-транс, цис	0,2
22	2,4-Диметилгексан	0,5	66	1,2-Диметил-3-этилциклопентан-цис, транс	0,2
23	3,3-Диметилгексан	0,3	67	1,2-Диэтилциклопентан-транс; 1,1,3,5-тетраметилциклопентан-цис	0,3
24	2,3,4-Триметилпентан	0,1	68	1-Метил-2-бутилциклопентан-транс	0,4
25	2,3-Диметилгексан	0,3			
26	2-Метилгептан	2,1			
27	3-Метилгептан	1,1			
28	2,2-Диметилгептан	0,1			
29	2,4-Диметилгептан	0,2			
30	2-Метил-4-этилгексан	0,1			
31	2,6-Диметилгептан	0,1			
32	2,5-Диметилгептан	0,3			
33	2,3-Диметилгептан	0,8			
34	4-Этилгептан	0,2			
35	4-Метилоктан	0,3			
36	2-Метилоктан	0,7			
37	3-Метилоктан	0,6			
38	2,4-Диметилоктан	0,3			
39	2,6-Диметилоктан	0,5			
40	2-Метил-3-этилгептан	0,6			
41	6-Метилнонан	0,1			
42	4-Метилнонан	0,2			
43	2-Метилнонан	0,3			
44	3-Метилнонан	0,3			
	Итого	29,5		Итого	13,5

Продолжение

№	Наименование углеводородов	% вес. от фракции	№	Наименование углеводородов	% вес. от фракции
	Циклогексан и его гомологи		77	1.1.4-Триметилциклогексан; 1.3.5-триметилциклогексан-цис. цис, 1.3-диметил-2-этилциклогексан-транс.	0,3
69	Циклогексан	3,2			
70	Метилциклогексан	4,3			
71	1.3-Диметилциклогексан-цис; 1.4-диметилциклогексан-транс	2,0	78	1.2.4-Триметилциклогексан-транс. цис	0,7
72	1.1-Диметилциклогексан	0,6	79	1.1.2-Триметилциклогексан	0,2
73	1.2-Диметилциклогексан-транс	1,0	80	1-Метил-3-этилциклогексан-цис	0,5
74	1.3-Диметилциклогексан-транс; 1.4-диметилциклогексан-цис	0,5	81	1-Метил-2-этилциклогексан-транс	0,3
75	Этилциклогексан	1,4	82	Изопропилциклогексан	0,4
76	1.1.3-Триметилциклогексан; 1.4-диметил-2-этилциклогексан-транс. транс; 1.3-диметил-1-этилциклогексан	1,0	83	Пропилциклогексан	0,9
			84	1.1-Диметил-3-этилциклогексан	0,1
			85	1-Метил-3-изопропилциклогексан-цис	1,3
				Итого	18,7

Идентифицировано 44 представителя парафиновых и 41 нефтяных углеводородов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической
и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 24.6.1977)

ორგანული ქიმია

ჭრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ჩხიშიძე

ტარიბანის ნავთობის გენზინის ფრაქციის (28—170°) შემავალი პარაფინული და ნაფტენური ნახშირწყალბადების გამოკვლევა

რ ე ზ ი ე ე

კვლევისათვის საჭირო გენზინის ფრაქცია დუღილის ტემპერატურით 28—170° გამოყოფილია ტარიბანის ნავთობიდან. არომატული ნახშირწყალბადები მოსცილდა ცეოლითის საშუალებით. მათ სრულ მოცილებას კონტროლი ეწოდა. დეარომატიზებულ გენზინში შემავალი პარაფინული და ნაფტენური ნახშირწყალბადების ინდივიდუალური ბუნება დადგენილია ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით. გამოსაკვლევი ფრაქციის შემადგენლობაში იდენტიფიცირებულია პარაფინული ნახშირწყალბადების 44 ცალკეული წარმომადგენელი, ხოლო ნაფტენური ნახშირწყალბადების — 41, პარაფინული ნახშირწყალბადების ჯამურად 52,98%, ნაფტენური — 32,2%, ხოლო არომატული — 15%.

Ch. I. ARESHIDZE, G. S. CHKHEIDZE

INVESTIGATION OF PARAFFIN AND NAPHTHENE HYDROCARBONS
OF BENZINE FRACTION (28-170°C) OF TARIBANI OIL

Summary

The benzine fraction (28-170°C) used in the present study was isolated from Taribani oil. Aromatic hydrocarbons were separated using zeolite and complete separation was controlled. Individual nature of paraffin and naphthene hydrocarbons of dearomatized benzine was established chromatographically. 44 individual paraffin and 41 naphthene hydrocarbons were identified; paraffin hydrocarbons totalled 52.98%, naphthene 32.2%, and aromatic 15%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. И. Арешидзе, И. С. Айвазов, Г. И. Крихели. Сообщения АН ГССР, 3, 1942, 131.
2. X. И. Арешидзе, А. М. Гахокидзе. ЖПХ, 4, 1944, 147.
3. X. И. Арешидзе. ДАН СССР, 50, 1945, 193.
4. X. И. Арешидзе. Исследование химической природы нефтей Грузии и контактных превращений углеводородов в присутствии гумрина. Тбилиси, 1960.
5. А. В. Дидидзе, Н. Г. Бекаури, Т. С. Шакарашвили, Ал. А. Петров. Изв. АН ГССР, сер. хим., 3, № 1, 1977, 62.
6. Л. Н. Квитковский. Доклады на сессии Научного совета по адсорбентам и его секции. Тбилиси, 1965.
7. А. М. Настюков. ЖРХО, 36, 1904, 881.



Г. Г. ГУГУНИШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПОРИСТЫХ СЕРЕБРЯНЫХ И НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 30.5.1977)

Для нанесения серебряных покрытий на различные подложки пневмоэлектрическим способом смесь готовилась из серебряного порошка марки ПС1 с составом частиц 50 мкм и ниже, нитрата серебра AgNO_3 квалификации «ХЧ», этилового спирта и дистиллированной воды [1].

Наиболее оптимальным составом смеси является состав, содержащий 20—40 в. ч. серебряного порошка, 30—50 в. ч. азотнокислого серебра, 20—40 в. ч. этилового спирта и 15—30 в. ч. дистиллированной воды.

Содержание серебряного порошка в смеси менее 20 в. ч. приводит к образованию отдельных островков на покрытиях после их спекания, которые слабо связаны между собой, а более 40 в. ч. затрудняет нанесение равномерного слоя на подложку.

При содержании азотнокислого серебра в смеси менее 30 в. ч. не обеспечивается достаточная адгезия (до спекания) покрытия с подложкой, а верхний предел 50 в. ч. ограничен растворимостью азотнокислого серебра в спирто-водном растворе. Увеличение содержания жидкой фазы снижает качество нанесенного слоя из-за эффекта растекания смеси на поверхности подложки.

Достаточная предварительная адгезия серебряной смеси на обезжиренной поверхности подложки обеспечивается кристаллизацией соли, происходящей вследствие испарения растворителей (вода и спирт). Полученные таким образом покрытия спекали в электропечах ОКБ-333 при температуре 750° в водородной среде в течение 1 часа.

Результаты испытаний спеченных образцов на виброустойчивость свидетельствовали о том, что образцы, полученные на базе спирто-водной смеси азотнокислого серебра с серебряными порошками, обладают улучшенными характеристиками, по сравнению с образцами, изготовленными на основе смеси серебряного порошка и полимерных составляющих [2]. Осыпание серебряного слоя, спеченного на основе полимерной смеси, наблюдалось после 3,5 часов испытаний, в то время как образцы из спирто-водной смеси выдерживали подобные испытания в течение 14 часов.

Исследованная нами смесь в процессе спекания после разложения соли и улетучивания связующего-растворителя (вода и спирт) образует мелкопористое серебряное покрытие, имеющее высокую пористость и высокую адгезию к подложке.

Полученные экспериментальные результаты теоретически хорошо подтверждаются общими принципами спекания раздробленных металлов с точки зрения влияния величины и формы частиц на пористость [3].

При нагреве происходит разложение соли AgNO_3 , сопровождающееся выделением тонкодисперсного порошка серебра. Этот эффект приводит к заполнению пустот, увеличению контактных перешейков и уменьшению радиуса пор. Добавление мелких порошков к более крупным (ПС1) из-за более низкой температуры плавления тонкодисперсного порошка серебра приводит к снижению температуры спекания на $200\text{--}300^\circ\text{C}$ и быстрому во времени спеканию мелких и крупных порошинок как между собой, так и с поверхностью подложки. В результате этого не только повышается адгезия спекаемых между собой порошков, но и создается возможность регулирования пористости в широком диапазоне в зависимости как от температуры, так и от продолжительности спекания.

Для получения пористых намазных покрытий представляет интерес использование серебряных паст с повышенным содержанием основного порошка ПС1.

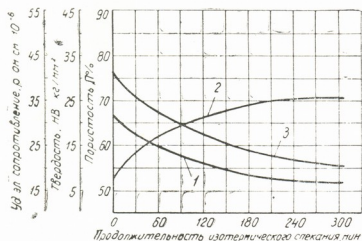


Рис. 1. Зависимость пористости (кривая 1), твердости (кривая 2) и удельного электрического сопротивления (кривая 3) серебряных образцов от продолжительности спекания

Проведенные аналогично [4] эксперименты по исследованию влияния содержания компонентов на физико-механические и электрические свойства образцов показали, что оптимальным является соотношение входящих в пасту компонентов в в. ч. 1:0,05:0,21 (серебряный порошок марки ПС1, азотнокислое серебро AgNO_3 , спирт этиловый).

На рис. 1 приведена зависимость пористости (P), твердости (HV) и удельного электрического сопротивления (ρ) серебряных образцов, изготовленных из паст, содержащих 400 г серебряного порошка ПС1, 20 г азотнокислое серебра и 100 мл этилового спирта, от продолжительности изотермического спекания (τ) при температуре (T) 750°C .

Пористость образцов определялась по методике, изложенной в [5]. Твердость образцов определялась на приборе ТШ-2 в соответствии с ГОСТом 9012—59. Определение электросопротивления производилось с помощью моста Р-316 класса 0, 2 на образцах длиной 60 мм, шириной 25 мм и толщиной 6 мм.

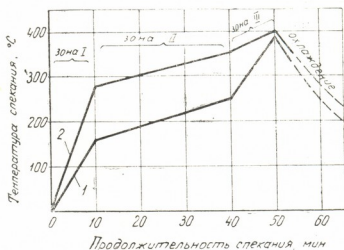
С увеличением времени изотермического спекания за счет роста площадей контакта между крупинками спекаемых порошков пористость и удельное электрическое сопротивление образцов уменьшаются по экспоненциальному закону.

В интервале времени изотермического спекания 0—300 мин наблюдается снижение пористости образцов с 66,8 до 52,4%. Экспоненциальное возрастание твердости образцов с увеличением продолжительности изотермического спекания связано как с ростом числа контактов между порошинками, так и с увеличением площадей контактов между ними, вызывающим в конечном итоге уплотнение и соответ-

ственно повышенную усадку образцов, по сравнению с начальным периодом изотермического спекания.

Нами изучены также высокопористые системы, получаемые при прокатке в виде лент порошкообразных смесей, состоящих из металлических никелевых (ПНК1) и серебряных (ПС1) порошков с одноименными тонкоразмолотыми солями этих металлов ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ AgNO_3)

Рис. 2. Диаграммы спекания (1) серебряных и (2) никелевых пористых образцов (зона I — разложение соли, зона II — формирование покрытия, зона III — спекание покрытия)



в соотношении 9:1. Спекание образцов из таких лент с подложечными материалами осуществлялось под давлением в водородной среде при низких температурах. На рис. 2 приведена диаграмма низкотемпературного спекания серебряных и никелевых прокатанных образцов с никелевой подложкой.

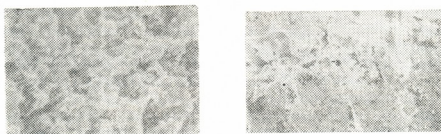


Рис. 3. РЭМ-фотографии активных слоев: а — серебряное покрытие ($\times 1400$) состава в в. ч. 1 Ag; 0,05 AgNO_3 ; 0,21 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; $T^\circ\text{C}=750$; $\tau=0$; $\Pi=66,8\%$; б — никелевое покрытие ($\times 7000$) состава в в. ч. Ni:1 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$; $T^\circ\text{C}=350$; $\tau=0$; $\Pi=72\%$

В зависимости от требований к адгезии и пористости режимы спекания, а также давления на спекаемые образцы изменяются. Увеличение давления, равно как и времени спекания, а также температуры приводит к уменьшению пористости и увеличению адгезии спекаемого образца к основе и наоборот.

На рис. 3 показаны микроструктуры пористых серебряных и никелевых образцов, полученные на растровом электронном микроскопе MINI-SEM модели MSM-V. Металлографический анализ показал, что серебряные покрытия при температуре спекания 750°C имеют поры порядка $0,4\text{--}1$ мкм, а никелевые образцы, спеченные под давлением 30 кг/см^2 , при температуре 350°C — поры с размером порядка $1\text{--}2$ мкм.

Структура никелевых покрытий характеризуется очертаниями границ между зёрнами, величина которых достигает 0,7—3 мкм.

Таким образом, в результате исследований выявлена возможность получения высокопористых серебряных и никелевых покрытий как из смесей на основе металлического порошка и спирто-водного раствора соли, так и из порошковых смесей сухих металлических порошков с солями этих металлов.

Тбилисский научно-исследовательский
 институт электронно-ионной технологии

(Поступило 9.6.1977)

ავიშური ტექნოლოგია

ბ. ლუღნიშვილი

ფორეზიანი ვერცხლისა და ნიკელის დანაფართო მიღების ზოგადი
 თავისებობების შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ფორეზიანი ვერცხლისა და ნიკელის დანაფართო მიღების პროცესთა თავისებობები. გამოყენებული სუსპენზია წარმოადგენს ვერცხლის ნიტრატის სპირტ-წყალხსნარში (90% ეთილის სპირტი: 10% წყალი) ლითონური ვერცხლის მაღალდისპერსიული ფენილის ნარევის, ხოლო პასტა უმთავრესად შეიცავს ლითონური ვერცხლის ფენილს და მცირე რაოდენობით ვერცხლის ნიტრატს და ეთილის სპირტს.

CHEMICAL TECHNOLOGY

G. G. GUGUNISHVILI

ON SOME FEATURES OF THE PRODUCTION PROCESS OF POROUS SILVER AND NICKEL COATINGS

Summary

Some features of the process of producing porous silver and nickel coatings have been investigated.

The suspension used is the mixture of silver nitrate water-alcohol solution (90% ethyl alcohol+10% water) and high-dispersion metallic silver powder; the paste mainly includes metallic silver powder and a small quantity of silver nitrate and ethyl alcohol. The optimal composition of mixtures necessary for obtaining these porous silver coatings has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Гугунишвили, О. Г. Такаишвили, Т. И. Лежава, Д. Ф. Гвелесиანი, Е. П. Мохонелидзе, Ю. М. Карачанцева, А. Г. Мдинарадзе, Р. К. Кохрендзе, Р. Т. Замбахидзе. Авт. свид. № 440727. Смесь для изготовления пористых электродов. Бюлл. изобр., № 31, 1974.
2. Патент США № 3501350, кл. 136—201.
3. В. Д. Джонс. Основы порошковой металлургии. М., 1940, 17—26.
4. Г. Г. Гугунишвили, Л. Д. Агниашвили. Изв. АН ГССР, сер. хим. 2, № 4, 1976, 341—349.
5. Г. Г. Гугунишвили, Т. И. Лежава, Дж. Ф. Гвелесиანი, Р. Т. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974, 641—643.

Д. Г. АХВЛЕДИАНИ

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГРУЗИИ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.6.1977)

Отложения сеноманского возраста играют значительную роль в разрезе верхнемеловых отложений Грузии. В складчатой системе Южного склона Главного Кавказского хребта выходы сеноманского яруса тянутся непрерывной полосой от восточной оконечности Кахетинского хребта на запад, до ущелья р. Диди Лиахви. В этой области к сеноманскому ярусу относятся вся укугмартская свита и нижняя часть перекрывающей ее ананурской свиты.

Другая полоса развития верхнего мела и, в частности, сеноманских отложений известна в междуречье Ксани-Иори, севернее Павлурского регионального надвига. В этой области сеноманский ярус охватывает чартальскую свиту и нижнюю часть бучаанской свиты [1].

В западной Абхазии, в бассейнах рр. Хашупсе и Псоу отложения сеноманского возраста слагают вельскую и нижнюю половину бегрепстасской свит [1].

В предгорьях и внутренних зонах Аджаро-Триалетского хребта отложения сеноманского яруса представлены вулканогенно-осадочными фациями, которые распространены и в прилегающей к Аджаро-Триалетской складчатой зоне Колхидской низменности. Вулканическая деятельность не благоприятствовала процветанию фауны в бассейне. Но все же имеются микрофаунистические остатки, дающие возможность стратиграфических подразделений.

Анализ стратиграфического распространения достаточно многочисленных фораминифер, сохранившихся в сеноманских отложениях вышеперечисленных областей, дает возможность расчленить сеноманский ярус на три части и выделить три зоны, соответствующие нижнему, среднему и верхнему подъярусам; это зоны *Thalmaninella brotzeni*, *Th. appenninica appenninica* и *Ro'alipora cushmani cushmani*. Подобное расчленение сеноманского яруса произведено в различных странах (см. таблицу).

Зона *Thalmaninella brotzeni*. Ранее одноименная нижнесеноманская зона выделена также в Западных Карпатах Словакии [2] и в азербайджанской части Малого Кавказа [3]. Нижняя граница зоны проводится по появлению вида-индекса—*Thalmaninella brotzeni* Sigal, а также *Hedbergella brittonensis* Loeblich and Tappan и *Thalmaninella globotruncanoides* (Sigal).

Верхняя граница отбивается по исчезновению вида-индекса и появлению многочисленных представителей *Thalmaninella appenninica appenninica* (Renz) и вместе с ней *Th. deeckeii* (Franke) и *Praeglobotruncana stephani* (Gand).

Сравнительная таблица зонального расчленения сенюманского яруса в различных странах мира

Салай, Самуэль, 1966 Западные Карпаты, Словакия	Негу, 1970 Восточные Карпаты, Румыния	Ион, 1975 Восточные Карпаты, Румыния	Бенди, 1967 Калифорния	Сигаль, 1955, 67 Северная Африка	Вапшарова, 1976 Болгария	Даблян, 1972 Украинские Карпаты	Алиюлла, 1977 Малый Кав- каз, Азербай- джан	Ахвледiani, 1977 Грузия
Rotalipora cushmani turonica	R. globo- truncato- ides	R. reicheli и R. cushmani	R. cushmani R. reicheli	Th. deeckei	R. cushmani cushmani	Th. deeckei	R. turonica	R. cushmani cushmani
Rotalipora cushmani montsalvensis			R. appen- ninica cushmani reicheli	R. appen- ninica			Th. deeckei	Th. appen- ninica appenninica
Thalmanni- nella appen- ninica	R. reicheli		R. balear- nensis	R. turonica				
Thalmanni- nella brotzeni	R. cushmani -----	Th. brotzeni			Th. appen- ninica ap- penninica	Th. appen- ninica	Th. brotzeni	Th. brotzeni

С е н о м а н

в е р х н и й

с р е д н и й

н и ж н и й

В сопутствующем комплексе фораминифер доминирующее положение занимают представители тальманнинелл — *Thalmaninella ticinensis* (Gandolfi), *Th. greenhornensis* (Morrow), *Th. evoluta* (Sigal), *Th. reicheli* (Mornod), а также *Hedbergella globigerinellinoides* (Subbotina), *H. infracretacea* (Glaessner), *Tr'ax'a pyramidata* Reuss, *Gyroidina nitida* (Reuss), *Valvulineria lenticula* Reuss и др. Выделяемая нами зона *Th. brotzeni*, как уже указывалось выше, по своему объему полностью совпадает с одноименными зонами Румынии [4], Азербайджана и Словакии, а также с зоной *Thalmaninella arpeninica* Украинских Карпат [5].

В румынской части Западных Карпат Т. Негу [6] выделяет в нижнем сеномане зону *Rotalipora cushmani*. По нашему мнению, она не соответствует данному подъярсу, так как, и по личным наблюдениям, и по многочисленным литературным источникам, стратиграфическое распространение вида *Rotalipora cushmani cushmani* (Morrow) ограничивается лишь верхним сеноманом.

Зона *Thalmaninella arpeninica arpeninica*. Зона была выделена в Южной Франции в 1961 г. [7] как *Rotalipora arpeninica*. В 1966 г. Я. Вапцарова [8] устанавливает зону *Th. arpeninica arpeninica* в Болгарии.

Нижняя граница зоны проводится по появлению и массовому развитию вида-индекса, а также *Th. arpeninica typica* (Gandolfi), *Th. evoluta* (Sigal). Верхняя же граница отбивается по исчезновению *Th. arpeninica arpeninica* (Renz) и *Th. greenhornensis* (Morrow), жизненный цикл которой уместается в интервале нижнего и среднего сеномана.

В сопутствующем комплексе фораминифер вместе с видом-индексом встречаются *Hedbergella postdownensis* (Williamson and Mitchell), *Clavhedbergella simplex* (Morrow), *C. amabilis* (Loeblich and Tappan), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Pr. delrioensis* (Plummer), *Thalmaninella ticinensis* (Gandolfi), *Th. reicheli* (Mornod). Последняя форма достигает максимума своего развития в верхней части описываемой зоны, но в то же время встречается и в вышеследующей верхнесеноманской зоне.

Выделяемая зона коррелируется с зоной *Thalmaninella arpeninica—Rotalipora cushmani pontsalvensis*, выделенной в словацкой части Западных Карпат, а также с зонами *Rotalipora reicheli* Восточных Карпат Румынии, *Rotalipora cushmani reicheli* Австрии и с зоной *Thalmaninella deeskei* азербайджанской части Малого Кавказа.

Зона *Rotalipora cushmani cushmani*. Зона была выделена в Южной Франции Малапри и Ра в 1961 г. Затем в 1967 г. она была переопределена Сигалем [9] как зона *Thalmaninella deeskei*. В Болгарии установлена Я. Вапцаровой в 1965 г.

Нижняя граница отбивается по появлению *Rotalipora cushmani cushmani* Morrow, *R. cushmani expansa* Carbonier, *R. cushmani turonica* Brotzen. Верхняя же граница устанавливается по исчезновению вида-индекса, а также *Thalmaninella reicheli* (Mornod).

В комплексе фораминифер, характерном для описываемой зоны, преобладающей формой, наряду с видом-индексом, является

Th. reicheli Mognod. Вместе с ними встречаются виды, появляющиеся впервые в этой зоне: *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) и *P. oraviensis* Scheibnerova, а также *P. marginaculeata* (Loeblich and Tappan), *P. delioensis* (Plummer) и др.

Выделяемая зона сопоставляется с зоной *Rotalipora cushmani turonica* Карпат Словакии, с зоной *R. cushmani turonica*, выделенной в Восточных Карпатах Румынии, с зоной *R. cushmani cushmani* Болгарии. Она соответствует зоне *R. turonica*, установленной в азербайджанской части Малого Кавказа, а также зоне *Thalmaninella deecke* Северной Африки [10].

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

им. А. И. Джanelidze

(Поступило 24.6.1977)

გეოლოგია

დ. ახვლედიანი

საქართველოს სენომანური ნალექების ზონალური დანაწილება
 ფორამინიფერების მიხედვით

რეზიუმე

საქართველოს სხვადასხვა რაიონების სენომანურ სართულში დაცული ფორამინიფერების ვერტიკალური გავრცელების შესწავლის შედეგად შესაძლებელი გახდა გამოყოფილი სამი ზონა: 1) *Thalmaninella Brotzeni* — ქვედასენომანური, 2) *Thalmaninella appenninica appenninica* — შუასენომანური და 3) *Rotalipora cushmani cushmani* — ზედა სენომანური.

GEOLOGY

D. G. AKHVLEDIANI

ZONAL SUBDIVISION OF THE CENOMANIAN DEPOSITS OF GEORGIA BY THEIR FORAMINIFERA

Summary

On the basis of studies of the vertical distribution of foraminifera of the Cenomanian deposits in various parts of Georgia three zones have been distinguished: *Thalmaninella brotzeni* zone, Lower Cenomanian; 2) *Thalmaninella appenninica appenninica* zone, Middle Cenomanian, and 3) *Rotalipora cushmani cushmani* zone, Upper Cenomanian.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. A. Гамбашидзе. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1974.
2. J. Salai, O. Samuel. Geol. Ustav Dionisa Stura. Bratislava, 1969.
3. X. Алиюлла. Верхний мел и развитие фораминифер Малого Кавказа (Азербайджан). Баку, 1977.
4. J. Jón. 14 European Micropaleont. Colloquium, Romania, 1975.
5. Н. В. Дабагян, Труды Укр.НИГРИ, 1972.
6. T. Neagu. Memoires. vol- XII. Bucuresti. 1970.
7. M. Malapri, P. Rat. Revue de Micropaleontologie, 4.2. 1961.
8. Я. Ванцарова. Изв. НИГИ, 3. София, 1966.
9. J. Sigal. C. R. Somm. Soc. Geol. France, 2. 1967.
10. J. Sigal. C. R. Somm. Soc. Geol. France, 12. 1955.



Г. Д. ДУМБАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА ПОРОД БУУЛЬГЕНСКОЙ СЕРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 6.6.1977)

В составе кристаллического субстрата Большого Кавказа комплекс пород фемического профиля (буульгенская серия) занимает крайне южную и юго-восточную части Софийского поднятия, протягиваясь от истоков р. Большая Лаба на западе до верховьев р. Кодор на востоке. Стратиграфическое положение серии не совсем ясно; возраст ее трактуется в широких пределах — от докембрия до среднего палеозоя. Согласно ряду данных [1—3], она, вероятней всего, может рассматриваться как самая древняя, возможно докембрийская, толща кристаллического субстрата Большого Кавказа.

В буульгенской серии исследователями выделяются в основном две свиты. Нижняя, гвандринская, сложена преимущественно габбровыми и диоритовыми гнейсами, амфибол-биотитовыми и слюдяными гнейсо-сланцами со ставролитом, гранатом, андалузитом, кордиеритом, кианитом, силлиманитом, шпинелью и жедритом. Подчиненным развитием в свите пользуются различные амфиболиты и мраморы. Верхняя (кычская) свита состоит из эпидотовых, полевошпатовых, биотитовых, гранатовых и куммингтонитовых амфиболитов, амфиболовых гнейсов, габбро и габбро-амфиболитов, амфиболовых эклогитов, амфиболизированных пироксенитов и периодитов. Сравнительно редкими являются различные плагиогнейсы, сланцы и мраморы. Фактически обе свиты сложены почти одними и теми же породами и различаются в основном их количественными соотношениями. Примерно 75—80% буульгенской серии представлено различными ортоамфиболитами, амфиболовыми ортогнейсами и ультраосновными породами.

Обращает на себя внимание большое сходство буульгенской серии с комплексами, лежащими в основании островных дуг и геосинклиналей прошлого [4] — тот же специфический меланократовый состав и аналогичная тектоническая позиция, т. е. залегание в основании разреза кристаллического субстрата Большого Кавказа. Как выяснилось (Т. Г. Чхотуа, устное сообщение), на этом древнем меланократовом основании в герцинское время заложился парный метаморфический пояс: лабинская+макерская серии, что еще больше подчеркивает сходство истории формирования субстрата Большого Кавказа с островными дугами Тихоокеанского пояса.

Возможность отнесения буульгенской серии к океанической коре может быть аргументирована также данными химизма горных пород. Автор провел сопоставление химических составов габбро, амфиболитов и амфиболовых гнейсов буульгенской серии с рядом толеитовых (в том числе и толеитов океанического дна) и известково-щелочных серий из различных островодужных систем мира. С этой целью были использованы диаграммы соотношения кремнезема, титана и суммар-

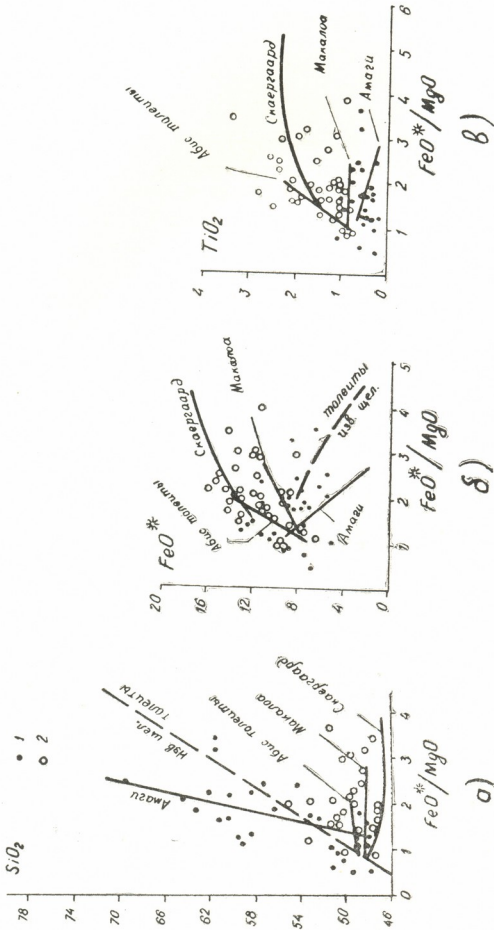


Рис. 1. Вариационные диаграммы распределения кремнезема (а), суммарного железа (б) и титана (в) в исследованных породах. Полные кружки — булыгненская серия, слошные — лабинская

ного железа, пересчитанного на двухвалентное, к магнезиальности (FeO^*/MgO) пород [5]. Для сравнения на эти же диаграммы нанесены также фигуративные точки амфиболитов лабинской серии.

Несколько осложняет постановку вопроса тот факт, что мы имеем дело с горными породами, претерпевшими неоднократный метаморфизм и, возможно, не только изохимический. Наиболее характерные процессы изменения исследованных пород — окварцевание и биотитизация, и поэтому диаграмма с кремнеземом (рис. 1,а) должна быть использована с осторожностью. И действительно, на этой диаграмме фигуративные точки пород буульгенской серии хоть и группируются в основном в пределах толентовых серий, но показывают большой разлет, частично переходя и в известково-щелочное поле. Железо и титан (рис. 1,б, 1,в) не столь подвижны при метаморфизме, как кремнезем и щелочи, и поэтому эти компоненты показывают более компактную картину принадлежности исследованных пород к толентовым сериям. В частности, фигуративные точки, независимо от степени изменения пород, ложатся в основном в поле толентов срединно-океанических хребтов (абиссальные толеиты на диаграмме) либо вблизи средних линий островной дуги Макалоа и Скаергаардской интрузии, представляющих собой типичные толеитовые серии.

Характерно поведение фигуративных точек амфиболитов лабинской серии, представляющей собой, как уже говорилось, часть парного метаморфического пояса, а именно пояс повышенных давлений. Несмотря на внешнее сходство амфиболитов буульгенской и лабинской серий на всех трех диаграммах прекрасно видна принадлежность последних к типичным известково-щелочным сериям. Это является еще одним веским аргументом в пользу невозможности корреляции лабинской и буульгенской серий, показанной и по другим структурно-петрологическим признакам [3].

Таким образом, высказанное ранее предположение о том, что буульгенская серия представляет собой базальтовый субстрат, на котором заложилась древняя (каледоно-герцинская) геосинклиналь Большого Кавказа [1], подтверждается также петрохимическими данными. В частности, исследованные горные породы представляют собой типичные толеиты, обнаруживая большую близость по составу и химизму с породами третьего океанического слоя. В свете этих данных буульгенская серия, по-видимому, может рассматриваться как комплекс основания древней островодужной системы (либо активной континентальной окраины) Большого Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 10.6.1977)

გეოლოგია

ბ. ლუმაბაძე

ბუულგენის სერიის ქანების ქიმიზმის ზოგიერთი თავისებურება

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გამოკვლეული ქანები თავისი ქიმიზმით ტიპურ ტოლენიტებს მიეკუთვნებიან და გარკვეულ სიახლოვეს ამჟღავნებენ მესამე ოკეანური შრის ქანებთან. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ბუულგენის სერია მსგავსია იმ ფუძის კომპლექსებისა, რომლებიც დამახასიათებელია კუნძულთა რკალებისა და ძველი გეოსინკლინებისათვის.

G. D. DUMBADZE

SOME FEATURES OF CHEMISM OF THE ROCKS OF BUULGEN
SERIES

Summary

Investigation of the petrochemical features of the rocks of Buulgen series shows that they represent typical tholeiites which are close to the rocks of the third oceanic strata. Due to the deposition of the series under the section of the crystalline substratum of the Greater Caucasus and the specific melanocratic composition, the author assumes that the series in question may be considered to be a complex of the basement of an old system of island arc of the Greater Caucasus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе. Проблемы строения земной коры и верхней мантии, № 7. М., 1970.
2. М. Л. Сомин. Доюрское основание Главного хребта и Южного склона Большого Кавказа. М., 1970.
3. Г. Д. Думбадзе. Сообщения АН СССР, 78, № 2, 1975.
4. М. С. Марков. Труды ГИН АН СССР, вып. 268. М., 1975.
5. A. Miyashiro. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 3, 1975.



Т. В. ИВАНИЦКИЙ, М. Ш. КАВИЛАДЗЕ

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СЕРЫ БАРИТОВЫХ И БАРИТСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Рубинштейном 8.6.1977)

С конца 50-х годов на основании работ А. В. Трофимова, Г. Тода и др. при рассмотрении проблемы источника рудного вещества стали использоваться и данные по изотопному составу серы.

Знание источника серы не менее важно, чем рудных элементов при решении генезиса многих месторождений. Предполагается, что в гидротермальных рудных месторождениях сера преимущественно маятйного или корового происхождения, но может быть в значительной степени заимствована также из морских осадочных толщ, где она находилась в основном в сульфатной форме. При рудообразовании часто наблюдается изменение окислительно-восстановительных условий, что, видимо, обуславливает возникновение минеральных ассоциаций, в которых сера находится в виде ионов разной валентности. Известно, что шестивалентная сера природных образований характеризуется утяжеленным изотопным составом. Это характерно и для сульфатов, генетически связанных с сульфидами. Однако отмеченная особенность не может быть интерпретирована однозначно, как следствие различия источников серы сульфидов и сульфатов, так как фракционирование серы из одного источника могло произойти и в течение процесса рудообразования.

Из месторождений Грузии с позиции изотопного состава шести- и двухвалентной серы вопрос ее источника рассматривался для Квайсинского и Чордского месторождений [1]. Кроме того, опубликованы [2] некоторые данные о составе серы баритов Маднеульского месторождения. С целью пополнения фактического материала нами были проведены добавочные исследования (рис. 1).

Из полученных данных в первую очередь следует, что сульфатная сера имеет значительно более тяжелый изотопный состав, чем сульфидная. Такая картина хорошо согласуется с литературными данными по другим регионам. В исследованных нами месторождениях δS^{34} баритов колеблется в интервале $+31 \pm 10\%$, в то время как в ассоциирующихся с баритом сульфидах спектр δS^{34} варьирует от $+3$ до -10% ; эти вариации не учитывают рассматривающихся ниже данных по Квайсинскому и Чордскому месторождениям.

Значительное утяжеление сульфатной серы по сравнению с метеоритной в сульфат-сульфидных ассоциациях, за редкими исключениями, является твердо установленным фактом. Однако нет полного единства во взглядах в отношении источника серы и механизма возникновения этих ассоциаций.

В настоящее время считается, что сульфат-сульфидные ассоциации в гидротермальных месторождениях возникают в результате окис-

ления сульфидной серы до сульфата или же путем редукции сульфатов рудоносных растворов с возникновением сероводорода. Изотопным критерием для первого случая является некоторое облегчение как сульфатной, так и сульфидной серы, а для второго — утяжеление сульфатной серы в ходе процесса рудообразования, сравнительное облегчение и значительная дисперсия δS^{34} сульфидной серы.

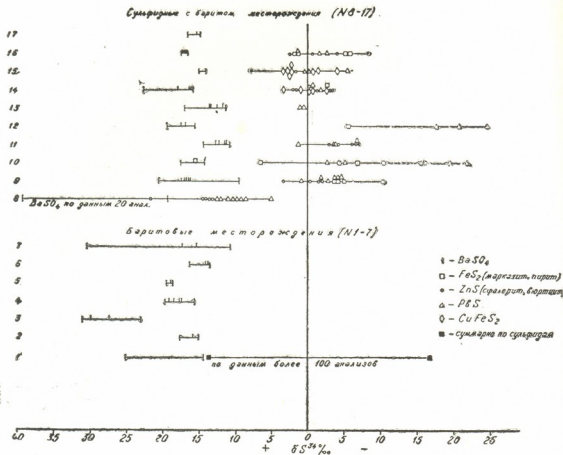


Рис 1. Изотопный состав серы баритов и ассоциирующих с ними сульфидов главных месторождений Грузии: эпитермальные баритовые: 1 — Чорди, 2 — Жовети, 3—Циплари, 4—Хардисар (Кударо), 5—Кодори, 6—Ханши, 7—Апшра; теле-термальные свинцово-цинковые с баритом и баритовые галенит-сфалеритсодержащие: 8—Квайса, 9—Хвамли, 10—Тхмори, 11—Окурети, 12—Зуби; эпитермальные баритовые галенит-сфалеритсодержащие: 13 — Теллари, 17—Баритисхеви; мезотермальные полиметаллические с баритом: 14 — Канлы-Кая, 15—Дамблудка; вулканогенно-гидротермальные субмаринные барито-свинцово-цинковые: 16—Маднеули. Произведено свыше 160 измерений, из них баритов — 85. Анализы выполнены в лаборатории стабильных изотопов Тбилисского государственного университета. По Чордскому месторождению сера баритов и сульфидов изучалась в более чем 100 образцах [1].

По данным, приведенным в [3, 4], присутствие в рудах сульфатов с высоким содержанием S^{34} указывает на образование ассоциирующих сульфидов в результате сульфатредуцирующих процессов. Такое представление основано на том, что утяжеление сульфата происходит главным образом за счет редукции. По мнению же некоторых авторов [5, 6], накопление S^{34} в сульфатах может происходить и в результате других геохимических процессов.



По значению δS^{34} и дисперсии этого параметра особое положение занимают Квайсинское свинцово-цинковое с баритом и Чордское баритовое месторождения. Для руд Квайсы характерно резкое утяжеление как сульфатной, так и сульфидной серы; δS^{34} сульфатной серы растянут от +19,1 до +39,0‰, а сульфидной попадает в область сульфатной серы других сульфидных с баритом месторождений.

Некоторое сходство с сульфидами Квайсы проявляют сульфиды Чордского месторождения, сера которых заметно утяжелена. В то же время δS^{34} сульфатной серы Чорди не превышает 25‰ и в целом соответствует δS^{34} других баритовых месторождений.

В отношении значений δS^{34} сульфидов Квайсы нами была высказана мысль, что они могут быть связаны с заимствованием серы гидротермальными растворами из гипсоносных отложений верхнеоксфордско-кимеридж-титонского возраста [7].

Учитывая геологическую обстановку и данные по изотопии серы, можно считать, что сульфидная сера Квайсы в своей главной массе сформирована путем редукции сульфата, что влекло за собой и значительное утяжеление остаточного сульфата.

Для баритового месторождения Чорди Г. Д. Загряжской [1] установлено, что сульфидная сера образовывалась за счет химического восстановления сульфата гидротермальных растворов. В формировании изотопного состава серы рудоносных растворов Чорди, как и в случае Квайсы, существенная роль принадлежала, видимо, морскому сульфату или пластовым сульфатным водам. Следует полагать, что аналогичный Квайсе и Чорди первоисточник серы имеют и некоторое изученные месторождения барита.

На рис. 1 обращает на себя внимание и то, что сульфатная сера баритовых месторождений по сравнению с сульфатной серой сульфидных с баритом месторождений (данные по Квайсе из-за их аномальности не учитываются) в некоторой степени обогащена S^{34} .

Исходя из этого можно предположить, что сульфатная сера этих месторождений образовалась за счет окисления гидротермальной сульфидной.

Таким образом, исследование изотопного состава серы сульфат-сульфидных ассоциаций месторождений Грузии выявляет довольно пеструю картину. Анализ полученных данных позволяет заключить, что, кроме мезотермальных медно-полиметаллических месторождений, по источнику серы все остальные месторождения гетерогенны. Сера в них как глубинного происхождения, так и заимствована из нижележащих вулканогенно-осадочных толщ, содержащих как сульфатную серу морского происхождения, так и биогенно-осадочную сульфидную (конкреции пирита); не исключена также возможность участия в рудообразовании и сульфатных пластовых вод.

Сульфат-сульфидные ассоциации в исследованных месторождениях, по всей вероятности, возникают за счет химической редукции сульфатного и окисления сульфидного растворов.

თ. ივანიჭკი, შ. კავილადე

საქართველოს ბარიტის და ბარიტოზომცვლილი სულფიდური
 კიდროთერმული საბადოების გოგირდის იზოტოპური შემადგენლობა

რეზიუმე

გოგირდის იზოტოპური ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ შეს-
 წავლილ საბადოებში სულფატური გოგირდი ბევრად უფრო მძიმეა სულფი-
 დურზე. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ამ საბადოების გოგირდს სხვადასხვა
 წყარო აქვს. ნაგარაუდევია, რომ სულფატ-სულფიდური ასოციაციები წარ-
 მოიქმნებიან ჰიდროთერმების სულფატის ქიმიური რედუქციით და სულფი-
 დური გოგირდის დაჟანგვით.

GEOCHEMISTRY

T. V. IVANITSKI, M. Sh. KAVILADZE

THE ISOTOPIC COMPOSITION OF SULPHUR IN THE BARITIC
 AND BARITE-BEARING HYDROTHERMAL SULPHIDE DEPOSITS
 OF GEORGIA

Summary

Analysis of the isotopic composition of the sulphur of the title depo-
 sits has shown that sulphate sulphur is much heavier than sulphide sulphur.
 Different sources of sulphur are assumed for these ores. The sulphate-sul-
 phide associations are believed to be the result of chemical reduction of the
 hydrothermal sulphate and sulphide sulphur oxidation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Загряжская. Автореферат канд. дисс. М., 1974.
2. Г. А. Твалчрелидзе, В. И. Буадзе, М. Ш. Кавиладзе. Сб. «Очерки современной геохимии и аналитической химии». М., 1972.
3. В. И. Виноградов. Геология рудных месторождений, № 3, 1964.
4. В. И. Виноградов. Сб. «Изотопы серы и вопросы рудообразования». М., 1967.
5. В. А. Гриценко, Л. Н. Гриненко, Г. Д. Загряжская. Геохимия, № 4, 1969.
6. В. А. Гриненко, Л. Н. Гриненко. Геохимия изотопов серы. М., 1974.
7. Т. В. Иваницкий, М. Ш. Кавиладзе, М. М. Рубинштейн. Геохимия, № 7, 1975.



ГЕОХИМИЯ

Г. Д. СУПАТАШВИЛИ

ГЛАВНЫЕ ИОНЫ И НЕКОТОРЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ
В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 23.6.1977)

В 1976 г. во время научной экспедиции НИС «Академик Курчатов» нами был изучен химический состав атмосферных осадков северо-западной части Индийского океана. Сбор проб и определение главных ионов проводились по ранее описанной методике [1, 2]. Содержание бора определялось экстракционно-фотометрически [3], а металлов-микроэлементов — на атомном адсорбциометре (Перкин-Элмер, модель 303). Химические анализы выполнялись в основном в лабораториях корабля.

Атмосферные осадки исследуемого региона — слабокислые, ультрамагоминерализованные воды хлоридного класса типа натрия (табл. 1). По содержанию главных ионов они уступают атмосферным осадкам центральной и южной частей Тихого океана [1]. Причинами разности в содержании главных ионов являются, вероятно, различные метеорологические условия, предшествующие и сопровождающие выпадение осадков. В Индийском океане они менее благоприятны для образования аэрозолей, чем в Тихом океане. Так, скорость ветра в Индийском океане в среднем на 1,7 м/сек меньше, чем при сборе проб атмосферных осадков в Тихом океане. С увеличением скорости ветра на 1 м/сек содержание главных ионов в атмосферных осадках увеличивается на 8—10 мг/л [1]. Кроме того, выпадение осадков в Индийском океане более продолжительно и интенсивно, часто они носят ливневый характер (пробы № 5, 9, 13, 14). С увеличением этих параметров как на суше, так и над океаном минерализация атмосферных осадков уменьшается [1, 4]. В последовательно взятых пробах (№ 6—8, 9—11, 13—14) содержание главных ионов снижается за счет вымывания аэрозолей предыдущими фракциями дождевых вод.

В пробах атмосферных осадков Атлантического океана, собранных примерно в таких же метеоусловиях, в каких собирались наши пробы, содержание Ca^{2+} , Mg^{2+} и Cl^- , по данным В. Д. Коржа [5], совпадает с полученными нами результатами (Ca^{2+} —0,58, Mg^{2+} —0,63 и Cl^- —4,3 мг/л, [5]). Методы анализа проб в обоих случаях были одинаковы.

Несмотря на заметную разницу в минерализации атмосферных осадков Тихого и Индийского океанов, соотношения $\text{Cl}:\text{Na}$ близки (1,67 и 1,63). Пределы колебания коэффициента $\text{Cl}:\text{Na}$ узки (1,48—1,88, табл. 1). С увеличением скорости ветра при выпадении осадков соотношение $\text{Cl}:\text{Na}$ увеличивается и приближается к соотношению этих ионов в океанской воде.

Таблица 1

Химический состав атмосферных осадков Индийского океана

№	Дата	Время	Место	pH	мг/л							В мкг/л	Соотношения		
					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		Σи	Cl/Na	V/Cl
1	9.4	15,5—16	44°30' в.д., 03°50' ю.ш.	6,56	13,3	10,0	1,0	1,4	9,0	1,2	1,5	37,4	56	1,48	0,0042
2	19.4	22—24	г. Таматаве	5,00	4,2	4,8	0,0	0,7	2,7	0,5	1,0	13,9	49	1,56	0,0117
3	26.4	8,5—9	66°11' в.д., 17°03' ю.ш.	5,10	7,0	5,2	0,0	—	4,4	1,0	1,2	18,8	—	1,59	—
4	30.4	10—12	65°00' в.д., 12°25' ю.ш.	6,72	15,5	8,0	0,0	—	8,2	1,2	2,1	38,3	—	1,89	—
5	5.5	13—13,3	65°00' в.д., 00°00'	5,85	7,5	5,2	0,0	1,0	4,6	0,7	0,9	19,9	49	1,63	0,0065
6	13.5	8—14	г. Коломбо	5,08	4,7	8,0	0,0	0,5	3,1	1,0	1,2	18,5	57	1,48	0,0121
7	13.5	14—16	г. Коломбо	5,20	3,6	5,2	0,0	0,3	2,3	0,8	0,8	13,0	38	1,52	0,0106
8	13.5	16—17	г. Коломбо	5,47	3,7	3,6	0,0	0,6	2,5	0,3	0,6	11,3	30	1,57	0,0081
9	14.5	16—18	74°57' в.д., 04°52' с.ш.	5,56	4,5	3,4	0,0	0,7	2,7	0,6	0,6	12,5	34	1,67	0,0076
10	14.5	19—20	"	5,36	2,6	1,0	0,0	0,3	1,6	0,2	0,2	5,9	25	1,63	0,0096
11	14.5	20—21	"	5,18	3,0	1,1	0,0	0,3	1,6	0,3	0,2	6,5	18	1,88	0,0060
12	15.5	15—15,3	г. Мале	5,70	8,5	4,0	0,0	0,8	5,3	0,7	0,5	19,8	—	1,60	—
13	19.5	00—01	66°57' в.д., 08°56' с.ш.	5,84	5,6	2,0	0,0	0,3	3,5	0,4	0,3	12,1	34	1,60	0,0061
14	19.5	01—03	66°59' в.д., 09°01' с.ш.	5,63	3,4	1,0	0,0	0,3	2,2	0,2	0,2	7,3	30	1,55	0,0088
		Среднее		5,59	6,2	4,5	0,0	0,6	3,8	0,7	0,8	16,6	38	1,63	0,0061

По сравнению с океаном, атмосферные осадки океана обогащены калием. Соотношение К:Сl в океанской воде равно 0,02, а в атмосферных осадках Индийского и Тихого океанов — соответственно 0,10 и 0,08. Таким образом, коэффициент обогащения атмосферных осадков калием равен 4,5.

Таблица 2

Некоторые микроэлементы в атмосферных осадках Индийского океана

Дата	Время	мкг/л			
		Cu	Zn	Ni	Fe
9.4	15,5—16	4,2	9,1	2,4	8,8
13.5	8—14	2,6	3,5	1,7	5,8
13.5	14—16	2,0	7,1	2,3	2,3
19.5	00—01	3,3	3,5	1,7	1,4
19.5	01—03	2,4	4,4	4,5	4,4

Атмосферные осадки океана еще более обогащены тяжелыми металлами (табл. 2). Соотношение концентрации этих элементов с хлором в атмосферных осадках в среднем на три порядка больше, чем в океанской воде. Загрязнение проб осадков брызгами океанской воды, если это даже имело бы место, не может объяснить этот факт, так как содержание этих микроэлементов в океанской и атмосферной воде одинакового порядка. Реального дополнительного источника тяжелых металлов для атмосферных осадков океана нет. Пока единственной причиной обогащения атмосферных осадков океана тяжелыми металлами можно считать поверхностную пленку океана. В поверхностном микрослое океанской воды, а также в образующейся пене, по сравнению с толщей океанской воды, содержание органических веществ и ряда микроэлементов значительно больше [6, 7]. По некоторым данным [8], соотношение переходных металлов с натрием в поверхностной пленке на 3—4 порядка больше, чем в толще воды. В обменных процессах океан-атмосфера именно поверхностный слой океана принимает активное участие. Полученные нами результаты не являются исключением. Необъяснимо высокие содержания меди, цинка и др. были найдены в морских аэрозолях в районе Бермудских островов [9].

По данным литературы, среднее содержание бора в атмосферных осадках океанов или прибрежных зонах колеблется в пределах 19—40 мкг/л, при экстремальных величинах — в пределах 2—65 мкг/л, [1, 10, 11]. В атмосферных осадках Индийского океана среднее содержание бора — 38 мкг/л, а пределы колебания — 18—57 мкг/л (табл. 1).

С увеличением продолжительности выпадения осадков, аналогично главным ионам, содержание бора в осадках уменьшается (пробы 6—8, 9—11, 13—14, табл. 1). Содержание бора в осадках коррелируется с содержанием хлора и величиной суммы главных ионов. Коэффициенты частной корреляции равны соответственно 0,65 и 0,80 (при значимости $r \geq 0,56$, когда $P=0,95$).

Соотношение В:Сl в атмосферных осадках океана стабильное. Оно в среднем в 31 раз больше, чем в океанской воде. Причиной увеличения относительного содержания бора в атмосфере и атмосферных

ოსადაკ მორე, ოკეანოს დ პრირეჟნოჟ ზონ სჩიტაეტა ვოზმოჟნოჟ-ულეტუჩივანო ბორნოი სილოთა იზ ოკეანო სოი. ობიასნენი ლოგიკონო დ დოკაზანო ექსპერიმენტალთა [12, 13].

თბილისოი გოსუდარსთენნოი უნივერსიტე

(პოსტუპილო 24.6.1977)

გეოქიმიო

ბ. სუპატაშვილი

მთავარი იონები დ ზოგნიერთი მიკროელემენტი ინდოეთის ოკეანის ატმოსფერულ ნალექებში

რეზიუმე

ინდოეთის ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის ატმოსფერული ნალექები მიეკუთვნებიან მცირედ მინერალიზებულ, ქლორიდული კლასის, ნატრიუმის ტიპის წყლებს (საშუალო მინერალიზაცია — 16,6 მგ/ლ). ატმოსფერული ნალექები ოკეანის წყალთან შედარებით შესამჩნევად არიან გაამდიდრებული კალიუმით, ბორით დ ზოგიერთი სხვა მიკროელემენტით (Cu, Zn, Ni დ Fe). ამის მიზეზად უნდა ჩაითვალოს ორგანული შენაერთებით დ მიკროელემენტებით მდიდარი ოკეანის ზედაპირული აპკი. დადგენილია ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის კავშირი მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან.

GEOCHEMISTRY

G. D. SUPATASHVILI

THE MAIN IONS AND SOME MICROELEMENTS IN THE
 PRECIPITATION OF THE INDIAN OCEAN

Summary

The distribution of the main ions and some microelements (B, Cu, Zn, Ni, Fe) in the precipitation of the north-western part of the Indian Ocean has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Супаташвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 1, 1977.
2. Г. Д. Супаташвили. Труды ГТУ, т. 167, 1976.
3. И. М. Коренман, Л. Б. Сидоренко. Труды по химии и химической технологии Горьковского ун-та, вып. 1, 1965.
4. Г. Д. Супаташвили. Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 63, 1973.
5. В. Д. Корж. Океанология, т. XIII, вып. 6, 1973.
6. S. R. Piotrowicz, B. I. Ray. J. Geophys. Res., 77, № 27, 1972.
7. С. М. Драчев, А. А. Былинкова. Сб. «Химические ресурсы морей и океанов». М., 1970.
8. R. A. Duce, B. I. Ray. Geophys. Res. Lett. 3, № 6, 1976.
9. D. R. Barker, H. Zeitlin. J. Geophys. Res., 77, № 27, 1972.
10. С. В. Брувич, В. Д. Корж. Океанология, т. XI, вып. 3, 1971.
11. А. Ф. Горбов. Геохимия бора. Л., 1976.
12. J. A. Gast, T. G. Thompson. Tellus, 11, № 3, 1959.
13. M. A. Kessick, J. V. Matson. Tellus, 27, № 5, 1975.

Д. Г. ДЖАНКАРАШВИЛИ, А. П. ЧИЖАС

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
 НАПРЯЖЕННОЙ ВАНГОВОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМЕ
 ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПАРАБОЛОИДА С УЧЕТОМ
 ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 3.5.1977)

Состояние предельного равновесия для преднапряженного «гипара» зависит от физических свойств материала вант. Если материал вант идеально упруго-пластический (рис. 1,а), то предельное равновесие в такой системе соответствует моменту, когда в каком-либо узле несущая ванта течет, а стягивающая выключена [1, 2].

Если материал вант идеально упруго-пластический с линейным упрочнением (рис. 1,б), то предельное состояние по вышеприведенным признакам не может наступить. Ванта может нести нагрузку до бесконечности. В этом случае становится обязательным дополнительное условие: ограничение деформированного состояния системы. При идеально упруго-пластическом материале такое ограничение также желательно.

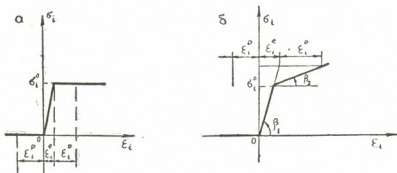


Рис. 1

В работе приняты следующие исходные условия и допущения: очертание вант считается пологим, т. е. $f/l \leq 0,1$; нагрузка прикладывается только к свободным узлам в вертикальном направлении; контур закрепления вант считается абсолютно жестким.

Следует [3], будем пользоваться терминами «проверочная задача» и «проектная задача». Если ставится однопараметрическая проверочная задача (заданы предельные усилия в вантах N_j^0 , соотношения $\eta_j = P_j/P^0$, $j=1, 2, \dots, r$, где P_j —нагрузка, приложенная к j -му узлу системы и отыскивается параметр P^0) или однопараметрическая проектная задача (заданы P^0 , соотношения $\gamma_i = F_i/F^0$, $i=1, 2, \dots, n$, где F_i —площадь поперечного сечения i -й ванты и отыскивается параметр F^0), то схема математической модели будет следующей:

$$P^0 \rightarrow \max \text{ или } F^0 \rightarrow \min; \quad (1)$$

- геометрические уравнения совместности деформаций и перемещения; (2)
 уравнения равновесия; (3)
 физические уравнения; (4)
 ограничения напряженного состояния; (5)
 ограничения деформированного состояния; (6)
 условия развития пластических деформаций. (7)

Для вантовой системы используется шарнирно-стержневая модель. Чтобы задать шарнирно-стержневую систему, необходимо иметь информацию об инцидентности ее j -узлов и k -стержней. Матрица инцидентности представляется прямоугольной матрицей A , элементы которой определяются:

$$a_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если стержень } k \text{ соединяет узел } j \text{ с узлом, номер которого} \\ & \text{больше } j; \\ -1, & \text{если стержень } k \text{ соединяет узел } j \text{ с узлом, номер которого} \\ & \text{меньше } j, \text{ или с контурным узлом;} \\ 0, & \text{если стержень } k \text{ не подходит к узлу } j. \end{cases}$$

Аналогично получается матрица B инцидентности между вантами и стержнями:

$$b_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-й стержень принадлежит } i\text{-й ванте;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Напряженно-деформированное состояние вантовой системы описывается векторами $N = (N_1, N_2, \dots, N_l, \dots, N_n)^T$, $N^* = (N_1^*, N_2^*, \dots, N_l^*, \dots, N_n^*)^T$, $\epsilon = (\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_l, \dots, \epsilon_n)^T$, $w = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_r)^T$, где N_i — усилия в i -й ванте от нагрузки, N_i^* — от преднапряжения, ϵ_i — деформация i -й ванты, w_j — вертикальное перемещение j -го узла, z_j — координата свободного узла, z_0 — опорного узла.

Геометрические уравнения совместности деформации и перемещения в геометрически нелинейной постановке имеют вид

$$B^T G B \epsilon - B^T G^{-1} [A^T \odot (Az + A_0 z_0 + 1/2 A w)]^T w = 0; \quad (8)$$

в геометрически линейной постановке:

$$B^T G B \epsilon - B^T G^{-1} [A^T \odot (Az + A_0 z_0)]^T w = 0. \quad (9)$$

Уравнения равновесия в геометрически нелинейной постановке:

$$[A^T \odot (Az + A_0 z_0 + A w)] G^{-1} B N + [A^T \odot (G^{-1} B N^*)] A w - \eta P^0 = 0; \quad (10)$$

в геометрически линейной постановке:

$$[A^T \odot (Az + A_0 z_0)] G^{-1} B N + [A^T \odot (G^{-1} B N^*)] A w - \eta P^0 = 0. \quad (11)$$

Знак \odot означает несобственное произведение матрицы на вектор.

Деформация вант в общем случае состоит из упругой и пластической частей:

$$\epsilon = \epsilon^e + \epsilon^p.$$

Упругая часть деформации

$$\epsilon^e = D N, \quad (12)$$

где $D^p = \text{diag}\{(E_i F_i)^{-1}\}$ — матрица физической податливости системы. При упруго-пластическом линейно упрочняющемся материале (рис. 1,б) пластическая деформация вант имеет вид

$$\varepsilon^p = D^p N^p, \tag{13}$$

где

$$D^p = \text{diag} \|(E_i^* F_i)^{-1}\|, \quad E_i^* = 1/(\text{ctg } \beta_2 - \text{ctg } \beta_1)_i$$

$$N_i^p = N_i + N_i^* - N_i^0, \quad N_i^0 = \sigma_i^0 F_i, \quad i = 1, 2, \dots, n_c,$$

n_c — число несущих вант.

В математическую модель надо также внести знакоограничения пластической деформации

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_i^p &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ \varepsilon_i^p &\leq 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n, \end{aligned} \right\} \tag{14}$$

где точкой обозначены приращения пластических деформаций. Сокращение расстояния между концами стягивающей ванты принимается в расчет как некоторая условная отрицательная пластическая деформация.

При идеально упруго-пластическом материале вант общее усилие ($N_i + N_i^*$) в ванте может увеличиться до усилия текучести $N_i^0 = \sigma_i^0 \gamma_i F^0$ и уменьшиться до нуля. Следовательно, пределы изменения усилия следующие:

$$\left. \begin{aligned} N_i + N_i^* - \sigma_i^0 \gamma_i F^0 &\leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ -N_i - N_i^* &\leq 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n. \end{aligned} \right\} \tag{15}$$

При упруго-пластическом линейно упрочняющемся материале вант ограничения усилия вводятся только снизу:

$$-N_i - N_i^* \leq 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n. \tag{16}$$

Ограничение деформированного состояния имеет вид

$$w_j - w^0 \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, r, \tag{17}$$

где w^0 — предельное значение состояния перемещения.

Условия развития пластических деформаций при идеально упруго-пластическом материале вант имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_i^p \cdot (N_i + N_i^* - \sigma_i^0 \gamma_i F^0) &= 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ \varepsilon_i^p \cdot (N_i + N_i^*) &= 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n. \end{aligned} \right\} \tag{18}$$

При упруго-пластическом линейно упрочняющемся материале вант:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_i^p (N_i + N_i^* - \sigma_i^0 \gamma_i F^0 - (D^p)_i^{-1} \varepsilon_i^p) &= 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ \varepsilon_i^p (N_i + N_i^*) &= 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n. \end{aligned} \right\} \tag{19}$$

Ниже приводится математическая модель проверочного расчета для идеально упруго-пластического материала вант в геометрически нелинейной постановке:

$$\begin{aligned} P_0 &\rightarrow \max, & (a) \\ B^T G B D N + B^T G B \varepsilon^p - B^T G^{-1} [A^T \odot (A z + A_0 z_0 + 1/2 A w)]^T w &= 0, & (б) \\ [A^T \odot (A z + A_0 z_0 + A w)] G^{-1} B N + [A^T \odot (G^{-1} B N^*)] A w - \eta P^0 &= 0, & (в) \\ N_i + N_i^* - \sigma_i^0 \gamma_i F^0 &\leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, & (г) \\ -N_i - N_i^* &\leq 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n, & (д) \\ w_j - w^0 &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, r, & (е) \\ \left. \begin{aligned} \varepsilon_i^p &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ -\varepsilon_i^p &\geq 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n, \end{aligned} \right\} & (ж) \\ \left. \begin{aligned} \varepsilon_i^p \cdot (N_i + N_i^* - \sigma_i^0 \gamma_i F^0) &= 0, \quad i = 1, 2, \dots, n_c, \\ \varepsilon_i^p \cdot (N_i + N_i^*) &= 0, \quad i = n_c + 1, \dots, n. \end{aligned} \right\} & (з) \end{aligned} \tag{20}$$

Так же можно строить математические модели с различными ограничениями напряженно-деформированного состояния, как поверочного, так и прсектного расчета преднапряженного «гипара» для упруго-пластического линейно упрочняющегося материала вант.

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

Вильнюсский инженерно-
 строительный институт

(Поступило 3.6.1977)

საშენობლო მეცნიერება

დ. ჯანკარაშვილი, ა. ჩიჯასი

წინასწარ დაკაბული ჰიპერბოლოური პარაბოლოიდის ფორმის
 ვანტური სისტემის ანბარიშის მათემატიკური მოდელიზი მასალის
 პლასტიკური თვისებების გათვალისწინებით

რეზიუმე

მოყვანილია საპროექტო და შემოწმებითი ერთპარამეტრიანი ამოცანის მათემატიკური მოდელის საერთო სქემა. ვანტებად აღებულია იდეალური დრეკად-პლასტიკური და დრეკად-პლასტიკური წრფივი გამტკიცების თვისებების მქონე მასალა. მატრიცა თეორიის გამოყენებით სქემაში შემავალი განტოლებები და უტოლობები მოყვანილია როგორც გეომეტრიულად წრფივი, ისე არაწრფივი სახით. მოცემულია ინციდენციის მატრიცის აგების ხერხი. განხილულია მათემატიკური მოდელის აგების მაგალითი.

STRUCTURAL MECHANICS

D. G. JANKARASHVILI, A. P. CHIZHAS

MATHEMATICAL MODELS OF CALCULATION PROBLEMS OF
 PRESTRESSED GUY SYSTEM IN HYPERBOLIC PARABOLOID FORM
 WITH ACCOUNT OF THE PLASTIC PROPERTIES OF THE MATERIAL

Summary

In the linear and non-linear geometrical statement the mathematical models of control and design calculation problems of a prestressed guy system in hyperbolic paraboloid form are given. The guy material is ideally elasto-plastic and elasto-plastic with linear strengthening.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. А х в л е д и а н и. Сообщения АН ГССР, 56, № 2, 1969.
2. А. Г. В а ч н а д з е. Экспериментально-теоретическое исследование несущей способности геометрически неизменяемых вантовых систем в форме гиперболического параболоида. Тбилиси, 1974.
3. А. А. Ч и р а с. Методы линейного программирования при расчете упруго-пластических систем. Л., 1969.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

3. А. КУЧУХИДЗЕ

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ЗАМЕНЫ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧЕЙ
 ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ РАСЧЕТА СОВМЕСТНОГО
 ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ И ГРУНТА ОСНОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 8.6.1977)

В инженерной практике для упрощения решения фактической трехмерной задачи совместного деформирования здания и грунтовой среды основания, как правило, исходят из расчетной модели, отвечающей плоской задаче. Применением метода конечных элементов в настоящей работе показано, что такой путь упрощения может привести к недопустимым погрешностям. Для наглядности в качестве нагрузок, действующих на здание и массив грунта, рассмотрены: в одном случае вертикальные силы от собственного веса, приложенные к узлам конечных элементов, в другом случае горизонтальные силы 0,5 от собственного веса, приложенные к тем же узлам и в определенной степени моделирующие сейсмическое воздействие. В качестве рассчитываемой пространственной упругой системы выбрано 5-этажное здание высотой 17,5 м (рис. 1, а, б) при размерах в плане

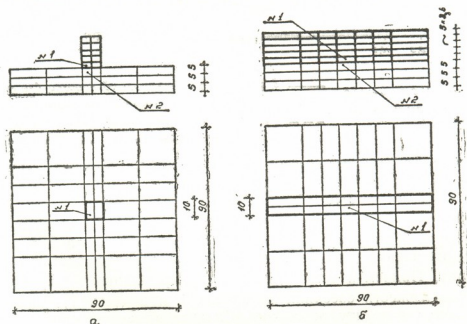


Рис. 1. Схемы разбивки на конечные элементы системы «здание—грунтовая среда»: а — трехмерная задача, б — двухмерная задача

10×10 м, причем грунтовая среда моделирована прямоугольной призмой высотой 15 м и размерами в плане 90×90 м. Считается, что эта призма из мягкого грунта опирается на практически не деформируемую скальную породу. Для получения из этой пространственной моде-
 26. „მეცნიერება“, ტ. 87, № 2, 1977.

ли системы «здание — грунтовая среда» модели, отвечающей плоской задаче, рассмотрен случай, когда протяженность того же здания равняется протяженности призмы грунтовой толщи (рис. 1). На том же рисунке схематично показана разбивка расчетных моделей на конечные элементы. В качестве элементов используются прямоугольные призмы. Расчет производится методом конечных элементов. Вопрос о выборе функции перемещения для данной формы элемента является важным в методе конечных элементов. Для произвольной точки внутри такой прямоугольной призмы нами принята функция перемещения в виде степенного ряда

$$u = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y + \alpha_4 z + \alpha_5 xy + \alpha_6 yz + \alpha_7 zx + \alpha_8 x^2 + \alpha_9 y^2 + \dots$$

В результате приравнивания перемещений узловых точек и после подстановки узловых координат получается система из 24 алгебраических уравнений, откуда легко найти величины коэффициента α .

В остальном метод конечных элементов применен по уже известной теории [1].

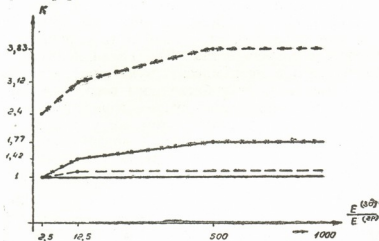


Рис. 2

Условные обозначения: — в здании от горизонтальной нагрузки для з.м.1; - - - в здании от вертикальной нагрузки для з.м.1; - · - · в грунте от горизонтальной нагрузки для г.м.2; · · · · в грунте от вертикальной нагрузки для г.м.2

Рис. 2. Графики зависимости коэффициента k от отношения модулей

$$\text{упругости } \frac{E^{(зд)}}{E^{(гр)}} \text{ при } E^{(гр)} = 2000 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$$

На рис. 2 даны графики изменения коэффициента k в зависимости от отношения модулей упругости материалов здания и грунта основания. Причем k есть отношение нормальных напряжений σ_{yy} в центрах тяжести соседних элементов 1 и 2 (рис. 1), принадлежащих зданию и грунту основания. Следует заметить, что используется модуль упругости здания, приведенный к случаю, если бы здание представляло сплошное тело, так что

$$k = \frac{\sigma_{yy}^{(зд)}}{\sigma_{yy}^{(гр)}}$$

где $\sigma_{yy}^{(зд)}$ — нормальное напряжение в здании или в грунте основания при рассмотрении плоской задачи; $\sigma_{yy}^{(гр)}$ — нормальное нап-

რეაქციაში ან ძაბვაში ან გრუნტის დატვირთვაში ან გრუნტის დატვირთვაში ან გრუნტის დატვირთვაში

Как видно из графиков, в случае вертикальной нагрузки погрешность замены трехмерной модели системы «здание—грунтовая среда» двухмерной может привести к значению коэффициента k , существенно большему единицы, что указывает на недопустимую погрешность такого упрощения метода расчета. То же можно сказать (рис. 3) и в

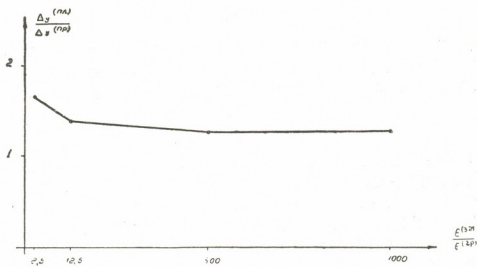


Рис. 3. Графики зависимости отношения $\frac{\Delta y^{(пл)}}{\Delta y^{(тр)}}$ от $\frac{E^{(зд)}}{E^{(гр)}}$

отношении вертикальных перемещений точек на контакте подошвы фундамента здания с грунтом основания. На этом рисунке дается график зависимости отношения $\Delta y^{(пл)}$ и $\Delta y^{(тр)}$ от величины $\frac{E^{(зд)}}{E^{(гр)}}$, где $\Delta y^{(пл)}$ и $\Delta y^{(тр)}$ —вертикальные перемещения точек на контакте элементов 1 и 2 соответственно при плоской и трехмерной задаче. Только при горизонтальной нагрузке в данном конкретном случае расчетное упрощение практически допустимо.

Расчеты выполнены на ЭВМ БСМ-6 Института прикладной математики Тбилисского государственного университета.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило 9.6.1977)

საგანმანათლებლო მემარნიბა

წ. კუჭუხიძე

შენიშვნის და ფუძის გრუნტის ერთობლივი დეფორმირების
საბანზოგოპილიმბინანი ამოცანის ბრტყელი ამოცანით შეცვლის
ცდომილების განსაზღვრა

რეზიუმე

სასრულო ელემენტების მეთოდის გამოყენებით განსაზღვრულია დრეკადი სისტემის „შენობა — ფუძის გრუნტის არეს“ დაძაბული და დეფორმირებული მდგომარეობა. შენობა და გრუნტის არე წარმოდგენილია სწორკუთხედი პრინციპით.

მიღებულია, რომ სამგანზომილებიანი ამოცანის ბრტყელი ამოცანით შეცვლა, რასაც ხშირად მიმართავენ საინჟინრო პრაქტიკაში, იწვევს დაუშვებელ ცდომილებას როგორც ძაბვების, ისე დეფორმაციების თვალსაზრისით.

STRUCTURAL MECHANICS

Z. A. KUCHUKHIDZE

ESTIMATION OF THE ERROR RESULTING FROM THE SUBSTITUTION
OF A PLANE PROBLEM FOR A THREE-DIMENSIONAL PROBLEM
OF SIMULTANEOUS DEFORMATION OF THE BUILDING AND
THE FOUNDATION SOIL

Summary

In order to simplify the solution of an actual three-dimensional problem of simultaneous deformation of the building and foundation soil it is common in engineering practice to proceed from a design model meeting the plane problem. Using the method of finite elements, it is shown in the present paper that this way of simplification can lead to impermissible errors in respect of both stress and deformations.

The author has designed an elastic system for two types of vertical and horizontal forces—acting separately—and proportional to own weight.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Зенкевич. Метод конечных элементов в технике. М., 1975.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. П. БУЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИЗГИБА ПОЛОГИХ СФЕРИЧЕСКИХ
 ОБОЛОЧЕК, ОСЛАБЛЕННЫХ КАКИМ-ЛИБО ОТВЕРСТИЕМ,
 НЕ ИМЕЮЩИМ УГЛОВЫХ ТОЧЕК

(Представлено академиком К. С. Завриевым 26.3.1977)

Рассмотрим пологую сферическую оболочку, ослабленную каким-либо очень малым отверстием, контур которого представляет пространственную кривую. Допустим, что на оболочку действует сосредоточенная сила P (точка приложения силы P не расположена на контуре отверстия).

Решим задачу изгиба. Для этого рассмотрим данную пологую оболочку без отверстия (отверстие заполним пространственной поверхностью) как основную, которую назовем «фиктивной оболочкой».

На фиктивной оболочке возьмем контур, который имеет круговое очертание.

На контур отверстия $|z|=r$ приложим равномерно распределенные поперечные усилия и равномерно распределенные изгибающие моменты.

Удалим из контура отверстия равномерно распределенные поперечные усилия и заменим его неизвестной равнодействующей силой \bar{P} в центре окружности $|z|=r$. Равномерно распределенные изгибающие моменты по той же окружности заменяются неизвестным равнодействующим сосредоточенным моментом \bar{M} .

Граничные условия контура отверстия запишем не только для отдельных точек контура отверстия [1, 2], но и для всего контура:

$$Q_r + \frac{1}{r} \frac{\partial H_{r\theta}}{\partial \theta} = 0,$$

$$M_r = -D \left[\frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} + \nu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) \right] = 0. \quad (1)$$

Учитывая значение $H_{r\theta}$ и Q_r , граничные условия отверстия (1) примут следующий вид:

$$\frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{(2-\nu)}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{(1-\nu)}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] = 0,$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left[\frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] = 0. \quad (2)$$

Как известно [3], расчет сферических пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений:

$$\frac{R}{Ehr_0^2} \nabla^2 \nabla^2 \varphi + \nabla^2 W = 0,$$

$$\nabla^2 \varphi - \frac{DR}{r_0^2} \nabla^2 \nabla^2 W + r_0^2 RZ = 0. \quad (3)$$

Здесь

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}. \quad (4)$$

Систему дифференциальных уравнений (2) можем представить в виде [2]

$$\nabla^2 \nabla^2 W + W - \frac{R^3}{Eh} Z = 0. \quad (5)$$

Систему (3) можно привести к одному комплексному уравнению [3, 4]

$$\nabla^2 \nabla^2 W + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{hR} W = \frac{Z}{D} \quad (6)$$

или к

$$\Delta_{\alpha\theta}^2 W + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{hR} r_0^2 \Delta_{\alpha\theta} W = r_0^2 \frac{Z}{D}. \quad (7)$$

Однородное уравнение, соответствующее уравнению (6), запишем в виде

$$\nabla^2 \nabla^2 W_0 + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{Rh} \nabla^2 W_0 = 0 \quad (8)$$

или

$$\nabla^2 \left(\nabla^2 + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{Rh} \right) W_0 = 0. \quad (9)$$

Непосредственная подстановка показывает, что общее решение уравнения (9) может быть представлено в виде

$$W_0 = W_1 + W_2, \quad (10)$$

где W_1 и W_2 соответственно общие решения уравнений

$$\nabla^2 W_1 = 0, \quad \nabla W_2 + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{Rh} W_2 = 0. \quad (11)$$

Дифференциальные уравнения (11) в переменных α и θ примут вид

$$\Delta_{\alpha\theta} W_1 = 0, \quad \Delta_{\alpha\theta} W_2 + iW_2 = 0. \quad (12)$$

Рассчитаем оболочку с круговым отверстием путем наложения прогибов.

Обозначим через W_p прогиб, вызванный нагрузкой P . Прогибы, вызванные сосредоточенной силой \bar{P} и изгибающим моментом \bar{M} , обозначим соответственно $W_{\bar{P}}$ и $W_{\bar{M}}$. Общий интеграл дифференциальных уравнений (3) обозначим через W_0 . Прогиб оболочки для рассмотренной двусвязной области будет иметь следующий вид:

$$W = W_0 + W_P^* + W_{\bar{P}}^* + W_{\bar{M}}^*. \quad (13)$$

Учитывая (10), W получит вид

$$W = W_1 + W_2 + W_P^* + W_{\bar{P}}^* + W_{\bar{M}}^*. \quad (14)$$

Для вычисления W_P^* , $W_{\bar{P}}^*$ и $W_{\bar{M}}^*$ применим метод Бубнова—Галеркина. В этом случае аппроксимируют прогиб W . Допустим, что P , \bar{P} и \bar{M} приложены соответственно в точках (r_1, θ_1) , (r_2, θ_2) и $(r_3, \theta_3) \sim (r_2, \theta_2)$.

Прогиб представим в форме рядов

$$W_j = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} W_{mn} = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} W_m(r) \Psi_n(\theta). \quad (15)$$

Учитывая свойства функции Дирака [1, 2, 5] постоянные A_{mn}^P , $A_{mn}^{\bar{P}}$, $A_{mn}^{\bar{M}}$ определяются из системы вариационных уравнений, имеющих следующий вид:

$$\int_0^R \int_0^{2\pi} \left(\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(P)} \nabla^2 \nabla^2 W_m(r) \Psi_n(\theta) + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(P)} W_m(r) \Psi_n(\theta) - \frac{R^3 P}{Eh} \delta(r - r_1) \delta(\theta - \theta_1) W_m(r) \Psi_n(\theta) \right) r dr d\theta = 0, \quad (16)$$

$$\int_0^R \int_0^{2\pi} \left(\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(\bar{P})} \nabla^2 \nabla^2 W_m(r) \Psi_n(\theta) + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(\bar{P})} W_m(r) \Psi_n(\theta) - \frac{R^3 \bar{P}}{Eh} \delta(r - r_2) \delta(\theta - \theta_2) W_m(r) \Psi_n(\theta) \right) r dr d\theta = 0.$$

Для вычисления $A_{mn}^{(\bar{M})}$ имеем два уравнения, которые с применением функций Дирака представлены аналогично (16) уравнения [1, 2, 6].

Рассмотрим теперь частный случай, когда оболочка испытывает осесимметричную деформацию. Тогда первое из уравнений (12) запишется в виде [4]

$$\frac{1}{\alpha} \frac{d}{d\alpha} \left(\alpha \frac{dW_1^*}{d\alpha} \right) = 0.$$

Интегрируя, получаем следующее решение:

$$W_1^* = C_1 + id_1 + (C_2 + id_2) \ln \alpha. \quad (17)$$

Общее решение второго из уравнений (12) запишется в виде

$$W_2 = (A_1 + iB_1) J_0(\sqrt{i}\alpha) + (A_2 + iB_2) K_0(\sqrt{i}\alpha), \quad (18)$$

где C_1 , C_2 , d_1 , d_2 , A_1 , A_2 , B_1 , B_2 —произвольные постоянные $J_0(\sqrt{i}\alpha)$ и $K_0(\sqrt{i}\alpha)$ —цилиндрические функции нулевого порядка [3, 4]. Прогиб будет иметь следующий вид:

$$W = W_P^* + W_{\bar{P}}^* + W_{\bar{M}}^* + C_1 + id_1 + (C_2 + id_2) \ln \alpha + (A_1 + iB_1) J_0(\sqrt{i}\alpha) + (A_2 + iB_2) K_0(\sqrt{i}\alpha), \quad (19)$$

где

$$W_P = \operatorname{Re} W_P^*, \quad W_{\bar{P}} = \operatorname{Re} W_{\bar{P}}^*, \quad W_{\bar{M}} = \operatorname{Re} W_{\bar{M}}^*.$$

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 16.6.1977)

საშენიანო მექანიკა

5. ბულია

ხვრეტიანი დამრეცი სფერული გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის
 შესახებ, როცა ხვრეტს საკუთხო წიფიცენტები არ გააჩნია

რეზიუმე

განხილულია ხვრეტიანი დამრეცი სფერული გარსის ღუნვის ამოცანა, როცა ხვრეტს საკუთხო კოეფიციენტები არ გააჩნია. კერძოდ, მოცემულია წრიული ხვრეტი. დამრეცი სფერული გარსის დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ინტეგრალი გაანგარიშებულია ცილინდრული ფუნქციებით, ხოლო კერძო ინტეგრალები გაიანგარიშება ბუბნოვ — გალიორკინის მეთოდით, რომელთა გამოთვლა მარტივდება დირაკის ფუნქციების გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF BENDING OF SLOPING SPHERICAL SHELLS WITH HOLES HAVING NO ANGULAR POINTS

Summary

The article discusses the problem of bending of a sloping spherical shell with hole, when this hole has no angular coefficients. Circular hole is specifically discussed. The general integral of the differential equation of sloping spherical shell has been calculated by cylindrical functions, and particular integrals estimated by the Bubnov-Galerkin method, the calculations being simplified by using Dirac functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
2. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
3. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
4. А. А. Назаров. Основы теории и методы расчета пологих оболочек. Л.—М., 1966.
5. П. Дирак. Основы квантовой механики. Л.—М., 1937.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ТОНКОЙ БЕЗМОМЕНТНОЙ ХРУПКО-ПЛАСТИЧНОЙ ОБОЛОЧКИ К ИССЛЕДОВАНИЮ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 16.6.1977)

В работах [1—5] исследуются некоторые аспекты теории непрерывной разливки стали на установках криволинейного типа с помощью полубезмоментной расчетной модели цилиндрических пластичных оболочек. В настоящей статье мы стремились предельно упростить расчетную схему не в ущерб ее универсальности, в смысле возможности определения в один прием как длины жидкой фазы и толщины корки металла, так и тех сил, действием которых обусловлено данное состояние заготовки.

Если разливка стали происходит на радиальных установках, которые предназначены для производства широких и тонких слябов, то усилия, возникающие в корке металла, можно подчинить условиям равновесия безмоментной цилиндрической оболочки, т. е.

$$\frac{\partial T_1}{\partial \xi} + \frac{\partial S}{\partial \theta} + a q_1 = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial \xi} + \frac{\partial T_2}{\partial \theta} + a q_2 = 0, \quad (2)$$

$$T_2 = a q_3, \quad (3)$$

где a —радиус технологической части установки, θ —центральный угол,

$\xi = \frac{x}{a}$ —безразмерная координата, отсчитываемая от средней точки начального сечения кристаллизатора $\left(-\frac{l}{2a} \leq \xi \leq \frac{l}{2a}\right)$, T_1 и T_2 —нормальные

усилия, S —сдвигающая сила, а q_1 , q_2 и q_3 —компоненты внешней нагрузки, из коих q_1 , вообще говоря, равняется нулю, влиянием q_2 также можно пренебречь, а что касается q_3 , то это—нормальная нагрузка, которая складывается из ферростатического давления и реакции поддерживающих роликов. Коль скоро ширина заготовки l намного превосходит ее толщину ($l \gg H$), естественно предположить, что q_3 от координаты ξ не зависит. Тогда на основании (1)—(3), с учетом того обстоятельства, что $q_1 = q_2 = 0$, можно написать

$$S = -a \frac{dq_3}{d\theta} \xi + \psi_1(\theta),$$

$$T_1 = \frac{a}{2} \frac{d^2 q_3}{d\theta^2} \xi^2 - \psi_1'(\theta) \xi + \psi_2(\theta),$$

где $\psi_1(\theta)$ и $\psi_2(\theta)$ — некоторые произвольные функции θ , которые подбираются в соответствии с граничными условиями. Последние имеют вид

$$S=0, \text{ при } \xi=0 \text{ и } T_1=0, \text{ при } \xi = \pm \frac{l}{2a}.$$

Соответственно,

$$S = -a \frac{dq_3}{d\theta} \xi$$

и

$$T_1 = -\frac{a}{2} \frac{d^2 q_3}{d\theta^2} \left(\frac{l^2}{4a^2} - \xi^2 \right). \quad (4)$$

Если влиянием сдвигающей силы на прочность корки пренебречь, то предельное состояние последней, с учетом хрупко-пластических свойств материала, приводит к соблюдению следующего условия [1—3, 6]:

$$T_1 + T_2 = \sigma_s h, \quad (5)$$

где h — толщина затвердевшей корки, а σ_s — среднее по толщине значение предела текучести при растяжении, которое в силу неоднородности температурного поля является известной функцией θ . Если закон изменения σ_s по толщине корки считать линейным, то среднее его значение окажется вдвое меньше соответствующего значения на внешней поверхности слитка.

Итак, на основании (3)—(5) можем написать

$$q_3 - \frac{1}{2} \frac{d^2 q_3}{d\theta^2} \left[\left(\frac{l}{2a} \right)^2 - \xi^2 \right] = \sigma_s \frac{h}{a}. \quad (6)$$

Далее, как уже было оговорено,

$$q_3 = q_f + q_r, \quad (7)$$

где q_f — ферростатическое давление и, следовательно, является известной функцией от θ , а q_r — та неизвестная нагрузка, которая передается корке от роликов. В дальнейшем по поводу q_r будем предполагать, что она является кусочно-линейной («зигзагообразной») функцией θ , которая обращается в нуль посередине между роликами и принимает наибольшие значения в плоскости изгиба последних.

Следовательно,

$$\frac{d^2 q_3}{d\theta^2} \equiv \frac{d^2 q_f}{d\theta^2}, \quad (8)$$

а $q_3 = q_f$ в точках $\theta = \theta_j$, равноудаленных от смежных роликов. Тогда на основании (6) приходим к формуле для определения толщины корки h в точках $\theta = \theta_j$.

$$q_f - \frac{1}{2} \frac{d^2 q_f}{d\theta^2} \left[\left(\frac{l}{2a} \right)^2 - \xi^2 \right] = \sigma_s \frac{h}{a}, \text{ при } \theta = \theta_f.$$

Принимая во внимание, что $\left(\frac{l}{2a} \right)^2 \ll 1$, а

$$q_f = \gamma a \sin \theta,$$

где γ — удельный вес жидкой стали, формулу для подсчета толщины корки в дискретных точках $\theta = \theta_f$ можно еще больше упростить, придав ей вид

$$\gamma a \sin \theta = \sigma_s \frac{h}{a}, \text{ при } \theta = \theta_f. \tag{9}$$

Располагая значениями h в θ_i и θ_{i+1} , можно путем интерполяции определить толщину корки заготовки и в промежуточных точках, равностоящих от θ_i и θ_{i+1} . В свою очередь, это позволяет найти q_s и следовательно, q_r в тех же точках в соответствии с формулами (6) — (8).

Для определения длины жидкой фазы можно использовать формулу (9), принимая во внимание, что в соответствующем сечении слитка необходимость в подерживающих устройствах отпадает ($q_r = 0$), а толщина корки равняется половине толщины заготовки ($h = 0,5 H$). Так, например, полагая $\gamma = 0,007$ кг/см³, $a = 791$ см, $h = 9$ см, $\sigma_s = 425$ кг/см², для длины жидкой фазы приходим к значению $\theta \approx 63^\circ$, что хорошо согласуется с результатами наблюдений на опытно-промышленной установке ВНИИМЕТМАШ [7].

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

(Поступило 16.6.1977)

სამეცნიერო მემკვიდრეობა

ა. მიქელაძე

თხელი უმომენტო მყიფე-პლასტიკური გარსის მოღველის გამოყენება ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის ზომიერითი საკითხის გამოსაკვლევად

რ ე ზ ი უ მ ე

წრიული ცილინდრული თხელი გარსის უმომენტო მყიფე-პლასტიკური საანგარიშო მოდელის დახმარებით შესწავლილია მრუდწირული ტიპის დანადგარებზე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის პროცესის სხვადასხვა მექანიკური ასპექტი. სახელდობრ, დადგენილია თხელი ფაზის სიგრძე და ლითონის გამყარებული სისქის ცვლილების კანონზომიერება, აგრეთვე ის ძალები, რომლებიც გადაეცემათ ნაშადს და ნაშადისაგან — სათანადო დამჭერ მოწყობილობას.

M. Sh. MIKELADZE

APPLICATION OF THE MOMENTLESS BRITTLE-PLASTIC THIN SHELL DESIGN SCHEME TO THE ANALYSIS OF SOME PROBLEMS IN CONTINUOUS STEEL-CASTING

Summary

According to the momentless brittle-plastic thin circular cylindrical shell design scheme some aspects of continuous steel-casting on installations of curvi-linear type are investigated. Namely, the liquid phase length and the law of changes of the solidified scum thickness of metal are established, as well as those forces which arise from the interaction of storage with supporting rolls.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
2. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
3. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.
4. Г. Г. Датуашвили. Сб. «Непрерывная разливка металлов», вып. I. Тбилиси, 1976.
5. Р. Г. Суладзе. Сб. «Непрерывная разливка металлов», вып. I. Тбилиси, 1976.
6. F. Stassi D'Alia. Flow and Fracture of Materials. Palermo Istituto Di Tecnologie Meccaniche. Facolta D' Ingegneria, 1966.
7. М. Я. Бровман, А. А. Целиков. Сталь, № 8, 1967.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

В. К. БАЛАВАДЗЕ, М. М. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ СТАЛИ В ОБЛАСТИ ЕЕ
УПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 26.6.1977)

Нами (руководство В. К. Балавадзе) были изготовлены и испытаны стальные образцы-восьмерки из стали марки Ст. 3 класса А-1 (6 штук) размерами $1 \times 2,5 \times 77$ мм с экспериментально установленным пределом текучести $\sigma_T = 30$ кгс/мм² и марки 12Х4СМФЮТ (3 штуки) размером $0,2 \times 2,5 \times 75$ мм с пределом текучести $\sigma_T = 50$ кгс/мм².

Все опытные образцы испытывались на растяжение в установке ИМАШ-9-66, имеющей вакуумную камеру. Измерения деформации растяжения образцов производились датчиками сопротивления при длине базы измерения 50 мм. Показания датчиков брались прибором АИД с ценой деления 10^{-5} .

Два опытных образца из стали марки Ст. 3 при комнатной температуре и обычных условиях испытания в вакууме с остаточным давлением $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст. были растянуты нагрузкой, равной $0,8 P_T = 60$ кгс (P_T — сила, при которой начинается текучесть стали). Так как результаты испытания обоих образцов были почти одинаковые, то приводим данные одного из них. Относительное удлинение при этой растягивающей нагрузке составило $\epsilon_p = 118 \cdot 10^{-5}$ и длительное время оно оставалось совершенно неизменяемым. Однако стоило в вакуумную камеру ввести водород H_2 , как начиналось постепенное удлинение образца во времени с ярко выраженной тенденцией затухания деформации растяжения. За два часа деформация ползучести стали под влиянием H_2 составила $20 \cdot 10^{-5}$. Вслед за этим из вакуумной камеры был откачан H_2 , что вызвало постепенное укорочение образца, равное $10 \cdot 10^{-5}$ за один час. А при снятии нагрузки исчезла вся деформация как от нагрузки, так и от H_2 и образец принял первоначальную длину.

Два опытных стальных образца были испытаны в водородной среде на ползучесть при разных степенях нагружения. Эти образцы, помещенные в вакуумной камере с водородом, вначале подверглись растягивающей силе $P_1 = 0,2 P_T = 15$ кгс. При этом они сразу дали удлинение $\epsilon = 29 \cdot 10^{-5}$, а в течение 30 минут, под влиянием H_2 , дополнительное удлинение составило $5 \cdot 10^{-5}$. Затем нагрузка была увеличена вдвое $P_2 = 0,4 P_T = 30$ кгс, соответствующее кратковременное удлинение было $\epsilon = 29 \cdot 10^{-5}$, а за 60 минут образцы удлинились еще на



$8 \cdot 10^{-5}$ и, наконец, нагрузка была утроена $P_3 = 0,6 P_T = 45$ кгс, соответствующее удлинение спячь составило $\epsilon = 29 \cdot 10^{-5}$, а под влиянием H_2 за два часа дополнительное удлинение оказалось $15 \cdot 10^{-5}$. При удалении H_2 и снятии нагрузки вся деформация растяжения в течение часа исчезла.

Два остальных образца испытывались на повторные нагрузки, равные $0,5 P_T = 40$ кгс. Один из них при обычных условиях подвергся действию повторных нагрузок многократно (в течение 4 часов), но, как и следовало ожидать, не дал роста ни общей, ни остаточной деформаций. Другой образец испытывался на те же повторные нагрузки, но теперь в водородной среде. При этом медленное нагружение первого цикла дало дополнительное, к кратковременному, относительное удлинение $4 \cdot 10^{-5}$, а разгрузка дала дополнительную остаточную деформацию, равную $2 \cdot 10^{-5}$. При втором цикле дополнительная деформация составила $3 \cdot 10^{-5}$, а разгрузка дала $1,5 \cdot 10^{-5}$. Нагружение третьего цикла показало $2 \cdot 10^{-5}$, а разгрузка — $1 \cdot 10^{-5}$. Нагружение четвертого цикла дало дополнительное относительное удлинение $1 \cdot 10^{-5}$, разгрузка уже не дала дополнительной остаточной деформации. Начиная с пятого цикла не было никакого роста ни общей, ни остаточной деформаций образца.

Были также испытаны образцы из стали марки 12Х4СМФЮГ на ползучесть в обычных условиях и в водородной среде.

Без водородной среды, в обычных условиях, при комнатной температуре в пределах упругости данной стали эти образцы так же как и вышеуказанные опытные образцы из стали марки Ст. 3, не проявляли деформации ползучести, в то время как в водородной среде они подвергались интенсивной, но с течением времени все уменьшающейся затухающей ползучести.

Приводим данные одного из трех испытанных образцов, характерные для них.

Установив образец в вакуумной камере и откачав из нее воздух до остаточного давления $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст., прилагали к нему растягивающую силу $P = 10$ кгс, вызывающую в нем напряжение $0,4 \tau_T$. В результате относительное удлинение составило $\epsilon = 100 \cdot 10^{-5}$. С введением водорода в камеру начиналось постепенное удлинение образца, которое в течение первого часа составило $7 \cdot 10^{-5}$, за второй час — $5 \cdot 10^{-5}$, за третий час — $3 \cdot 10^{-5}$ и за четвертый час — $1 \cdot 10^{-5}$.

С удалением водорода, в течение одного часа, относительная деформация растяжения ползучести уменьшилась до $7 \cdot 10^{-5}$, а сняв нагрузку с образца, в течение двух часов исчезла вся деформация как от нагрузки, так и от H_2 . Таким образом, из наших опытов можно заключить, что ползучесть стали при комнатной температуре в области ее упругого деформирования является затухающей, обратной во времени и происходит она в результате адсорбционного влия-

ния водорода как поверхностно-активного вещества, выражающегося в росте во времени его расклинивающего действия в обратимых микротрещинах стали.

Грузинский НИИ
энергетики и гидротехнических
сооружений

(Поступило 24.6.1977)

სამშენებლო მეცნიება

ვ. ბალავაძე, მ. ლორთქიფანიძე

ფოლადის ცოცვადობის გამოკვლევა მისი დრეკადი
დეფორმირების ფარგლებში

რეზიუმე

ჩვენ დავამზადეთ და გამოვცადეთ ფოლადის ნიმუშები $1 \times 2.5 \times 75$ მმ და $0.2 \times 2.5 \times 75$ მმ გაჭიმვაზე ზედაპირულად აქტიურ არეში, კერძოდ, წყალბადში, რითაც დადგინდა ფოლადის შექცევადი ცოცვადობა დრეკადი დეფორმირების ზონაში.

STRUCTURAL MECHANICS

V. K. BALAVADZE, M. M. LORTKIPANIDZE

STUDY OF THE CREEP OF STEEL IN THE REGION OF ITS ELASTIC DEFORMATION

Summary

The authors have prepared $1 \times 2.5 \times 75$ mm and $0.2 \times 2.5 \times 75$ mm steel bars and tested them for tension in a tensio-active medium, namely in hydrogen. The phenomenon of the reversible creep of steel was established within the limits of its elastic deformation.

Д. С. ТАВХЕЛИДZE (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ,
 Л. В. ПРАНГИШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ СИНТЕЗА ПЛОСКОГО ПЯТИЗВЕННОГО
 КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим плоский пятизвенный кривошипно-ползунный механизм $ABCD$ (рис. 1). Определим, каким условиям должны удовлетворять параметры механизма, чтобы ведущие звенья 2 и 3 совершали относительно стойки полный оборот, т. е. были кривошипами.

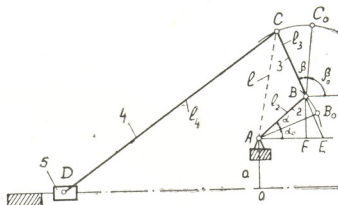


Рис. 1

Для пятизвенного плоского кривошипно-ползунного механизма $ABCD$ (рис. 1) звенья 2 и 3 будут кривошипами только тогда, когда удовлетворяются условия

$$l_{\max} < l_4 - a; \tag{1}$$

$$l_{\min} < l_4 - a, \tag{2}$$

где l_{\max} и l_{\min} — максимальная и минимальная величины переменного расстояния l между шарнирами A и C .

Из анализа неравенств (1) и (2) видно, что обязательным и достаточным условием существования кривошипов является только соблюдение неравенства (1).

За начальное положение ведущего звена 2 примем положение AB_0 , когда звено со стойкой образует угол α_0 , а за начальное положение ведущего звена 3 — положение BC_0 , когда звено со стойкой образует угол β_0 .

Пусть через определенное время ведущее звено 2 повернулось на угол α и заняло положение AB , а ведущее звено 3 повернулось на угол β и заняло положение BC . Для рассматриваемого интервала движения передаточное отношение



$$i_{32} = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (3)$$

Известно [1, 2], что в пятизвенных шарнирных механизмах при движении ведущих звеньев расстояние l между подвижными шарнирами изменяется между некоторыми максимальными и минимальными значениями, зависящими от размеров и направления движения ведущих звеньев, от фазового угла, от величины передаточного отношения между ведущими звеньями и от продолжительности цикла движения механизма. При этом угол α , который соответствует повороту ведущего звена 2 за один полный цикл движения, равен

$$\alpha_n = 2\pi n, \quad (4)$$

где n — знаменатель передаточного отношения i_{32} .

Установим зависимость между расстоянием l и параметрами механизма. Для этого рассмотрим $\triangle ACE$, $\triangle ABE$, $\triangle ABF$, и $\triangle BEF$, откуда определится

$$l = \sqrt{l_2^2 + l_3^2 + 2l_2 l_3 \cos[(\alpha_0 + \beta_0) + \alpha(1 + i_{32})]}. \quad (5)$$

Выражение (5) дает возможность определить расстояние l для любого положения механизма.

Находим экстремальные значения расстояния l .

Запишем

$$\frac{dl}{d\alpha} = \frac{k'}{2\sqrt{k}}; \quad (6)$$

$$\frac{d^2 l}{d\alpha^2} = \frac{2k''k - (k')^2}{4k\sqrt{k}}, \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} k &= l_2^2 + l_3^2 + 2l_2 l_3 \cos[(\alpha_0 + \beta_0) + \alpha(1 + i_{32})]; \\ k' &= -2l_2 l_3 \sin[(\alpha_0 + \beta_0) + \alpha(1 + i_{32})](1 + i_{32} + i'_{32}\alpha); \\ k'' &= -2l_2 l_3 [\cos[(\alpha_0 + \beta_0) + \alpha(1 + i_{32})] + \alpha(1 + i_{32}) + i'_{32}\alpha]^2 - \\ &\quad - \sin[(\alpha_0 + \beta_0) + \alpha(1 + i_{32})](2i'_{32} + i''_{32}\alpha). \end{aligned}$$

В свою очередь

$$i'_{32} = \frac{\beta' \alpha - \beta}{\alpha^2} \quad \text{и} \quad i''_{32} = -\frac{\beta'' \alpha^2 - 2\beta' \alpha + 2\beta}{\alpha^3}.$$

Из выражения (6) определяются те значения α , при которых расстояние l принимает экстремальные значения. Для этого $dl/d\alpha$ приравняем к нулю т. е. $\frac{dl}{d\alpha} = 0$. Имеем

$$\begin{aligned} \frac{dl}{d\alpha} &= 2l_2 l_3 (1 + i'_{32}\alpha + i_{32}) [\sin(\alpha_0 + \beta_0 + \alpha) (\cos^{i_{32}} \alpha - C_{i_{32}}^2 \cos^{i_{32}-2} \alpha \cdot \\ &\quad \cdot \sin^2 \alpha + C_{i_{32}}^4 \cos^{i_{32}-4} \alpha \sin^4 \alpha - \dots) \pm \cos(\alpha_0 + \beta_0 + \alpha) (i_{32} \cos^{i_{32}-1} \alpha \cdot \\ &\quad \cdot \sin \alpha - C_{i_{32}}^3 \cos^{i_{32}-3} \alpha \sin^3 \alpha + C_{i_{32}}^5 \cos^{i_{32}-5} \alpha \sin^5 \alpha - \dots)] = 0, \quad (8) \end{aligned}$$

где

$$\cos i_{32} \alpha = \cos i_{32} \alpha - C_{i_{32}}^2 \cos i_{32}^{-2} \alpha \sin^2 \alpha + C_{i_{32}}^4 \cos i_{32}^{-4} \alpha \sin^4 \alpha - \dots;$$

$$\sin i_{32} \alpha = i_{32} \cos i_{32}^{-1} \alpha \sin \alpha - C_{i_{32}}^3 \cos i_{32}^{-3} \alpha \sin^3 \alpha + C_{i_{32}}^5 \cos i_{32}^{-5} \alpha \sin^5 \alpha - \dots;$$

$C_{i_{32}}^2, C_{i_{32}}^3, \dots$ — биномиальные коэффициенты.

В уравнении (8) знак (+) берется в том случае, когда передаточное отношение i_{32} — целое или дробное положительные числа, а (—) — когда i_{32} — целое или дробное отрицательные числа.

Для определения нужного нам значения α полученные при решении уравнения (8) корни подставляются в выражение (7). При этом максимальное значение расстояния l будем иметь тогда, когда

$$\frac{dl}{d\alpha} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{d^2l}{d\alpha^2} < 0, \quad (9)$$

а минимальное, когда

$$\frac{dl}{d\alpha} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{d^2l}{d\alpha^2} > 0. \quad (10)$$

После определения экстремальных значений l длина шатуна 4 и расстояние a подбираются так, чтобы соблюдалось условие (1).

Если допустим, что $a=0$, тогда получим пятизвенный плоский центральный кривошипно-ползунный механизм и выражения для определения существования кривошипов в этом механизме.

Также в виде частных случаев можно получить аксиальный и дезаксиальный четырехзвенные кривошипно-ползунные механизмы и известные условия [3] существования кривошипа, если допустим, что $l_2=0$ и $l_2=a=0$.

Таким образом, решена задача синтеза плоского пятизвенного кривошипно-ползунного механизма. Установлено, каким условиям должны удовлетворять параметры данного пятизвенника, чтобы ведущие звенья совершали полный оборот, т. е. были кривошипы.

В пятизвенном плоском кривошипно-ползунном механизме ведущие звенья будут кривошипами тогда и только тогда, когда максимальное расстояние между шарнирами, образованными соединением одного ведущего звена со стойкой и второго ведущего звена с шатуном, меньше разности длин шатуна и дезаксиала.

Из полученных условий, в частных случаях, получаются формулы, с помощью которых определяются условия существования кривошипов аксиального и дезаксиального четырехзвенных плоских кривошипно-ползунных механизмов.

დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი,
ლ. ფრანგიშვილი

ბრტყელი ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის სინთეზის
ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ორი მრუდმხარას არსებობის პირობები ბრტყელ ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმი. განსაზღვრულია პარამეტრები, რომლებზედაც დამოკიდებულია მექანიზმის წამყვანი რგოლების შემობრუნება. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ხუთრგოლა, ისე ოთხრგოლა ბრტყელი მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმებისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI, L. V. PRANGISHVILI

ON A PROBLEM OF SYNTHESIS OF A FIVE-LINK SLIDER-CRANK MECHANISM

Summary

Conditions for the existence of two cranks in a five-link plane slider-crank mechanism are considered. The parameters affecting the rotation capacity of the mechanism links are determined.

The results obtained can be used for both five-link and four-link plane slider-crank mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ნ. ს. დავითაშვილი. Сообщения АН Грузинской ССР, 68, № 1, 1972.
2. დ. ს. ტავხელიძე, ნ. ს. დავითაშვილი. Теоретические основы проектирования плоских и сферических пятизвенных стержневых механизмов. Тбилиси, 1975.
3. И. И. Артоболевский. Теория механизмов. М., 1965.

В. В. САКВАРЕЛИДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕБАНИЙ ПРИБОЙНОГО ПОТОКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО УКЛОНА ПРОФИЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ПРИБОЙНОЙ ЗОНЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 11.5.1977)

Изменение режима колебаний прибойного потока обуславливает поперечный перенос пляжевого материала, вызывая тем самым перестроение профиля пляжа в прибойной зоне [1, 2].

При достаточной продолжительности волнения профиль пляжа стремится к профилю динамического равновесия, соответствующего данному типу волнения [1, 2]. Поэтому при заданной интенсивности волнения только профиль динамического равновесия является устойчивым.

Согласно экспериментам П. А. Волкова, Бегнольда и др. [1], на профиле динамического равновесия отсутствует осредненный обмен воды между прибойной зоной и зоной колебательной волны, а также интегральный перенос пляжевого материала в поперечном направлении. Следовательно, на профиле динамического равновесия прибойный поток совершает устойчивые колебания при постоянном объеме. Возникновение неустойчивости колебаний или изменение объема колебаний приводит к интегральному переносу материала поперек пляжа и к изменению его профиля.

Исследование устойчивости колебаний прибойного потока и определение уклона профиля динамического равновесия выполняются по уравнениям гидравлики для перемещения нестационарной области разрыва, полученным нами из уравнений гидромеханики по методу Т. Г. Войнич-Сяноженцкого [3]. В случае размещений заднего контрольного створа нестационарной области несколько мористее зоны разрушения крупных волн, при условии постоянства объема W колебаний и при пренебрежении произведениями производных и высшими степенями производных уравнения неразрывности и движения записываются соответственно в виде

$$q_0 - h_1(v_1 - c_1) = 0, \quad (1)$$

$$(1 - A) \frac{d^2 l}{dt^2} - \frac{2}{W} \frac{dq_0}{dt} l = 2g^1 i + \frac{2q_1 v_1}{W} + \frac{g^1 h_1^2}{W} - \frac{2q_0 v_0}{W} - \frac{g^1 h_0^2}{W}, \quad (2)$$

где $q_0 = h_0 v_0$ — расход воды через неподвижный задний контрольный створ нестационарной области; h_0 и h_1 — глубины потока за задним контрольным створом и фронтом нестационарной области; v_0 и v_1 — скорости потока за задним контрольным створом и фронтом; $q_1 = h_1 v_1$ и $c_1 = \frac{dl}{dt}$ — фазовая скорость прибойного потока (фронта нестационарной области); W — объем воды в нестационарной области, заключенной между задним контрольным

створом и фронтом; l — расстояние между задним контрольным створом и фронтом по профилю пляжа; $g^1 = g \cos \alpha$ (α — угол наклона пляжевого склона к горизонту); $i = \sin \alpha$; $A = 2 \frac{lh_\Phi}{W}$ — отношение удвоенного осредненного за период волны объема, соответствующего высоте фронта волны к полному объему колеблющейся воды W .

При получении уравнения (2), как и в случае гидравлического прыжка, потерями на трение пренебрегаем. Интегральный эффект фильтрации, которая на разных участках прибойного потока имеет противоположные скорости, близок к нулю. Следует отметить, что на пляжах с крупнозернистыми материалами фильтрация заметно сказывается на элементах прибойного потока, как то: длина заплеска, высота фронта волны и т. д., и поэтому при их определении необходимо учитывать эффект фильтрации. Значения коэффициентов количества движения в контрольных сечениях створов нестационарной области близки к единице. Применением метода замороженных коэффициентов и введением коэффициента A ($0 < A < 1$) можно свести нелинейное уравнение движения к приближенному линейному уравнению вида (2).

Для створа мористее зоны разрушения волн использование для h_0 и v_0 результатов линейной теории волн позволяет получить следующее линейное уравнение вынужденных колебаний второго порядка с переменными коэффициентами с периодической правой частью:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 l}{dt^2} + \frac{\pi hc}{\tau(1-A)W} \left(2 \sin \frac{2\pi}{\tau} t + \frac{h}{H} \sin \frac{4\pi}{\tau} t \right) l = \\ = 2g^1 i - \frac{2q_0 v_0}{W} - \frac{g^1 h_0^2}{W} + \frac{2h_1 v_1^2}{W} + \frac{g^1 h_1^2}{W}, \end{aligned} \quad (3)$$

где h — высота волны; c — фазовая скорость волны; τ — период волны.

Исследуем однородное уравнение (3) типа Хилла. Известно, что если соблюдаются условия

$$\int_0^\tau p(t) dt \geq 0 \text{ и } p(t) \neq 0, \quad (4)$$

в которых через $P(t)$ обозначен коэффициент перед l в левой части уравнения (3), то все решения однородного уравнения (3) являются колеблющимися. При этом если удовлетворяется критерий устойчивости

$$p(t) \leq \left(\frac{\pi}{\tau} \right)^2, \quad (5)$$

то все решения однородного уравнения (3) ограничены на $(-\infty, +\infty)$.

Легко установить, что для однородного уравнения (3) условия (4) удовлетворяются, а условие (5) с точностью приближения около 4% позволяет получить следующий простой критерий устойчивости колебательных решений однородного уравнения (3):

$$\frac{h\lambda}{W} \frac{4a+1}{2\pi a(1-A)} \leq 1, \quad (6)$$

где, кроме известных обозначений, λ —длина волны; $a = \frac{H}{h}$; H —глубина моря в створе разрушения.

В случае волн зыби в первом приближении можно принять, что объем воды в прибойной зоне равняется объему воды в этой зоне при спокойном состоянии моря. С учетом сказанного критерий устойчивости колебания прибойного потока запишется в виде

$$\frac{h\lambda}{H^2} \frac{4a+1}{2\pi a(1-A)} \sin 2\alpha \leq 1. \quad (7)$$

Согласно неравенству (7), в полном соответствии с результатами натуральных наблюдений (В. В. Лонгинов, Кинг и др.) [1, 2] при неизменности других параметров волнения, с увеличением высоты или длины волны для сохранения устойчивости необходимо уменьшение крутизны склона. При одинаковых параметрах волн колебание прибойного потока на профилях с большим уклоном менее устойчиво, чем на склонах с меньшими уклонами. Для соблюдения устойчивости колебания прибойного потока необходимо, чтобы на профилях с большими уклонами волны разрушались на больших глубинах, что полностью соответствует наблюдениям Сюке, Ларра, Хасхачих и др. [1].

Численное значение параметра $\frac{4a+1}{2\pi a}$ при изменении a в пределах 1-2 варьирует в диапазоне 0,72—0,8 и поэтому в приближенных расчетах может быть взято равным 0,76. A является сложной функцией высоты волны, диаметра наносов, длины заплеска, глубины разрушения и т. д. и изменяется от нуля до 0,5. Причем при увеличении глубины разрушения и диаметра наносов численное значение A уменьшается.

Выполним количественные расчеты предельных уклонов профиля динамического равновесия. В первую очередь рассмотрим мелководный пляж со средним диаметром частиц 0,2 мм, на котором разрушаются волны средней высоты 3 м. Согласно Л. Ф. Титову [4] примем, что средняя пологость волн $\frac{h}{\lambda}$ равна 0,024. По зависимости (7) определим, что при $a=1$ и $A=0,5$ $\sin \alpha = 0,008$, при $a=1,2$ и $A=0,34$ $\sin \alpha = 0,015$ и при $a=1,3$ и $A=0,3$ $\sin \alpha = 0,018$.

Натурные эксперименты В. Баскова [5] показывают, что при стремлении медианного диаметра пляжеобразующих наносов к 0,2 мм уклон берега стремится к 0,0143, а при стремлении диаметра к 0,16 мм — к 0,01. Согласно Б. А. Пышкину [6], когда диаметр наносов стремится к 0,19 мм, предельный устойчивый уклон равен 0,01, и, наконец, по В. П. Зенковичу [2], при среднем диаметре частиц 0,12 мм средний уклон пляжа может уменьшаться до 0,005. Как видим, результаты численной оценки устойчивого минимального уклона мелкозернистого пляжа хорошо соответствуют результатам натуральных наблюдений.

Оценим максимально возможные крутые уклоны. Примем $\left(\frac{h}{\lambda}\right)$ макс = 0,14 и $a = 2$. На крупнозернистом пляже, когда $d > 0,01$ м, численное значение A близко к нулю. Тогда по зависимости (7) определим, что максимальный средний уклон профиля динамического равновесия составляет 26° ($\sin \alpha = 0,44$). В натуре крутые уклоны пляжа от 17 до 22° были замерены В. В. Лонгиновым и О. К. Леонтьевым [1]. В. П. Зенкович [2] замерял уклоны до 24° , а Бернольд [1] — до 22° и даже до 33° . Как видим, и в данном случае результаты численной оценки и натурных исследований хорошо согласуются между собой.

Грузинский научно-исследовательский институт энергетики и гидротехнических сооружений

(Поступило 12.5.1977)

ჰიდროტექნიკა

3. სახვარელიძე

ზვირთცემის ნაკადის რხევის მდგრადობის შესწავლა და დინამიური წონასწორობის პროფილის საშუალო მანძილის განსაზღვრა
 ზვირთცემის ზონაში

რეზიუმე

მოცემულია ზვირთცემის ნაკადის რხევის მდგრადობის თეორიული კვლევის შედეგი პროფილის გასწვრივ წყლის მასის და პლიაჟის მასალის ინტეგრალური გადატანის არარსებობის შემთხვევაში. რხევის პროცესი აღწერილია წყვეტის არასტაციონარული არის გავრცელების განტოლებით, რომელიც გამარტივების შემდეგ იძლევა რხევის მეორე რიგის განტოლებაზე დაყვანება.

HYDRAULIC ENGINEERING

V. V. SAKVARELIDZE

STUDY OF BREAKER STREAM OSCILLATION STABILITY AND
 DYNAMIC EQUILIBRIUM PROFILE MEAN SLOPE
 DETERMINATION IN BREAKER STREAM ZONE

Summary

The paper presents the results of a theoretical investigation of breaker stream oscillation stability in the case of oscillatory volume stability. The criterion for determination of the mean slope of dynamic equilibrium profile in the breaker stream zone is proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Лонгинов. Динамика береговой зоны бесприливных морей. М., 1963.
2. В. П. Зенкович. Основы учения о развитии морских берегов. М., 1962.
3. В. В. Сакварелидзе. Сб. статей ГрузНИИЭГСа, вып. 5, 1977.
4. Л. Ф. Титов. Ветровые волны. Л., 1969.
5. В. Баском. Волны и пляжи. Л., 1966.
6. А. Пышкин. Вопросы динамики берегов водохранилищ. Киев, 1963.

А. Д. САНАДЗЕ

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОМПОТОВ И ИЗЫСКАНИЕ НОВЫХ «ФОРМУЛ» ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 27.5.1977)

В специальной литературе, посвященной вопросам стерилизации фруктовых консервов, приводится описание большого числа режимов стерилизации всевозможных компотов при различных температурных уровнях — 80, 90 и 100°C. К сожалению, при этом очень редко можно встретить указания на основную микробиологическую характеристику использованного режима стерилизации, а именно на летальность. Между тем, не располагая этой характеристикой, невозможно сравнивать между собой те или иные режимы тепловой обработки по их жесткости.

Определение же значения так называемого А-эффекта дает возможность охарактеризовать летальность режима тепловой обработки и облегчает сравнение эффективности любых «формул» стерилизации.

В настоящей статье приводятся результаты собственных исследований применительно к компотам из персиков, однако можно предположить, что полученные данные могли бы быть вполне применимы и к другим компотам, в частности к компотам из черешен и абрикосов.

В действующей технологической инструкции приводится следующая формула стерилизации персикового компота:

$$\frac{25 - (25 - 30) - 25}{100^\circ\text{C}}$$

Пользуясь известной методикой Б. Л. Флауенбаума [1, 2] определения теплофизических и микробиологических характеристик этого режима, мы определили указанные показатели для этого режима (для варианта $\frac{25-25-25}{100^\circ\text{C}}$ они приведены на рис. 1, а для режима $\frac{25-30-25}{100^\circ\text{C}}$ — на рис. 2).

Анализ указанных кривых летальности свидетельствует о том, что оба эти варианта характеризуются большой жесткостью тепловой обработки (свыше 200 усл. мин при $t=80^\circ\text{C}$).

Необходимо, однако, отметить, что твердо установленных норм летальности для фруктовых консервов не имеется. Есть лишь указания на то, что А-эффект для натуральных соков должен составлять 40 усл. мин, для фруктовых соков с мякотью — не менее 100 усл. мин, а для компотов — 150—200 усл. мин. Все эти данные не являются строго обоснованными, поскольку, по данным ряда авторов, термо-

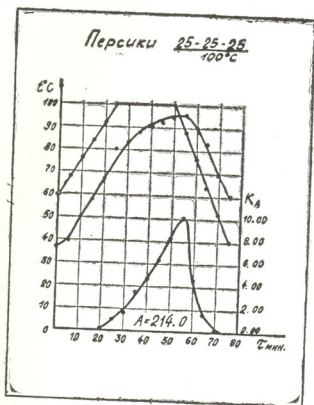


Рис. 1. Кривая летальности режима стерилизации $\frac{25-25-25}{100^{\circ}\text{C}}$

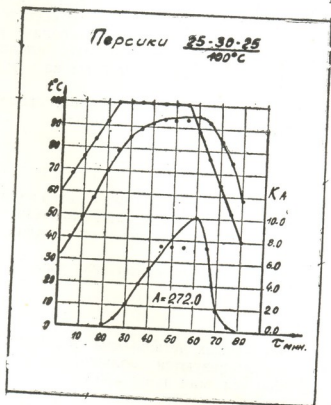


Рис. 2. Кривая летальности режима стерилизации $\frac{25-30-25}{100^{\circ}\text{C}}$

устойчивость плесеней при 80°C не превышает 7—8 мин. В то же время наши опыты показали, что режимы стерилизации компотов, леталь-



ность которых составляет 50 усл. мин, не обеспечивают их микробиологической стабильности.

Основной режим стерилизации, который изучался в наших исследованиях, характеризуется формулой $\frac{15-20-15}{80^{\circ}\text{C}}$. Летальность этого режима резко снижена (рис. 3) как по сравнению с действующей

формулой $\frac{25-30-25}{100^{\circ}\text{C}}$ (рис. 2), так и по сравнению со смягченной фор-

мулой $\frac{20-10-20}{100^{\circ}\text{C}}$. Следует, однако, учесть при этом, что изучавшийся

нами режим $\left(\frac{15-20-15}{80^{\circ}\text{C}}\right)$ смягчен по сравнению с режимом, фигурирующим в специальной инструкции, не только по фактическому А-эффекту, но и по концентрации антисептика, которая была уменьшена примерно в 2 раза против рекомендаций указанной инструкции.

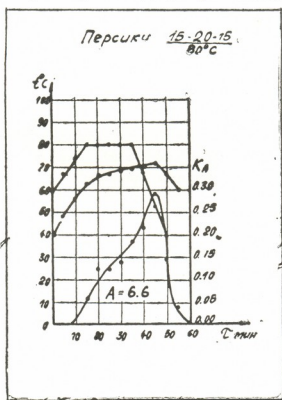


Рис. 3. Кривая летальности режима стерилизации $\frac{15-20-15}{80^{\circ}\text{C}}$

Микробиологическую стабильность компота, достигаемую при тепловой обработке по данной формуле, конечно же, требовалось экспериментально проверить.

Лабораторной проверке на микробиологическую стабильность подверглись банки с инокулированными спорами *Byssoschlamys nivea*.

При инокулировании продукта спорами возбудителей плесени в каждую банку вносилось по $3 \cdot 10^5$ спор. После стерилизации инокулированные банки (в количестве 15 шт.) термостатировались при $30 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в течение 14 дней, а другие 15 банок были поставлены на

месячное хранение при комнатной температуре, а затем термостатировались в течение 5 суток при $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

После термостатирования производился посев в чашках Петри на выживаемость тесткультуры и промышленную стерильность: плесени и дрожжи помещались в солодовое сусло, а молочнокислые бактерии — в среду Бликфельдта. Из каждой банки делался посев на четыре чашки (две чашки с солодовым суслом, и две — со средой Бликфельдта). Посевы термостатировались при $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в течение 5 суток. Все посевы оказались стерильными.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 27.5.1977)

თბოტექნიკა

ა. სანაძე

კომპოტების ლეტალობის სტერილიზაციის არსებული რეჟიმების
 დახასიათება და ახალი „ფორმულის“ ძიება

რეზიუმე

სტატიაში გაშუქებულია კვლევის ზოგიერთი შედეგი, რომელიც ასახავს ატმის კომპოტის სტერილიზაციის საკითხებს სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში. შესწავლილია თბოფიზიკური და მიკრობიოლოგიური დახასიათებები („A“-ეფექტი) სტერილიზაციის რამდენიმე რეჟიმისათვის, რაც თბური გადამუშავების ამა თუ იმ რეჟიმის სიმაგრის საფუძვლიანი შედარების საშუალებას გვაძლევს.

HEAT ENGINEERING

A. D. SANADZE

CHARACTERIZATION OF THE LETHALITY OF THE EXISTING REGIMES OF STERILIZATION OF COMPOTES AND THE SEARCH OF NEW «FORMULAS» OF THERMAL TREATMENT

Summary

The paper presents the findings of a study of the sterilization of peach compote under differing temperature conditions. Thermophysical and microbiological characterizations (A-effect) for several regimes of sterilization have been studied, enabling a basic comparison of the strength of different regimes of thermal treatment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Л. Флауенбаум. Математический расчет формул стерилизации консервов. М., 1959, 3.
2. Б. Л. Флауенбаум. Теоретические основы стерилизации консервов. Киев, 1960.

А. К. КОТИЯ, Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА СХЕМ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 24.6.1977)

Согласно теореме Гельмгольца-Тевенена [1] схему параметрических источников тока (ПИТ) по отношению к нагрузочной ветви можно представить в виде рис. 1, где преобразующая часть схемы обозначена буквой А. Она является активным двухполюсником и может быть сколь угодно сложной конфигурации. Покажем, что сопротивление преобразующей части схемы ПИТ Z_0 равно бесконечности.

Предположим, что сопротивление нагрузочной ветви изменяется на величину ΔZ_H . Тогда, следуя теореме компенсации [1], для приращения тока нагрузки получаем

$$\Delta i_H = \frac{i_H \Delta Z_H}{Z_H + Z_0 + \Delta Z_H} \quad (1)$$

В схемах ПИТ при изменении сопротивления нагрузки приращение тока нагрузки должно быть равным нулю. Согласно (1) это имеет место, в случае, когда $Z_0 = \infty$.

Полученный результат означает, что схема ПИТ является нулевой схемой, когда источник энергии включен только в нагрузочную ветвь, так как в данном случае получается схема, в которой ток источника э. д. с. равен нулю и, следовательно, $i_H = 0$, а $\dot{U}_H = \dot{i}_H Z_H = 0$.

Согласно вышеуказанной теореме в качестве преобразователя можно использовать лишь реактивные двухполюсники с элементами обоих типов. Следовательно, требуется реализовать пассивный реактивный двухполюсник со входным сопротивлением, равным бесконечности на частоте действующих в схеме источников э. д. с. Эта задача неоднозначна и поэтому обычно выбирают типовые схемы, к которым прежде всего относятся канонические схемы, реализуемые по методу Фостера. В данном случае можно использовать первую каноническую схему Фостера без неполных контуров [2]; при этом частотная характеристика сопротивления i -го контура определяется выражением

$$Z_i(j\omega) = j\omega L_i \cdot \frac{\omega_i^2}{\omega_i^2 - \omega^2} \quad (2)$$

где $\omega_i = 1 / \sqrt{L_i C_i}$ — собственная частота i -го контура, при котором $Z_i(j\omega_i) = \infty$. Следовательно, в простейшем случае ($i=1$) схему ПИТ в нулевом

режиме работы можно представить в виде рис. 2. Элементы преобразующей части схемы связаны соотношением $jx = Z_L = -Z_C$, т. е. $\omega^2 LC = 1$; (ω — угловая частота источника э. д. с.).

На основе приведенной схемы можно показать, что если в реактивных ветвях схемы имеются одинаковые источники э. д. с. ($\dot{E}_L = \dot{E}_C = \dot{E}$), направленные к одному узлу, то схема ПИТ является нулевой схемой по отношению к нагрузочной ветви. Это положение подтверждается тем, что суммарная э. д. с. в контурах схемы рис. 2 остается прежней. Поэтому для нарушения положения равновесия ($\dot{I}_H = 0$) схемы ПИТ суммарная э. д. с. в контуре LC не должна равняться нулю. Следовательно, изменяя значения E_L или E_C , либо угол между векторами \dot{E}_L и \dot{E}_C , можно регулировать величину тока нагрузки.

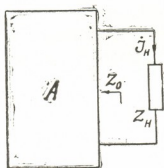


Рис. 1

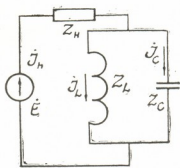


Рис. 2

На основе теоремы компенсации можно показать также, что уровень тока нагрузки в схемах ПИТ изменяется при одновременном изменении сопротивлений в обеих ветвях преобразующей части схемы, если при этом в схеме (рис. 2) сохраняется нулевой режим ($\dot{I}_H = 0$).

Обозначим приращения сопротивлений в индуктивных и емкостных ветвях соответственно через Z_2 и Z_3 . Тогда согласно методу компенсации для приращения тока нагрузочной ветви на основе схемы рис. 2 получаем

$$\Delta \dot{I}_H = \frac{\dot{I}_L Z_2 (Z_C + Z_3) + \dot{I}_C Z_3 (Z_L + Z_2)}{Z_H (Z_L + Z_C + Z_2 + Z_3) + (Z_L + Z_2)(Z_C + Z_3)}, \quad (3)$$

где $\dot{I}_L = -\dot{I}_C$ — токи в индуктивных и емкостных ветвях в нулевом режиме работы схемы ПИТ.

Согласно (3) $\Delta \dot{I}_H = 0$ в случае, когда $Z_2 Z_C - Z_3 Z_L = 0$. Следовательно, условие равновесия $\dot{I}_H = 0$ в схеме ПИТ при одновременном приращении сопротивлений в преобразующих ветвях соблюдается, когда $Z_2 + Z_3 = 0$.

Далее предположим, что в индуктивной и емкостной ветвях схемы рис. 2 действуют источники с э. д. с. \dot{E}_L и \dot{E}_C . Тогда для тока нагрузочной ветви имеем

$$\dot{i}_H = \frac{\dot{E}_L Z'_C + \dot{E}_C Z'_L}{Z'_L \cdot Z'_C}, \quad (4)$$

где $Z'_L = Z_L + k_b Z_2$ и $Z'_C = Z_C + k_b Z_3$; $Z_2 + Z_3 = 0$; $k_b = T_b / T_{\text{ц}}$ — коэффициент включения в схеме сопротивлений Z_2 или Z_3 за определенный период $T_{\text{ц}}$. Например, k_b можно определить по длительности времени T_b прохождения тока в сопротивлении Z_2 (или Z_3) за период переменного тока $T_{\text{ц}} = T$.

На основе выражения (4) можно написать

$$m = \dot{I}'_H / \dot{I}_H = Z'_L / Z_L = Z'_C / Z_C, \quad (5)$$

или

$$|m| = \left| 1 \pm k_b \cdot \frac{x'}{x} \right|, \quad (6)$$

где $\dot{I}'_H = \dot{I}_H$ при $Z_2 = Z_3 = 0$. Положительный знак в (6) берется, когда $Z_2 = jx'$, отрицательный, когда $Z_2 = -jx'$.

Анализ выражения (6) показывает, что при $Z_2 = jx'$ уровень стабильного тока нагрузки по сравнению с величиной \dot{I}'_H уменьшается [3], а в случае $Z_2 = -jx'$ — увеличивается.

Как известно, практически нельзя избежать тепловых потерь в реальных элементах электрической схемы. Поэтому при анализе нулевых схем ПИТ важной задачей является определение ее чувствительности по току

$$S_i = \Delta \dot{I}_H / \Delta r, \quad (7)$$

где $\Delta \dot{I}_H$ — приращение тока нагрузки в схеме рис. 2, вызываемое изменением сопротивлений индуктивной ветви на величину Δr .

В данном случае для приращения тока нагрузки по теореме компенсации получаем

$$\Delta \dot{I}_H = \frac{\dot{E} \Delta r}{(Z_L + \Delta r)(Z_H + Z_C) + Z_H Z_C}, \quad (8)$$

Следовательно,

$$\dot{S}_i^* = |S_i| \cdot \frac{x^2}{E} = Q [V(n+Q)^2 + (n_1 - 1)^2]^{-1}, \quad (9)$$

где $n = r_H / x$ и $n_1 = x_H / x$ — активное и реактивное сопротивления нагрузки в относительных единицах, $Q = x / \Delta r$ — добротность дросселя.

Анализ выражения (9) показывает, что при $n=0$ и $n_1=1$ \dot{S}_i^* не зависит от добротности дросселя, т. е. $\dot{S}_i^* = \text{const}$ независимо от значения Δr . Кроме того, согласно (9) и (7), отношение \dot{E} / \dot{I}_H является вещественной величиной. Это означает, что в данном случае при любых значениях Δr коэффициент мощности на входе схемы равен единице. В описанном случае ($n=0$ и $n_1=1$) схема рис. 2 является преобразователем источника э. д. с. \dot{E} в источник тока \dot{I}_L [3]. Аналогичный результат получается в случае $n=0$ и $n_1=-1$ относительно тока \dot{I}_C при рассмотрении приращения $\Delta \dot{I}_H$, вызываемого изменением сопротивления в емкостной ветви на величину Δr .

На основе (8) или (9) можно определить стабильность тока нагрузки в схемах ПИТ при вариациях сопротивления нагрузки (n).

$$\delta = \frac{\dot{S}_{I(n)}^*}{\dot{S}_{I(n_m)}^*} = \frac{|\Delta \dot{I}_{H(n)}|}{|\Delta \dot{I}_{H(n_m)}|} \quad (10)$$

Следовательно,

$$\delta = \sqrt{\frac{(n_m + Q)^2 + (n_1 - 1)^2}{(n + Q)^2 + (n_1 - 1)^2}} \quad (11)$$

Очевидно, что чем меньше наклон кривой $\delta = f(n)$, тем выше стабилизирующие свойства схемы ПИТ. Поэтому, согласно (11), доминирующим фактором, влияющим на степень стабилизации тока нагрузки в схемах ПИТ, является добротность преобразующего дросселя. Кроме того, диапазон изменения тока нагрузки уменьшается с уменьшением диапазона вариации сопротивления нагрузки.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.6.1977)

ელექტროტექნიკა

ა. კოტია, გ. ვადაჩკორია

პარამეტრული დენის წყაროს სქემების ზომიერითი თვისება
რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ პარამეტრული დენის წყაროს სქემების გარდამქმნელი ნაწილის წინააღმდეგობა უსასრულობის ტოლია. ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ დენის წყარო ე. მ. ძ.-ით მხოლოდ დატვირთვის შტოში განეკუთვნება „ნულოვან“ სქემას. განსაზღვრულია წყაროს სქემების მგრძობიარობა დენის მიხედვით და დასაბუთებულია დატვირთვის დენის რეგულირების ზოგიერთი ხერხი.

ELECTROTECHNICS

A. K. KOTIA, G. V. VADACHKORIA

SOME CHARACTERISTICS OF PARAMETRIC CURRENT SOURCE CIRCUITS

Summary

The article studies parametric current sources in "zero" operating mode. The sensitivity of source circuits is determined according to currents and the ways of load current control are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. В. Зелях. Основы общей теории линейных электрических схем. М., 1951.
2. Н. Балабаниян. Синтез электрических цепей. М.-Л., 1961.
3. А. Н. Милях, И. В. Волков. Системы неизменного тока на основе индуктивно-емкостных преобразователей. Киев, 1974.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. В. МДЗИНАРИШВИЛИ

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫМИ
 НЕЛИНЕЙНЫМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
 В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 13.6.1977)

Рассмотрим сначала случай полностью наблюдаемой системы управления, описываемой нелинейным стохастическим дифференциальным уравнением

$$dx(t) = f[t, x(t), u(t, x)] dt + Q^T(t, x) d\chi, \quad (1)$$

где x — n -мерный вектор состояния; u — m -мерный вектор управления; f — n -мерный вектор с компонентами, являющимися нелинейными преобразованиями x без памяти; Q — матрица размера $n \times r$; χ — n -мерный стандартный винеровский процесс.

На интервале управления $t \in [t_0, t_h]$ введем в рассмотрение функцию $\varphi(\tau, x)$ текущей плотности вероятности, представляющей собой вектор в бесконечномерном функциональном пространстве плотности вероятности $P(x)$. Текущая плотность $\varphi(\tau, x)$ удовлетворяет уравнению Фоккера—Планка—Колмогорова

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \tau} \varphi(\tau, x) = & - \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T \left\{ f[\tau, x, u(\tau)] \varphi(\tau, x) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{2} \text{tr} \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T Q(\tau, x) Q^T(\tau, x) \varphi(\tau, x) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, вектору состояния системы управления (1) в момент времени t соответствует текущая функция плотности $\varphi(t, x)$, полностью характеризующая этот вектор и удовлетворяющая уравнению (2).

В подобном толковании проблема управления сводится к управлению детерминированной системой с распределенными параметрами (2) вместо управления исходной стохастической системой (1). При этом видоизмененная проблема оптимального управления формулируется так: для заданного начального состояния $P_0(x)$ системы (2) и конечного состояния $P_h(x)$ определить стратегию управления $u(t, \varphi)$, минимизирующую функционал

$$J = S_0(P_h, \varphi(t_h)) + \int_{t_0}^{t_h} S(\varphi, x, u(\tau, \varphi), \tau) d\tau. \quad (3)$$

Для решения поставленной задачи введем обозначение

$$V(P_h, t_h, P, t) = \min_{\substack{u(\tau) \\ t_0 < \tau < t_h}} J. \quad (4)$$



Применив обычную для метода динамического программирования [1] процедуру минимизации функционала (3) с учетом обозначения (4) на интервале управления $[t_0, t_h]$, получим функциональное уравнение динамического программирования в функциональном пространстве

$$\begin{aligned}
 & -\frac{\partial}{\partial t} V(P_h, t_h, P, t) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta}{\delta P(x)} V(P_h, t_h, P, t) \text{tr} \times \\
 & \times \text{tr} \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T Q(t, x) Q^T(t, x) P(x) \right] dx + \min_{u(P, t)} \left\{ S(P, x, u(P), t) - \right. \\
 & \left. - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta}{\delta P(x)} V(P_h, t_h, P, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T [f(t, x, u(x)) P(x)] dx \right\}, \quad (5)
 \end{aligned}$$

где $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta}{\delta P(x)}$ — производная Фреше.

Произведя минимизацию в уравнении (5), будем иметь

$$u(P, t) = \Phi[V(P_h, t_h, P, t), P]. \quad (6)$$

В выражении (6) функционал $V(P_h, t_h, P, t)$, а следовательно, и функция P подлежат нахождению. Для их отыскания необходимо вычислить значение функции Φ . Функцию Φ можно определить итеративным путем. Действительно, предположим, что начальная стратегия управления $u_0(P_h, t_h, P, t)$ задана, тогда, решив уравнение (2), определим соответствующую функцию:

$$\varphi_0(\tau) = \Psi_0(\tau, P, t). \quad (7)$$

Вычислив теперь для функции $\varphi_0(\tau)$ значение критерия (4), получим

$$V_0(P_h, t_h, P, t) = F[t_h, \Psi_0(\tau, P, t)]. \quad (8)$$

Подставив, наконец, значение V_0 в формулу (6), найдем стратегию управления для первой итерации:

$$u_1(P_h, t_h, P, t) = \Phi[V_0(P_h, t_h, P, t), P]. \quad (9)$$

Используя значение u_1 , найденное согласно последнему выражению, в уравнении (2) определим функцию $\varphi_1(\tau)$. Далее на основе u_1 , повторив этапы, соответствующие получению формул (8) и (9), найдем стратегию управления на второй итерации u_2 и т. д. В результате искомая оптимальная стратегия управления представится как предел итераций:

$$u^*(P_h, t_h, P, t) = \lim_{N \rightarrow \infty} U_N(P_h, t_h, P, t). \quad (10)$$

Обратимся теперь к случаю оптимального управления частично наблюдаемыми нелинейными стохастическими системами. Вектор состояния таких систем, описываемых уравнением (1), наблюдается с помощью канала наблюдений, которому соответствует уравнение

$$dy(t) = g(t, x) dt + d\eta, \quad (11)$$



где y — m -мерный вектор наблюдений; g — m -мерный вектор с компонентами, являющимися нелинейными преобразованиями x без памяти; η — m -мерный винеровский процесс с корреляционной матрицей Mt .

Апостериорная плотность распределения текущего состояния частично наблюдаемой системы (1), (11) на интервале наблюдений задается соотношением Байеса

$$P(x, t/y_{t_0, t+dt}) = \frac{P(dy/x, t, y_{t_0, t}) B(x, t)}{\int_{-\infty}^{\infty} P(dy/x, t, y_{t_0, t}) B(x, t) dx}, \quad (12)$$

где $P(dy/x, t, y_{t_0, t})$ —функция плотности распределения приращений наблюдаемого процесса $dy = y(t+dt) - y(t)$, имеющая нормальное распределение

$$\begin{aligned} & \text{с известными параметрами; } B(x, t) = P(x, t/y_{t_0, t}) \text{—функция текущей плотности, удовлетворяющая уравнению апостериорной плотности} \\ dB(x, t) & \equiv P(x, t+dt/y_{t_0, t+dt}) - P(x, t/y_{t_0, t}) = - \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T [f(t, x, u(x)) B(x, t)] dt + \\ & + \frac{1}{2} \text{tr} \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T Q(t, x) Q^T(t, x) B(t, x) \right] dt + \\ & + B(x, t) [g(x, t) - Eg(x, t)]^T M^{-1} [dy(t) - Eg(x, t) dt]; \end{aligned} \quad (13)$$

$B(x, 0) = B_0(x)$ —заданная априорная плотность.

Определению подлежит стратегия управления u , минимизирующая критерий качества

$$J = E \left\{ S_0[B(t_k), P_k] + \int_{t_0}^{t_k} S[B(t), u, t] dt \right\}. \quad (14)$$

Обозначим через $V(B, t, P_k, t_k)$ функционал, являющийся минимумом условного математического ожидания критерия качества (14) на временном интервале $[t_0 \leq \tau \leq t_k]$ при заданном значении нормированной функции:

$$\begin{aligned} V(B, t, P_k, t_k) & = \min_{u(B, \tau)} \left\{ E[S_0(B(t_k), P_k/B(t))] + \right. \\ & \left. + E \left[\int_{t_0}^{t_k} S[B(\tau), u(B, \tau)] d\tau/B(t) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (15)$$

После типичных для метода математического программирования [1] преобразований выражения (15) с учетом уравнения (13) получим функциональное уравнение динамического программирования в функциональном пространстве

$$\begin{aligned} -\frac{\partial}{\partial t} V(B, t, P_k, t_k) & = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta}{\delta B(x)} V(B, t, P_k, t_k) \left\{ \frac{1}{2} \text{tr} \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T \right. \right. \\ & \left. \left. \times Q(x, t) Q^T(t, x) B(x, t) \right] \right\} + B(x, t) [g(t, x) - Eg(t, x)]^T M^{-1} [g(t) - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - E g(t, x) \Big\} dx + \frac{1}{2} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta^2 V(B, t, P_h, t_h)}{\delta B(x_1) \delta B(x_2)} K(x_1, x_2, t) dx_1 dx_2 + \quad (16) \\
 & + \min_{u(B, t)} \left\{ S[B(t), u(B, t)] - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta V(B, t, P_h, t_h)}{\delta B(x)} \left(\frac{\partial}{\partial x} \right)^T [f(t, x, u) B(x, t)] dx \right\},
 \end{aligned}$$

в котором приняты следующие обозначения:

$$\widehat{g}(t) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} g(t, x) P(dy/x, t, y_{t_0, t}) B(x, t) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} P(dy/x, t, y_{t_0, t}) B(x, t) dx},$$

$$\begin{aligned}
 K(x_1, x_2, t) = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{1}{dt} \{ & E \{ [g(t, x_1) - E g(t, x_1)]^T M^{-1} [dy - E g(t, x_1)] dt \}^T \times \\
 & \times \{ [g(t, x_2) - E g(t, x_2)]^T M^{-1} [dy - E g(t, x_2)] dt \} \}.
 \end{aligned}$$

После проведения операции минимизации в уравнении (16) по $u(B, t)$ и замены стратегии управления u функцией от $V(B, t, P_h, t_h)$ и ее производными Фреше приходим к векторному нелинейному дифференциальному уравнению, решение которого находится в виде последовательности решений векторных линий дифференциальных уравнений методом квазилинеаризации.

НИИАвтоматпром

Гори

(Поступило 16.6.1977)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

3. მძინარეშვილი

მრავალგანზომილებიანი არაწრფივი სტოქასტური სისტემის
 ოპტიმალური მართვა ფუნქციონალურ სივრცეში

რეზიუმე

მოცემულია მრავალგანზომილებიანი არაწრფივი სტოქასტური სისტემის
 მართვის მეთოდი ფუნქციონალურ სივრცეში.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. V. MDZINARISHVILI

OPTIMAL CONTROL FOR MULTIDIMENSIONAL NONLINEAR
 STOCHASTIC SYSTEMS IN FUNCTIONAL SPACE

Summary

An approach to the problem of control of multidimensional nonlinear stochastic systems in the functional space of the density functions of vector probabilities of system states is given. For the given class of systems equations of dynamic programming in functional space are obtained, enabling to determine the optimal strategy of control.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Беллман. Динамическое программирование. М., 1960.



ბ. ზამთარაძე

ციცაბო ფერდობების ჭარბტენიანი მარმუჭიანები ზემო სვანეთში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 23.6.1977)

ციცაბო ფერდობების ჭარბტენიანი მარმუჭიანები ზემო სვანეთში ძირითადად ლოკალური ადგილსამყოფელოს ფიტოცენოზებია. ისინი მიეკუთვნებიან ტენიან ნაირბალახოვან მდელოებს დიდი დაქანების (50—60°) თითქმის ყველა ექსპოზიციის ფერდობებზე, ფილტრირებულ გრუნტის წყლების გაძოსავალ ადგილებში. ამ ტიპის ფიტოცენოზები გამოირჩევიან თავისებური სინთზიალური სტრუქტურით და მოზაიკურობით. მასში უმეტესად ჭარბობს წვრილი და ფართოფოთლოვანი ნაირბალახები. მონაწილეობენ მარცვლოვნები, ისლები, ხავსები. საკმაო სიხშირით გვხვდება მაღალბალახულთა კომპონენტებიც.

ციცაბო ფერდობების მარმუჭიანები ძლიერ ფრაგმენტულია კავკასიონის სამხრეთ კალთებზე, მაგრამ უფრო მეტი სიხშირით წარმოდგენილია ზემო სვანეთში. იგი სპეციფიკური ჯგუფია მცენარეულობისა, რომლებიც უმეტესად გავრცელებულია მაღალმთის რეგიონებში, ძირითადად სუბალპურ სარტყელში, ნაწილობრივ მთის ქვედა ზონაშიც გვხვდება. საერთოდ მათი გავრცელების ვერტიკალური საზღვრები 600—2500 მეტრის ფარგლებში მერყეობს ზღვის დონიდან. უფრო ხშირად ხეობებისპირა მცენარეულ კომპლექსებშია მოქცეული, რომლებიც გრუნტის წყლებით იკვებებიან შედარებით დიდ ფერდობებზე. ასეთ ადგილსამყოფელოებზე უფრო მეტად იზრდება მარმუჭის ისეთი სახეობები როგორცაა: *Alchimilla laeta*, *A. oxysepala*, *A. epipsila*, *A. tredecimloba*, *A. undecimloba*, *A. stellulata* და სხვა. გარდა ამისა მცენარეულობის სქელ საფარქვეშ მონაწილეობს ღია ჭაობებისა და მდელოებისათვის დამახასიათებელი მრავალფეროვანი ფლორა ან ზოგჯერ ტიპური ტყის ბალახეული საფრისათვის დამახასიათებელი კომპონენტები.

ციცაბო ფერდობების ჭარბტენიანი მარმუჭიანების განვითარება დაკავშირებულია ტროპულ ხეობებთან ან ყინვარულ ცირკებთან, უფრო ქვემოთ კი ერთობილ დეპრესიებთან, რომლებმაც შემდგომ ფიზიკურ-გეოგრაფიული და გეოლოგიური ხასიათის ცვლილებები განიცადეს და წარმოშეეს ადგილსამყოფელოს თავისებური ჰიდროლოგიური რეჟიმით განსაზღვრული ვარიანტები. მათი ნიადაგები შექმნილია ძირითადად სელიმენტალური მასალებით. ტენიანობა ყოველთვის მაღალია გრუნტის წყლის მუდმივი უონვადობის გამო. ფართო მასშტაბით ასეთი ადგილსამყოფელოების დვარცოფებით გამოირცხვა ახლა გამოირცხვლია. ამიტომაც, რომ ყველაზე მეტად ისინი განვითარებულია მდინარეთა ძველი შენაკადების გასწვრივ. მათი მიმართულება გეოგრაფიულად მაღალი ქედებისა და მყინვართა განლაგებას უპირისპირდება. ცენოზები საკმაოდ რთული აგებულებისაა. მცენარეული კომპონენტები ასეთ ადგილსამყოფელოზე განაწილებულია ნიადაგის დატენიანების ხარისხის მიხედვით, რის გამო ერთი შეხედვით ზოლური მიმართულების ეკოლოგიური რიგები შეიმჩნევა, რომელშიც მცენარეთა ჯგუფები გარკვეული პროცენტული შეფარდებითაა მოცემული. მაგალითად, მარცვლოვნების სინთზია წარმოდგენილია რამოდენიმე სახეობით *calamagrostis*

arundinacea, *Agrostis alba*, *Deschampsia caespitosa*, *Briza elatior*, *Catabrosa aquatica*, *Poa pratensis*, *Milium effusum*, *Anthoxanthum odoratum*. *Poa longifolia*, *Trisetum sibiricum*, *Brachypodium silvaticum*. შედარებით მცირედ მონაწილეობს *Festuca gigantea*, *Agropyron repens*, *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis capillaris* და სხვა. პარკოსნებიდან გვხვდება: *Trifolium spadicum*, *T. pratense*, *T. repens*, *Lathyrus pratensis*, *Coronilla balansae*. მაღალბალახეულიდან: *Senecio subfloccosus*, *S. othonnea*, *Inula Helenium*, *Arnuncus vulgaris*, *Cephalaria gigantea* და სხვა. ისლებიდან განსაკუთრებით დამახასიათებელია *Carex Meinshauseniana*, *C. canescens*, *C. Medwedewii*, *C. vesicaria*, *C. palescens*. ხავსები შედარებით მრავალფეროვანია, მაგრამ მათ შორის უფრო ხშირად გვხვდება *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus uncinatus*, *Capilium stellatum*, *Mnium cuspidatum*, *Racomitrium canescens*, *Leskuraca ineurvata* და სხვა. ნაირბალახების სინუსია მცენარეთა ორი ჯგუფითაა წარმოდგენილი: წვრილი და ფართოფოთლიანი ნაირბალახებით, სადაც ჰარბტენის მოყვარულ სახეობებს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ასეთებია: *Schwertia iberica*, *Epilobium palustre*, *Caltha polypetala*, *Valeriana colchica*, *Primula auriculata*, *Orchys caucasica*, *Iuncus effusus* და სხვა. სხვა ნაირბალახებიდან აღსანიშნავია *Inula glandulosa*, *I. grandiflora*, *I. britonica*, *Polygonum. carneum*, *Pimpinella saxifraga*, *Leontodon hispidus*, *Rumex acetosella*, *Ranunculus swaneticus*, *Chamaemelum caucasicum*, *Silene walichiana*, *Myosotis caespitosa* და სხვა. ისინი უმეტესად ცენოზის განაპირა ზოლში გვხვდება. შედარებით ხშირია *Inula glandulosa*. იშვიათად მონაწილეობს *Cicripus silvaticus*, ასევე მცირეა *Saxifraga sibirica*. *Pirola minor*, *Petesites albus*, *Sedum caucasicum*, *Silene walichiana*, *Myosotis caespitosa* და სხვა. კლდეებზე მარმუჭთან ერთად, განსაკუთრებით ქვედა ზონაში (ს. ხაიშთან ახლოს) ციკაბო მარმუჭიანში მონაწილეობს *Saxifraga cartilaginea*, *Asplenium trichomanas*, *Valerianella carinata*, *Sedum tennellum* და სხვა. ძლიერ დატენიანებულ მიკროცენოზებში ვხვდებით *Ranunculus repens*, *Helecharis eupalustris*, რომელთაც მცირე რაოდენობით ერევა *Cardamine uliginosa*. ციკაბო ჰარბტენიან მარმუჭიანებში ინვაზიური ფორმებიც გვხვდება, ჩამოჭრილი ზედა სარტყლედიდან ან ჩამოტანილი კოლბოხების სახით—*Alchimilla retinervis*, *A. glabricaulis*, *A. microdontha*, *Geraniumibericum*, *g. gymnocaulon* და სხვა. მათი მონაწილეობა ცენოზში უმნიშვნელოა, დროებითი ხასიათისაა. ასეთი მარმუჭიანები გავრცელებულია მდინარე შეეწყალას მარჯვენა შენაკადების პირას (უშგულე) და მდ. მურყმელას (ენგურის მარჯვენა შენაკადი, მურყმულო) ხეობის პირას და სხვა ადგილებში.

ციკაბო ფერდობების მარმუჭიანები ზემო სვანეთში სუქცესიურად დაკავშირებულია ტყისა და მაღალმთის ბუჩქოვანი მცენარეულობის (დეკიანები, ღვიანები, მოცვიანები და სხვა) შემდგომ განვითარებული მდელოების დინამიკურ პროცესებთან, ე. ი. ვაკე ფერდობებისა და ტერასთა მცენარეულობის ცვლილებებთან ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების გამო, რომლებიც წინ უსწრებენ ციკაბო ფერდობების მარმუჭიანების ჩამოყალიბებასა და განვითარებას. ამიტომაც, რომ ზემო სვანეთში ამ ტიპის მცენარეულობის კომპლექსებში ტყისა და ბუჩქოვანი ელემენტებიც მონაწილეობენ. კერძოდ, მკაფიოდაა გამოსახული ნახევარბუჩქების სინუსია *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Daphne glomerat-*ს და სხვათა მონაწილეობით. ბუჩქოვანთა სინუსია წარმოდგენილია სახეობებით *Populus tremula*, *Salix caprea*, *S. arbuscula*. ზოგჯერ გვხვდება *Rhododendron cau-*

casicum, *Crataegus moiozina*, *Sorbus aucuparia* და სხვა. შედარებით მცირედ მონაწილეობენ პარკოსნები, ისინი ძირითადად ცენოზის განაპირა ნაწილში გვხვდება. ასეთია, მაგალითად, *Lotus caucasicus*, *Trifolium pratense*, *T. trichocephalum*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia variabilis*, *V. caucasica*, *Coronilla balansae* და სხვა. ყველაზე მეტი სიზშირით *Trifolium spadiceum* გვხვდება. შემდეგ *Trifolium pratense*, დანარჩენი კი ცალკეული ინდივიდების სახითაა გაბნეული.

მარმუქის ყველა სახეობა ასეკატორებს როლი წარმოადგენენ, ისეთი ცენოტიპები როგორცაა *Alchimilla epipsilla*, *A. oxyspala*, *A. tredecimloba*, *A. undecimloba*, *A. laeta*, *A. stellulata*, *A. pseudolevis* მიეკუთვნებიან ციკაბო მარმუქიანების მთავარ ელიფიკატორებს და ყოველთვის გაბატონებისაკენ ისწრაფვიან.

აქ ციკაბო ფერდობების მარმუქიანები საინტერესოა იმიტომ, რომ მათში მონაწილეობს ხავსები და მლიერების ზოგიერთი სახეობა. მაგალითად, *Mnium cynclidioides* და *Dicranum Bonjenii* გრუნტის წყლების გამოსავალ კლდიან ადგილებში გვხვდება. დატენიანებულ ღიდი დაქანების ღრმინადავიან ფერდობებზე კი, სადაც აქა-იქ გაბნეულია არყის *Betula pubescens* და დეკას *Rhododendron caucasicum*-ის ბუჩქები (სვანეთის ქედი), ტყის ტიპის ხავსებია — *Rhytidelphus triquetrus* და *Hylacomium splendens*. ტუბერის ხეობაში ჩანჩქერთან 50°-იან დაქანების ფლატე კლდეზე, სადაც მარმუქთან *Alchimilla epipsilla* ერთად *Primula auriculata* და ხავსის ძლიერი (2—3 სმ სსქის) საფარია, გავრცელებულია *Leskea polycarpa*, *Tortella ruralis*, *Hedwigia ciliata* და სხვა. ზოგჯერ ასეთ ადგილებში ხავსი სუბედიფიკატორის როლში გამოდის. იმ მცენარეულ საფარში, სადაც ფართოფოთლიანი მარმუქიანები ხავსთან და *Primula auriculata*-სთან ერთად (მდ. აღიშის წყალის ხეობა) მკაფიოდ ჩანს, ციკაბო ფერდობზე გავრცელებულია: *Salyx caucasica*, *Anthoxanthum odoratum*, *Cardamine uliginosa*, *Carex Medwedewii*, *C. Meinshauseniana*, *Iuncus lampocarpus*. აქვე დაჯგუფების პერიფერულ ნაწილში შეჭრილია *Nardus stricta*, *Deschampsia caespitosa*, *Poa pratensis*. ისინი ცალკეულს კოლონიებს ქმნიან.

ციკაბო ფერდობების მარმუქიანები შედგენილობით მრავალფეროვანია, ჩვენი მიერ ამ ტიპის მარმუქიანებში აღრიცხული იქნა 135 სახეობა, აქედან მარცვლიანებია 17 (14%), პარკოსნები — 8 (6,4%), ისლები — 5 (4%), ბუჩქები და ნახევარბუჩქები — 14 (11,2%), მლიერები და ხავსები — 8 (6,4%). დანარჩენი 58% ნაირბალახებია. 100 კვ. მ ფართობზე საშუალოდ აღვწერთ 43 სახეობა. აქედან მარცვლოვანია — 5, პარკოსანი — 3, ბუჩქები და ნახევარბუჩქები — 4, მლიერები და ხავსები — 3, ისლები — 4. ნაირბალახები (24 სახეობა) მცენარეულობის სხვა ჯგუფებთან შედარებით გაცილებით მეტია, რაც უნდა აიხსნას ნიადაგის ძლიერი ტენიანობით და შედარებით დაბალი ტემპერატურით. ასეთ ცენოზებში ზოგჯერ ხავსის პროექციული დაფარულობა 20—25%-ს აღწევს, განსაკუთრებით ციკაბო ფერდობის ზოგიერთ ტერასზე (ლარდაადის მორენა, მდ. აღიშის წყლის ხეობა). ამგვარი შეთავსებულობა სინუზიებისა მიუთითებს იმაზე, რომ მცენარეული საფარის განვითარება ციკაბო ჭარბტენიან ფერდობებზე მიმდინარეობს ნაირბალახების დასახლებით. ისინი წარმოადგენენ პირველ დამკორდებლებს და გზას უკაფავენ შემდგომში სხვა მცენარეთა და მათ შორის მარცვლოვნების, პარკოსნების ისლების და სხვათა დასახლება-გავრცელებას ასეთ ადგილსამყოფელოებზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.6.1977)

Г. К. ЗАМТАРАДЗЕ

 МАНЖЕТНИКИ НА ВЫХОДАХ ГРУНТОВЫХ ВОД КРУТЫХ
 СКЛОНОВ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ

Резюме

Сильно увлажненные манжетники крутых склонов Верхней Сванетии — это специфическая группа растительных ассоциаций, которые распространены в прибрежных растительных комплексах на выходах грунтовых вод. Они встречаются в субальпийском поясе, частично и ниже по всем экспозициям горных склонов, флористически она разнообразна, в их составе участвуют злаки, бобовые, осоки, мхи и лишайники, кустарники и кустарнички. Преобладающую роль играет разнотравье, особенно манжетки: *Alchemilla laeta*, *A. epipsila*, *A. oxysepala*, *A. undecimloba*, *A. tredecimloba* и др.

BOTANY

G. K. ZAMTARADZE

 ALCHEMILLA HERBS AT GROUND WATER DISCHARGES OF STEEP
 SLOPES OF UPPER SVANETI

Summary

High-humidity *Alchemilla* herbs of the steep slopes of Upper Svaneti constitute a specific group of vegetational associations, found among ravine vegetational complexes around phreatic discharges. The genus in question occurs in the sub-Alpine belt, occasionally even lower—along all exposed mountain slopes. Floristically it is varied, containing grasses, pulses, carices, bryophyta and lichens, large and small shrubs. Mixed fodder plants predominate, particularly *Alchemilla laeta*, *A. epipsila*, *A. oxysepala*, *A. undecimloba*, *A. tredecimloba*, etc.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Гулисашвили. Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. М., 1964.
2. А. Г. Дслуханов. Основные черты растительного покрова Верхней Сванетии. Труды Тбил. бот. ин-та т. IX, 1946.
3. ბ. კეცხოველი. საქართველოს მცენარეულობის ძირითადი ტიპები. თბილისი, 1935.
4. И. И. Тумаджанов. Очерк болотной растительности долины Теберды. Труды Тбил. бот. ин-та, т. XII, 1948.
5. А. Л. Харაძე. Зап. по сист. и геогр. раст. Ин-та Ботаники, т. 25, 1965.



Т. Д. МАГАЛАШВИЛИ-КАНЧАВЕЛИ

К УСТАНОВЛЕНИЮ КЛАССИЧЕСКИХ МЕСТОНаХОЖДЕНИЙ НОМЕНКЛАТУРНЫХ ТИПОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 24.6.1977)

Французский ученый натуралист Турнефор впервые дал характеристику растений, собранных им в Грузии, разместил их по определенной системе и дал им латинские названия. Основная часть гербария Турнефора, собранного в Грузии, хранится в Национальном музее истории естествознания в Париже. Для решения некоторых таксономических вопросов, а также для истории изучения флоры Грузии большое значение имеют типовые экземпляры и точное указание классических мест сбора. С этой целью, по нашей просьбе, из коллекции Турнефора сняты фотоснимки типовых экземпляров: *Scutellaria orientalis* L., *Scutellaria altissima* L., *Geranium ibericum* Cav., *Stizolophus coronopifolius* (Lam.) Cass., *Centaurea reflexa* Lam., *Achillea filipendolina* Lam.

На основе полученных из Парижа снимков, уточненного нами маршрута путешествия Турнефора по Грузии [1] и списков растений из рукописи Турнефора ("Etat des Plantes que nous avons vues dans notre voyage de la Mer Noire, de la Georgie et de l'Anatolie"), хранящегося в Париже в том же музее и любезно переданного нам для ознакомления профессором И. М. Табагуа, нам удалось более конкретно установить классические местонахождения вышеназванных типовых экземпляров. Для этих видов в современной литературе классические места сбора были указаны неточно или предположительно.

Турнефор в Грузию прибывает в начале XVIII столетия с целью всестороннего изучения стран Востока и, в частности, Кавказа. Он является выдающимся деятелем ботанической науки. Растения, собранные Турнефором, указывались в его знаменитом труде "Corollarium rei Herbariae", в котором после родового названия давалось полиномиальное—краткое описание. За родовым названием обычно для растений, собранных в восточных странах, приводилось наименование "Orientalis". В дальнейшем полиномиальные названия Турнефора цитировались Линнеем при его биномиальных названиях. Местонахождением растений, собранных Турнефором, обычно указывался Восток—"In oriente".

1. *Scutellaria altissima* L. [2]. Растение впервые описано Турнефором под названием "Cassida orientalis altissima, urticae folio" [3].

В 1753 г. Линней назвал его в своем "Species Plantarum" *Scutellaria altissima*, приведя местность распространения "in oriente," как это указано в книге Турнефора "Corollarium".

В 1808 г. Маршал Биберштейн в своей работе "Flora Taurico-Caucasica" привел "*Cassida altissima Urticae folio. Tourn. cor. 11. (ex autopsia speciminum ibericum herbarii Tournefort'ana)*" [4].

Как известно, *Scutellaria altissima* L. описана из Грузии (Иберии) [5], но конкретно с какого места нигде не указывается. Согласно уточненному нами маршруту путешествия Турнефора [1], классическим местонахождением *Scutellaria altissima* L. является Нижняя Картли—между Дманиси и Тбилиси.

2. *Scutellaria orientalis* L. [2]. Растение найдено Турнефором в 1701 г. и впервые описано им как "*Cassida orientalis chamaedrys folio, ilore luteo*" [3].

Линней при опубликовании этого вида классическим местонахождением считает "*Habitat in America circa Tephlin*" [2]. Б. А. Стефанов отмечает: "...вместо "America" здесь явно следует читать "Armenia", "Circus Tephlin" означает "в окрестностях Тбилиси" [6]. В современной литературе классическим местонахождением также указан Тбилиси [5].

Согласно уточненному нами маршруту путешествия Турнефора [1], классическим местом *Cassida orientalis*, называемого ныне *Scutellaria orientalis* L., следует считать окрестности Тбилиси, точнее Нижнюю Картли, где протекают рр. Алгети и Кшия, которые обходят Тбилиси с юга и сливаются с р. Мтквари (Кура).

3. *Geranium ibericum* Cav. [7]. Растение впервые описано Турнефором как "*Geranium ibericum batrachioides, minoribus foliis, maximo flore*" [3].

В 1787 г. Каваниллес приводит его под таким же названием, как у Турнефора: "*Geranium Ibericum batrachioides, minoribus foliis, maximo flore, Tourn. Coroll. p. 20,*" и отмечает: "*Habitat in Oriente. Vidi figuratum a Tournefortio, apud D. de Jussieu*" [7].

Во «Флоре СССР» указано: «Описан с Востока (вероятно, из Закавказья) по материалам Турнефора» [8].

Аналогичным образом, согласно уточненному нами маршруту, классическим местонахождением этого вида должно считаться высокогорье Нижней Картли или Триалети.

4. *Stizolophus coronopifolius* (Lam.) Cass. [9]. Вид впервые описан Турнефором под названием "*Iacea orientalis annua coronopi folia, flore luteo*" [3].

В 1783 г. Ламарк по этим же материалам — по сборам Турнефора описывает новый вид под названием *Sentaurea coronopifolia* и приводит данные Турнефора по "Corollarium" [10].

В 1827 г. Кассини отнес этот вид к роду *Stizolophus*, и ныне оно известно как *Stizolophus coronopifolius* (Lam.) Cass.

Во «Флоре СССР» указано: "*Stizolophus coronopifolia*" (Lam.) Cass. описан со ссылкой на экземпляр Турнефора, происходящий, по-видимому, из Грузии или Армении» [9]. Здесь так же, как в предыдущих случаях, по уточненному нами маршруту путешествия Турнефора и по данным рукописи Турнефора, классическим местонахождением этого вида следует считать Грузию — Нижнюю Картли.



5. *Centaurea reflexa* Lam. [10]. Вид впервые описан Турнефором по собственным сборам как “*Carduus orientalis calcitrapa folia, flore flavescente odoratissimo*” [3].

В 1783 г. Ламарк по этим же материалам описывает новый вид под названием *Centaurea reflexa* и характерные признаки приводит по Турнефору: “*Carduus orientalis calcitrapa folia flore flavescente odoratissimo ...Cette plante croit dans le Levant*” [10], а Турнефор в своем “*Corollarium*” эти признаки дает почти буквальным повторением той рукописи, которой мы пользовались. В этой рукописи после названия растения и перед их краткой характеристикой отмечено “*Iberia*”, “*Carduus Ibericus calcitrapus folio, flora flavescente odoratissimo*”, а в “*Corollarium*” вместо “*Ibericus*” указано “*Orientalis*”. Очевидно, все растения, собранные Турнефором во время его путешествия по Востоку, впоследствии, при подготовке рукописи к печати, были названы им “восточными”, без указания конкретных местонахождений.

Таким образом, когда классическое местонахождение — Грузия этого вида в современной литературе указано предположительно: «описан с Востока (“*Levant*”), без точного указания местонахождения, вероятно, из Грузии» [9], можно определенно сказать, что вид *Centaurea reflexa* Lam. собран в Грузии—между Дманиси и Тбилиси.

6. *Achillea filipendulina* Lam. [10]. Вид впервые описан Турнефором как “*Ptermica orientalis Tanacetifolia et facie, flore minimo*” [3].

Впоследствии его описывает Ламарк как *Achillea filipendulina* и в диагнозе отмечает: “*Ptermica orientalis, tanaceti folio et facie, flore minimo. Tournef. cor. 38... Cette espece est du nombre de toutes celles que M-de Tournefort a observees dans le Levant*”. Здесь так же, как и в предыдущих случаях, характерные признаки растения Ламарк дает по Турнефору, а в “*Corollarium*” Турнефора указанные признаки приведены согласно рукописи с той разницей, что в последней упоминается “*iberica*” вместо “*orientalis*”, что отмечено и на этикетке типового экземпляра: “*Ptermica iberica Tanacetifolia et facie, flore minimo*”. В соответствии с этим становится ясным, что вид *Achillea filipendulina* был собран в Южной Грузии—между Дманиси и Тбилиси.

Государственный музей Грузии
им. С. Н. Джанашиа

(Поступило 24.6.1977)

გობანიძე

თ. ბაღაღაშვილი-ჟანაშია

საქართველოს ფლორის ზოგიერთი სახეობის ნომენკლატურული ტიპების კლასიკური ადგილსამყოფელის დადგენისათვის

რეზიუმე

ზოგიერთი ტაქსონომიური საკითხის გადაჭრისათვის, აგრეთვე ფლორის შესწავლის ისტორიისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სახეობის ტიპის ადგილსამყოფელის დადგენისათვის.

ტურნეფორის მიერ მოპოვებული სახეობისათვის: *Scutellaria orientalis* L., *Scutellaria altissima* L., *Geranium ibericum* Cav., *Stizolophus coronopifolius* (L.) Cass., *Centaurea reflexa* Lam., *Achillea filipendulina* Lam. კლასიკური ადგილი არსებულ ლიტერატურაში სავარაუდოდ ან არაზუსტად იყო მითითებული. პარიზის ბუნებისმეტყველების ისტორიის ეროვნული მუზეუმიდან მიღებული ზემოთ ჩამოთვლილი სახეობების ნომენკლატურული ტიპების ფოტოსურათების მოხმარებით, ტურნეფორის საქართველოში მოგზაურობის მარშრუტით და აგრეთვე მის მიერ აღმოსავლეთის ქვეყნებში შეგროვილი მცენარეების სიის მიხედვით დადგინდა, რომ აღნიშნული სახეობების კლასიკური ადგილი უმეტეს შემთხვევაში ქვ. ქართლშია დმანისსა და თბილისს შორის.

BOTANY

T. D. MAGALASHVILI-KANCHAVELI

TOWARD ASCERTAINING THE CLASSICAL PROVENIENCE OF SOME SPECIES OF GEORGIAN FLORA

Summary

The author has studied the specimens received from the Muséum national d'histoire naturelle in Paris, the photos of some nomenclature types of species found by Tournefort during his journey in Georgia, and the list of plants gathered by that traveller in oriental countries. As a result, the classical provenience of 6 species has been found to be Lower Kartli.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. D. Magalashvili-Kanchaveli. Вестник Государственного музея Грузии им. акад. С. Н. Джанашия, XXIV—XXV-A, 1973.
2. C. Linnaeus. Species Plantarum. London, 1753.
3. J. P. Tournefort. Corollarium institutum rei herbariae. 1703.
4. F. Marschal Bieberstein. Flora Taurico Caucasica, II, Charkovie, 1808.
5. С. В. Юзепчук. Флора СССР, т. 20. М.—Л., 1954.
6. Б. А. Стефанов. Монография на роде *Scutellaria* L. София, 1926.
7. A. J. Cavanilles. Quarta dissertationes Botanique. Matriti. 1787.
8. Е. Г. Бобров. Флора СССР, т. 24. М.—Л., 1949.
9. Н. Н. Цвелев. Флора СССР, т. 28. М.—Л., 1963
10. J. Lamarck. Encyclopedie Methodique Botanique. 1. 27, Paris, 1783.



ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

В. А. МОСАШВИЛИ, И. С. ЧАНКОТАДЗЕ

**ОБРАБОТКА СЕМЯН ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ АЛКАЛОИДОМ
КОЛХИЦИНОМ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Декапрелевичем 21.4.1977)

В последние годы для получения хозяйственно-ценных сортов среди других методов применяется мутационный метод.

Путем индуцированной мутации значительно ускоряется создание новых сортов, особенно у многолетних растений.

В индуцированной мутации особое место занимает полиплоидия. Полиплоидные формы сыграли большую роль в деле освоения и приспособления растений к неблагоприятным условиям внешней среды [1, 2].

П. М. Жуковский отмечает, что эволюция культурных растений путем полиплоидии создала всесторонне улучшенные формы растения с повышенным количеством и качеством продукции.

Известно, что степень полиплоидии у разных видов по-разному отвечает хозяйственной ценности. У одних видов лучшие результаты дают триплоиды, а у других — тетраплоиды, гексаплоиды и др. [3].

Проведены многолетние опыты по воздействию колхицина как на однолетние, так и на многолетние растения, получены полиплоидные растения, определены их дозы и экспозиции, имеющие большое значение для селекции [4].

Как известно, для индуцированной полиплоидии самое большое применение во многих культурах находит алкалоид колхицин.

Нужно отметить, что для разных растений необходимы разные дозы и концентрации, ввиду того что некоторые дозы для одних растений смертельны, а у других вызывают полиплоидию [5—6].

Цель настоящего исследования — изучить и выявить наиболее эффективные дозы, экспозиции, фазы развития и органы воздействия, которые дают большое число полиплоидных форм при обработке винограда алкалоидом колхицином.

Обрабатывались колхицином семена винограда сорта Ркацителли трех фаз развития (сухие, замоченные предварительно в течение 4 дней в воде и наклюнувшиеся).

Испытывалось девять концентраций колхицина (0,01—0,02—0,03—0,05—0,1—0,2—0,3—0,5—1,0% растворы). В качестве контроля брались семена без обработки и замоченные в воде. Обработка колхицином проводилась в трех экспозициях (24—52—72 часа). В каждом варианте бралось по 300 семян. Семена проращивались в лабораторных условиях в термостате при температуре 28—30°C. Часть семян использовалась для микроскопического анализа меристемы корешков, а остальная высевалась в вегетационном доме в сосуды или в ящики для морфологического изучения.

Корешки фиксировались смесью Карнуа и окрашивались ацетокармином. Работа начата в 1963 г. и продолжается поныне.

Обработанные растворами колхицина органы растений приостанавливают рост, т. е. их митотическая активность значительно уменьшается. Рост обработанных органов начинается несколько позднее, чем в контрольных вариантах.

Из трех испытанных экспозиций самый большой процент прорастания отмечается в 24-часовой экспозиции. С увеличением времени воздействия прорастаемость семян снижается.

Из трех испытанных фаз развития семян при обработке колхицином лучшие результаты по прорастанию семян и выживаемости сеянцев дали наклонувшиеся семена (60,44%), на втором месте оказались семена после 4-дневного смачивания (53,90%) и на третьем — сухие семена (45,0%).

Анализ прорастания и выживаемости по концентрациям и экспозициям показал, что ни одна из испытанных нами концентраций не была летальной. При сравнении разных концентраций не обнаруживается строго закономерного уменьшения прорастания с повышением концентрации раствора.

Таблица 1

Результаты прорастания семян виноградной лозы (сорт Ркацители), обработанные в разных концентрациях колхицина

Концентрации колхицина	Количество обработанных семян	Процент прорастания семян		
		наклонувшихся	после 4-дневного смачивания	сухих
0,01	300	59,0	59,0	48,0
0,02	"	45,6	49,6	44,7
0,03	"	47,3	54,6	51,7
0,05	"	62,0	56,0	43,3
0,1	"	51,6	57,3	43,3
0,2	"	66,3	47,0	43,6
0,3	"	74,0	51,6	47,3
0,5	"	71,0	48,6	38,6
1,0	"	6,0	50,3	43,3
	"	52,6	64,0	46,6
Контроль		60,4	53,9	45,0

Как видно из табл. 1, самый большой процент прорастания у наклонувшихся семян отмечается при обработке 0,2—0,3 и 0,5% растворами.

В связи с тем, что нас интересует цитогенетическое изменение, часть обработанных семян с каждого варианта была проанализирована под микроскопом. Результаты микроскопического анализа приводятся в табл. 2. Они показывают, что самый большой процент измененных и полиплоидных клеток отмечается у обработанных наклонувшихся семян (36,5%), меньший — у замоченных в воде (24,6%), а наименьший — у сухих семян (16,0%).

Как видно из табл. 2, под воздействием колхицина количество 2—3-ядерных клеток увеличивается. Анафазные перестройки очень незначительны, а количество тетраплоидных клеток увеличено. Количество хромосом и трехядерных клеток наибольшее у наклонувшихся семян. Количество клеток с 2—3 ядрами почти во всех вариантах значительно меньше, чем клеток с 2—3 ядрышками. В целом по всем трем фазам обработанные семена, как правило, дают больше изме-



ნენისა და მათი მემკვიდრეობის მართვა. ნაშრომის მიზანია, დადგინდეს ვინაობა და რა გარემოებებში ხდება მემკვიდრეობის მართვა. ნაშრომის მიზანია, დადგინდეს ვინაობა და რა გარემოებებში ხდება მემკვიდრეობის მართვა.

Таблица 2

Результаты микроскопического анализа меристемы корешков, обработанных по фазам развития семян

Фазы развития семян	Количество клеток, просмотренных в микроскопе	Количество клеток										С измененными анафазами		С 2—3 ядрами, ядрышками и анафазными перестройками	
		с 2—3 ядрами				с 2—3—4 ядрышками									
		2		3		2		3		4		Число	%	Ср. ч.	%
		Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%				
Наклюнувшиеся семена	8179	1546	18,8	212	2,6	943	11,5	394	3,6	—	—	53	0,7	299	36,5
После 4-дневного смачивания	6707	841	12,6	79	1,2	598	0,9	237	3,5	24	0,4	34	0,5	1673	24,6
Сухие семена	10100	55	0,5	6	0,06	1053	0,5	625	0,6	—	—	26	0,2	1782	16,0

В настоящее время среди сеянцев, полученных от обработки семян колхицином, выявлено несколько тетраплоидных форм, которые наблюдаются для дальнейшего изучения их хозяйственной ценности.

Научно-исследовательский институт садоводства, виноградарства и виноделия МСХ СССР

(Поступило 22.4.1977)

გენეტიკა და სელექცია

3. მოსაუზოლი, ი. ხანოტაძე

ვაზის წიკვების დამუშავება ალკალოიდ კოლხიცილით (ჰიმი რეაქტიული)

რეზიუმე

ვაზის სამ ფაზაში მყოფი წიკვები დამუშავებულნი ალკალოიდ კოლხიცილის სხვადასხვა კონცენტრაციებითა და ექსპოზიციებით. პოლიპლოიდური უჯრედები მივიღეთ ფესვის ისეთ მერისტემულ ნაწილში, რომლებიც დამუშავებულია 0,2—0,3%-იანი ხსნარებითა და 24-საათიანი ხანგრძლივობით. წვეინაკრავსა და ოთხდღიან დაღობილ წიკვებში მიღებულია ტეტრაპლოიდური ფორმები, რომლებზედაც დაკვირვება გრძელდება.

V. A. MOSASHVILI, I. S. CHANKOTADZE

SEED TREATMENT OF GRAPEVINE WITH COLCHICINE

Summary

Seed treatment of grapevine under various concentrations and conditions of exposure within three stages of development was studied. Germinated seeds exposed to 0.1—0.2—0.3 concentration of colchicine for 24 hours gave the best result as seen in highest percentage of polyploid changes in the root meristem of the grapevine. Three tetraploid forms have been isolated from the seedlings obtained as a result of colchicine treatment, and further studies of their economic value are in progress.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. Л., 1971, 64—81.
2. П. М. Жуковский. Бот. ж., 42, 1957, 1596—1614.
3. А. Р. Жебрак. Тез. докл. совещания по полиплоидии у растений МОИПа, 1958, 20—22.
4. Н. П. Рубин, В. А. Панин. Новые методы селекции растений. М., 1967, 320.
5. Д. Ф. Петров. Генетика с основами селекции. М., 1971, 109.
6. Н. И. Давоян, В. С. Тырнов, В. М. Суханов. Цитология и генетика, 6, № 3, 1972, 259—262.
7. А. С. Мусийко, Т. И. Кунина, В. С. Лесник. Доклады ВАСХНИЛа, № 10, 1971, 4—5.
8. А. Р. Рогат, Н. А. Купянская. Труды ВНИИльна, вып. 9, 1971, 57—67.

3. ნასქილაფშილი

საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენულ ჯიშებში
მოკლელეროიანობის ბინძობის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრეღვიძემ 5.3.1977)

სოფლის მეურნეობის შემდგომი ინტენსიფიკაციის ერთ-ერთი პირობაა მალაღმოსავლიანი ჯიშების გამოყვანა და წარმოებაში დანერგვა. სამამულო და მსოფლიო სელექციური მუშაობის ანალიზი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ახალი ტიპის ინტენსიური ჯიშების მიღება შესაძლებელია მოკლელეროიანი დონორების შეჯვარებაში გამოყენებით. ამ მხრივ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ხორბლის ზოგიერთი ჯიშის მცენარის სიმაღლეს აკონტროლებს 1—3 ან 1—4 მთავარი გენები [1—7]. ამიტომ შესაჯვარებელი საწყისი ფორმების შერჩევისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მცენარის სიმაღლის მემკვიდრეობის შესწავლას.

საქართველოში გავრცელებული ხორბლის და მათ შორის რბილი ხორბლის ჯიშების მცენარის სიმაღლის გენეტიკა თითქმის შეუსწავლელია. ამ მიზნით ეს ჯიშები შევისწავლეთ (1965—1972 წ.) ჰიბრიდოლოგიური ანალიზის მეთოდით. შესაჯვარებლად შევარჩიეთ მალაღმოსარდი ტეტრაპლოიდური სახეობები (*T. durum v. coerulescens* და *T. turgidum v. striotum*) და რბილი ხორბლის (*T. aestivum*) ჯიშები. ამ უკანასკნელი სახეობის ჯიშები დაეჯგუფეთ შემდეგნაირად: 1. აღმოსავლეთ საქართველოს შედარებით მშრალი რაიონების ჯიშები: დოლის პური 35—4, დოლის პური 18—46, ქართლის დოლის პური, კახური დოლის პური, კახი 8—*v. erythrosperrum*; 2. აღმოსავლეთ საქართველოს ტენიანი კლიმატის ხორბალი: ლაგოდეხის გრძელთავთავა—*v. lutescens*; 3. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი რაიონების ჯიშები: თეთრი იფქლი, კორბოულის დოლის პური—*v. erythrosperrum* და ხულუგო—*v. lutescens*; 4. სამხრეთ საქართველოს მაღალი მთის ზონის ხორბალი: ჯიშ-პოპულაცია—ახალციხის წითელი დოლის პური—*v. ferrugineum*; 5. ჰიბრიდული წარმოშობის ჯიშები: მუხრანულა 1, თბილისური 5 და მოწინავე—*v. erythrosperrum*.

რეცეპროკული შეჯვარებით მიღებული პირველი და მეორე თაობის ჰიბრიდები საწყისი ფორმებთან ერთად შევისწავლეთ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მუხრანის სასწავლო-საცდელი მეურნეობის პირობებში.

ტურგიდუმის და რბილი ხორბლის ჯიშების შეჯვარებით მიღებულ პირველი თაობის მცენარეთა სიმაღლის შესწავლით გამოირკვა, რომ მალაღმოსავლიანობის ნიშნის მემკვიდრეობა რეცესიული ხასიათისაა.

რბილი ხორბლის მალაღმოსარდი ჯიშების (თეთრი იფქლი, კორბოულის დოლის პური, კახური დოლის პური, ლაგოდეხის გრძელთავთავა, კახი 8) შეჯვარებაში გამოყენებით დომინირებს მალაღმოსარდობა, ხოლო მცენარის სიმაღლის მემკვიდრეობა შუალედური იყო ისეთ კომბინაციებში, რომლებშიც მონაწილეობდა რბილი ხორბლის შემდეგი ჯიშები: დოლის პური 35—4, დოლის პური 18—46, ხულუგო, თბილისური 5 და მოწინავე. ყველა ჰიბრიდული კომბინაციის მეორე თაობაში მოხდა დათიშვა. მალაღმოსარდი ჯიშების მონაწილეობით მიღებული კომბინაციის მეორე თაობაში მალაღმოსავლიანობა, ტ. 87, № 2, 1977.

როიან და მოკლელეროიან მცენარეებზე დათიშვა გამოისახა შეფარდებით 15:1. მეორე თაობაში აღზრდილ 572 მცენარიდან მალალმოზარდი იყო 469 მცენარე, მოკლელეროიანი—103. მალალეროიან და მოკლელეროიან მცენარეებზე დათიშვა გამოისახა შეფარდებით 13:3. მეორე თაობაში მალალეროიანი და მოკლელეროიანი მცენარეების განსხვავებული შეფარდება გამოწვეულია შეჯვარებაში მონაწილე რბილი ხორბლის ჯიშებში მოკლელეროიანობის გამაპირობებელი გენების განსხვავებულობით და ამ გენების ზემოქმედების სპეციფიკურობით. მსგავსი შედეგები მივიღეთ შეჯვარებაში მავარი ხორბლის გამოყენებით.

მიღებული შედეგების ანალიზით დადგინდა, რომ საქართველოში გავრცელებული რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშები—თეთრი იფქლი, კობოლის დოლის პური, კახური დოლის პური, ლაგოდხის გრძელთავთავე გენეტიკურად განსხვავდება საქართველოს რბილი ხორბლის ჯიშებისაგან—ხულუგო, დოლის პური 35—4, თბილისური 5 და მოწინავე, ამ უკანასკნელი ჯიშების გენოტიპი ატარებს მოკლელეროიანობის დომინანტურ D გენს და დომინანტურ J გენ-ინჰიბიტორს. ეს უკანასკნელი გენ-ინჰიბიტორის რეცესიულ მდგომარეობაში დიჰიბრიდული დათიშვისას მეორე თაობაში იძლევა დათიშვას შეფარდებით 13:3, ე. ი. ისეთს, როგორც ჩვენ მივიღეთ ტურგიდუმთან რბილი ხორბლის ჯიშების (დოლის პური 35—4, ხულუგო, თბილისური 5 და მოწინავე) შეჯვარებით.

ამრიგად, საქართველოს რბილი ხორბლის ჯიშების (თეთრი იფქლი, კობოლის დოლის პური, კახური დოლის პური, ლაგოდხის გრძელთავთავე და კახი 8) გენოტიპია $ddii$, ხოლო ხულუგოს, დოლის პური 35—4, მოწინავე და თბილისური — $DDJJ$.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 11.3.1977)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ ГЕНОВ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ в АБОРИГЕННЫХ СОРТАХ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ГРУЗИИ

Резюме

Изучение гибридов от скрещивания аборигенных сортов мягкой пшеницы Грузии (Тетри Ипки, Корбоулис Долис Пури, Лагодехис Грдзелтаватава, Кахи 8, Долис Пури 35—4, Долис Пури 18—46, Моцинаве, Хулуго, Тбилисури 5) с видами *T. durum* (v. *coerulescens*) и *T. turgidum* (v. *striatum*), показало, что во всех этих скрещиваниях в F_1 наследование признака короткостебельности имеет рецессивный характер. Во всех этих скрещиваниях в F_2 выщепляются высокостебельные и короткостебельные растения. Соотношение между высокостебельными и короткостебельными растениями в гибридах с участием сортов мягкой пшеницы (Долис Пури 35—4, Хулуго, Тбилисури 5 и Моцинаве) во втором поколении было близким к теоретически ожидаемому — 13:3, а в гибридах с участием сортов мягкой пшеницы (Тетри Ипки, Корбоулис Долис Пури, Кахури Долис Пури, Лагодехис Грдзелтаватава и Кахи 8)—15:1. Соотношение между высокостебельными и короткостебельными растениями показывает, что аборигенные сорта мягкой пшеницы Грузии по содержанию короткостебельности отличаются друг от друга.

Генотип сортов Хулуго, Тбилисури 5, Мощинаве, Долис Пури 35—4—DDJJ, а сортов — Тетри Ипкили, Корбоулис Долис Пури, Кахури Долис пури, Лагодехис Грдзелтавтავა, Кахи 8—ddii.

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI

A STUDY OF GENES OF SHORT-STRAWNESS IN ABORIGINAL VARIETIES OF GEORGIAN SCFT WHEAT

Summary

A study of hybrids of crossings of aboriginal varieties of Georgian soft wheat (Tetri Ipkli, Korboulis dolis puri, Lagodekhis grdzeltavtava, Kakhi 8, Dolis puri 35-4, Dolis puri 18-46, Motsinave, Khulugo, Tbilisuri 5) with sp. *T. durum* (v. *coerulescens*) and *Turgidum* (v. *striatum*) has shown that in all these crossings in F_1 the inheritance of short-strawness indications carries a recessive character. In F_2 the plants having high and short stems deviate in all these crossings. Correlation between high- and short-straw plants in hybrids with the participation of soft wheat varieties of Dolis puri 35-4, Khulugo, Tbilisuri 5 and Motsinave in F_2 was close to the theoretically expected 13:3, and in hybrids with the participation of the soft wheat varieties: Tetri ipkli, Korboulis dolis puri, Kakhuri dolis puri, Lagodekhis grdzeltavtava and Kakhi 8 the correlation was 15:1. The correlation between high- and short-straw plants shows that Georgian aboriginal varieties of soft wheat differ from each other according to short strawness.

The genotype of Georgian soft wheat varieties: Khulugo, Tbilisuri 5, Motsinave, Dolis puri 35-4 is DDii, and of Tetri ipkli, Korboulis dolis puri, Kakhuri dolis puri, Lagodekhis Grdzeltavtava, Kakhi-8 ddii.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Дорофеев. Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства, 45, 2, 1971.
2. П. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. Л., 1971.
3. П. П. Лукьяненко. Сб. «Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы». М., 1971.
4. П. П. Лукьяненко. Селекция и семеноводство, 2, 1971.
5. М. И. Руденко, Р. А. Удачин. Вестник с/х науки, 4, 1969.
6. Сб. «Пшеница и ее улучшение». М., 1970.
7. В. Ф. Дорофеев, Г. А. Пушкина. Вестник с/х науки, 10, 1974.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. И. МАЛОЛЕТНЕВ, С. Г. МОЯНОВА

**ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-АМПЛИТУДНОГО СПЕКТРА ЭКОГ
СПЯЩЕЙ КОШКИ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ РЕЛЕЙНЫХ ЯДЕР
ТАЛАМУСА**

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 17.6.1977)

Синхронизирующее влияние низкочастотного ритмического раздражения таламических ядер на ЭКОГ [1] дало основание отнести таламус к категории структур, ответственных за возникновение медленноволновой фазы сна (МФС) [2]. Десинхронизация же ЭКОГ, вызываемая высокочастотным раздражением таламуса, оказалась обусловленной вовлечением ретикулярной активирующей системы [3, 4]. Однако некоторые авторы наблюдали усиление синхронизации ЭКОГ после повреждения таламических релейных ядер [5—7]. Это позволило предположить, что специфические ядра таламуса сами могут оказывать десинхронизирующее влияние на корковую активность. В связи с этим представляло интерес изучить изменения частотно-амплитудного спектра ЭКОГ во время разных стадий МФС после локального повреждения специфических таламических ядер и этим установить, оказывают ли эти ядра активирующее влияние на кору во время сна, когда, как хорошо известно [8], активирующее влияние ретикулярной формации значительно снижается.

Опыты проводились на пяти взрослых кошках с электродами, вживленными в сенсомоторную, зрительную и слуховую проекционные зоны коры, а также в вентро-постеро-латеральное ядро таламуса (ВПЛ) и в наружное колемчатое тело (НКТ). При вживлении корковых электродов выбиралась такая точка проекционной области коры, в которой электрическое раздражение соответствующего таламического реле вызывало ответный потенциал максимальной амплитуды. Начиная с 7-го послеоперационного дня проводилась регистрация фоновой ЭКОГ в течение 3 последовательных дней (с 14 до 20 часов), затем постоянным током (10 мА в течение 30 сек) локально повреждалось ВПЛ. Регистрация ЭКОГ возобновлялась сразу после коагуляции и затем на 3, 5 и 7-й дни. На 9—11-й день после коагуляции у этих же животных повреждалось НКТ с последующей регистрацией ЭКОГ по аналогичному графику. По окончании опытов (обычно на 20—25-й день после коагуляции ВПЛ) животные умерщвлялись, мозг извлекался и после фиксации в формалине определялись локализация и объем повреждения таламических ядер.

Частотно-амплитудный анализ ЭКОГ осуществлялся с помощью анализатора конструкции Института специализированной медицинской аппаратуры (ИСЕМА) Медицинской академии БНР. На рис. 1 приводится фрагмент ЭКОГ (1) с одновременным частотно-амплитудным анализом: выделяются колебания в диапазоне свыше 13 гц (2), 8—13 гц (3), 4—8 гц (4) и 1—4 гц (5). Минимальный, средний и максимальный уровни отклонения писчиков анализатора соответствуют

амплитудам до 30 мкв, 30—80 мкв и свыше 80 мкв анализируемого диапазона частот. Для анализа выбирались пять наиболее типичных двадцатисекундных фрагментов каждой стадии МФС, и результаты подсчета затем усреднялись. На графиках рис. 2 среднее количество колебаний для каждого диапазона частот показано на оси ординат, на

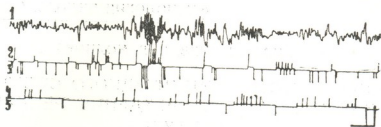


Рис. 1. Фрагмент ЭКоГ с одновременным частотно-амплитудным анализом. Объяснения в тексте

оси абсциссы указаны дни регистрации. Хорошо видно, что сразу же после коагуляции релейного ядра (ВПЛ—рис. 2,А, НКТ—рис. 2,Б) резко падало количество колебаний в диапазоне свыше 13 гц и только в проекционной для коагулированного ядра корковой зоне. Одновременно с этим наблюдалось усиление медленноволновой активности в этих же зонах, причем, наиболее значительно возрастало количество колебаний в диапазонах 4—8 и 8—13 гц в соматосенсорной коре (рис. 2,А) и 1—4 гц в зрительной коре (рис. 2,Б). Такая перестройка спектра ЭКоГ прослеживалась во всех стадиях МФС (рис. 2, I—III)

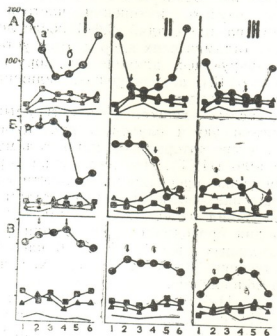


Рис. 2. Изменения частотного спектра ЭКоГ в соматосенсорной (А), зрительной (Б) и слуховой (В) зонах коры больших полушарий головного мозга после коагуляции таламических релейных ядер: I — дремотное состояние, II — поверхностная, III — глубокая стадии МФС. Стрелками обозначены моменты коагуляции ВПЛ(а) и НКТ(б), кружками — колебания диапазона свыше 13 гц, квадратами — 8—13 гц, треугольниками — 4—8 гц, линией без символов — 1—4 гц. На оси абсциссы: 1 — фон, 2 — день коагуляции ВПЛ, 3—6 — соответственно 3, 6, 9 и 12-й дни после коагуляции ВПЛ. Остальные объяснения в тексте

и достигала максимума на 3—5-й дни после коагуляции; затем возникала тенденция к восстановлению активности высокочастотного диапазона. Между 12 и 19-м днями после коагуляции количество высокочастотных колебаний восстанавливалось до исходного уровня (рис. 2,А, I—III). В отличие от активности высокочастотного диапазона, увеличение количества медленных колебаний было более стабильным и сохранялось на протяжении всего периода наблюдений, хотя степень этого увеличения со временем несколько уменьшалась (рис. 2,А, Б). На рис. 2,В показаны результаты анализа ЭКоГ слуховой зо-



ны коры, таламическое реле которой оставалось интактным. Хорошо видно, что в этой области не наблюдалось изменений частотного спектра, сходных с теми, которые были обнаружены в соматосенсорной и зрительной зонах. Более того, в слуховой зоне отмечалось даже некоторое усиление высокочастотной активности (рис. 2, В, I—III). Изменения колебаний низкочастотного диапазона — в тех случаях, когда они выявлялись, — носили нерегулярный характер, и, видимо, не были связаны с коагуляцией ВПЛ и НКТ.

Анализ амплитуды колебаний выделявшихся частотных диапазонов показал, что в сенсомоторной коре после коагуляции ВПЛ наблюдалось увеличение количества низкоамплитудных (до 80 мкв) колебаний диапазона 8—13 гц, прослеживавшееся на фоне всех стадий МФС. Наряду с этим, отмечалось увеличение числа высокоамплитудных (свыше 100 мкв) колебаний в диапазоне 4—8 гц, особенно отчетливо выраженное во время дремотного состояния и глубокой стадии МФС. Аналогичные изменения амплитудных характеристик, хотя и выраженные в меньшей степени, наблюдались в зрительной зоне коры после коагуляции НКТ. Следует подчеркнуть, что в этой зоне особенно было выражено уменьшение количества низкоамплитудных (10—80 мкв) колебаний в диапазоне свыше 13 гц.

Таким образом, проведенный частотно-амплитудный анализ спектра ЭКоГ во время МФС показал, что после коагуляции релейных ядер таламуса изменения активности в соответствующей проекционной области коры выражаются главным образом в уменьшении удельного веса низкоамплитудных колебаний высокочастотного диапазона с одновременным возрастанием количества средне- и высокоамплитудных низкочастотных колебаний. Это позволяет заключить, что во время МФС релейные таламические ядра способны оказывать на корковую активность десинхронизирующее (активирующее) влияние, которое реализуется, по-видимому, без вовлечения МРФ, возбудимость которой во время МФС значительно снижается.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

Академия наук БНР
Центральная лаборатория
по изучению мозга

(Поступило 17.6.1977)

აღაგინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

3. ვალოლბენი, ს. შიანოვა

მძინარე კატის ელექტროკორტიკოგრაფიის სიხშირულ-ამპლიტუდური სპექტრის ცვლილება თალამუსის გადამრთავი ბირთვების დაზიანების შემდეგ

რეზიუმე

დიდი ტვინის ქერქის პროექციულ უბნებში ქრონიკულად ჩანერგილ ელექტროდების მქონე კატებზე (ე. შ. ნელტალღოვანი ძილის სხვადასხვა სტადიების დროს) ჩატარებული ცდებით გაირკვა, რომ თალამუსის ზოგიერთი გადამრთავი ბირთვის (VPL, GL) კოაგულაციის შემდეგ ქერქის შესაბამისი პროექციული უბნების აქტივობა იცვლება; მკვეთრად მცირდება მაღალი ამპლიტუდიანი სიხშირის რხევების რაოდენობა და ერთდროულად იზრდება საშუალო და დიდი ამპლიტუდის დაბალი სიხშირის რხევათა რაოდენობა.

V. I. MALOLETNEV, S. G. MOJANOVA

CHANGE OF THE FREQUENCY-AMPLITUDE SPECTRUM OF SLEEPING CAT ECoG AFTER LESION IN THE THALAMIC RELAY NUCLEI

Summary

In chronic cats, with the electrodes placed in the primary cortical areas, analysis of the frequency-amplitude spectrum of ECoG during different stages of slow-wave sleep has shown that after coagulation of some thalamic relay nuclei (VPL, GL) changes of the activity in the corresponding cortical projection areas were evidenced mainly in a sharp decrease of low-amplitude high-frequency oscillation and in a simultaneous increase of medium-and high-amplitude waves of low frequency.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Andersen, S. A. Andersson, *Physiological Basis of the Alpha Rhythm*. Appelton, N. Y., 1968.
2. K. Akert, W. Koella, R. Hess. *Amer. J. Physiol.* 168, 1952, 260.
3. J. D. Schlag, F. Chaillet, J. P. Herzet. *Science* 134, 1961, 1691.
4. J. D. Schlag, F. Chaillet. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 15, 1963, 39.
5. Э. С. Монява, Р. К. Борукаев. *ЖВНД*, 15, 1965, 1047.
6. Y. Nakamura, C. Ohye. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 14, 1964, 677.
7. F. Angeleri, G. F. Marchesi, A. Quattrini. *Arch. Ital. Biol.* 107, 1969, 633.
8. G. Moruzzi. *Ergebn. Physiol.* 64, 1972, 1.

М. В. БАЛАВАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА И 3',5'-АМФ НА ИНДУКТИВНЫЙ СИНТЕЗ ХОЛИНЭСТЕРАЗЫ В РАЗНЫХ ОБЛАСТЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометиани 7.6.1977)

Проведенными ранее исследованиями нами было показано [1], что при внутрижелудочковом введении адреналина, а также 3',5'-АМФ усиливается индуктивный синтез холинэстеразы (ХЭ) в головном мозге крыс. Представляло интерес изучение индукции ХЭ в тех областях мозга, которые отличаются по региональному фонду биогенных моноаминов и 3',5'-АМФ [2]. В данном сообщении приводятся результаты исследований активности ХЭ в коре в белом веществе подкорки, в продолговатом мозге, гипоталамусе, среднем мозге, мозжечке и гиппокампе крыс в норме и после введения адреналина и дибутирил-3',5'-АМФ (д. б. 3',5'-АМФ).

Адреналин и д. б. 3',5'-АМФ вводились интравентрикулярно, билатерально, одноразно, в дозе 5 мкг на 100 г веса животного. Время воздействия адреналина и 3',5'-АМФ длилось 2 и 4 часа соответственно. Активность ХЭ определялась методом Эллмана и др. [3]. Полученные данные суммированы в табл. 1 и 2. Из табл. 1 видно, что в норме высшей ХЭ активностью характеризуется продолговатый мозг, затем идут средний мозг, белое вещество подкорки лобной области, гиппокамп, гипоталамус и на последнем месте по ХЭ активности располагается мозжечок.

При внутрижелудочковом введении адреналина во всех исследуемых областях головного мозга ХЭ возрастала. При этом приведенная выше последовательность структурных образований по ХЭ активности не изменялась. Наибольшей активностью ХЭ вновь характеризовался продолговатый мозг ($6,39 \cdot 10^{-4}$ моль), а наименьшей — мозжечок ($3,05 \cdot 10^{-4}$ моль).

Различия были статистически достоверны, за исключением среднего мозга ($P > 0,2$). Следует отметить, что индукция ХЭ в изученных нами участках мозга (исключение составляют кора мозга и средний мозг) была одинаковой.

Величины соотношений активностей ХЭ в присутствии адреналина и в норме практически не отличались, и они варьировали от 1,2 до 1,4. Как выясняется, независимо от специфики структурных образований областей мозга адреналин стимулирует в них индукцию ХЭ с одинаковой интенсивностью.

Аналогичная закономерность была выявлена во всех изученных областях мозга и в опытах внутрижелудочкового введения д. б. 3',5'-АМФ, за исключением коры и продолговатого мозга. В последнем случае при введении д. б. 3',5'-АМФ было обнаружено понижение ХЭ активности, что пока трудно интерпретировать.

Из приведенных выше данных видно, что адреналин и д. б. 3',5'-АМФ односторонне стимулируют индукцию ХЭ в головном мозге. Это дает основание утверждать, что адреналиновая индукция ХЭ в мозге реализуется на уровне генетического аппарата посредством 3',5'-АМФ, что находится в согласии с данными литературы [4, 5].

Таблица 1
 Влияние внутрибрюшинного введения адреналина (100 мкг/100 г) и д. б. 3', 5'-АМФ (10 мкг/100 г) на ХЭ активность разных областей головного мозга крыс.
 Активность фермента выражена в 10^{-4} моль/час/г влажной ткани
 (среднее из восьми опытов)

Показатели	Кора	Подкорка	Продолговатый мозг	Гипоталамус	Средний мозг	Мозжечок	Гиппокамп
Норма							
М	3,0	3,66	5,4	2,96	4,21	2,13	3,33
м±	0,018	0,0082	0,017	0,014	0,06	0,02	0,02
Через 2 часа после введения адреналина							
М	3,28	4,64	6,39	3,85	4,18	3,05	4,18
м±	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01
р	<0,01	<0,001	<0,01	<0,001	>0,2	<0,05	<0,001
Через 4 часа после введения 3', 5'-АМФ							
М	3,30	5,71	3,52	3,93	4,49	3,14	4,01
м±	0,01	0,01	0,02	0,06	0,02	0,01	0,01
р	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Участки мозга брались по Гловинскому и др. [7].

Принимая во внимание вышесказанное, в специальных опытах исследовалось влияние резерпина (вещества, истощающего нервную

Таблица 2
 Влияние внутрибрюшинного введения резерпина и адреналина на ХЭ активность коры и белого вещества подкорки лобной области головного мозга крыс.
 Активность фермента выражена в 10^{-4} моль/час/г влажной ткани
 (среднее из восьми опытов)

Показатели	Норма		Резерпин		Резерпин и адреналин	
	Кора	Подкорка	Кора	Подкорка	Кора	Подкорка
М	3,2	3,83	3,19	2,35	3,23	4,98
м±	0,003	0,008	0,03	0,01	0,08	0,01
р	—	—	>0,5	<0,01	<0,01	<0,001
	—	—	—	—	>0,5	<0,01

ткань от биогенных аминов) [2] на ХЭ активность коры и белого вещества подкорки лобной области головного мозга крыс (табл. 2). Бы-

ლო установлено, что внутрибрюшинное введение крысам резерпина в дозе 80 мкг на 100 г веса животного в течение 3 дней достоверно понижало активность ХЭ в белом веществе подкорки на 36%, практически не влияя на активность фермента в коре лобной области мозга. Введение адреналина после трехдневной обработки крыс резерпином резко стимулировало индукцию ХЭ в белом веществе подкорки.

Повышение активности фермента составило более чем 50%, что примерно на 25% больше, по сравнению с результатами применения адреналина без предварительного введения резерпина.

Таким образом, установлена тесная связь между индукцией ХЭ в головном мозге и введением адреналина, а также 3',5'-АМФ. Не удается обнаружить достоверную корреляцию (в норме) между уровнем содержания аминов и 3',5'-АМФ [6] и ХЭ активности в разных областях головного мозга крыс.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.6.1977)

ბიოქიმია

მ. ბალავაძე

ადრენალინის და 3',5'-ამფ გავლენა ქოლინესტერაზას ინდუქციურ სინთეზზე ვირთაგვის თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში

რეზიუმე

დადგენილია, რომ თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში ბიოგენური ამინებისა და 3',5'-ამფ-ის არათანაბარი განაწილების მიუხედავად ადრენალინის და 3',5'-ამფ-ის გავლენით ქოლინესტერაზას ინდუქცია ხდება თანაბარი ინტენსივობით.

BIOCHEMISTRY

M. V. BALAVADZE

THE INFLUENCE OF ADRENALINE AND 3', 5'-CYCLIC AMP ON THE INDUCTIVE SYNTHESIS OF CHOLINESTERASE IN DIFFERENT REGIONS OF THE RAT BRAIN

Summary

It has been established that in spite of irregular content of adrenaline and 3',5'-cyclic AMP inductive synthesis of cholinesterase in different regions of the brain takes place with the same intensity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Алексидзе, М. В. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, 81, № 1, 1976, 189.
2. А. Ю. Буданцев. Моноаминоэргические системы мозга. М., 1976.
3. G. L. Ellman *et al.* Biochem. Pharmac. 7, 1961, 88.
4. П. А. Кометиани. О механизмах действия циклической аденозинмонофосфорной кислоты. Тбилиси, 1974.
5. П. А. Кометиани, В. И. Чикваидзе. Об участии генетического аппарата в поведенческих актах, инициируемых нейропередатчиками. Тбилиси, 1976.
6. Т. А. Джалиашвили, В. И. Чикваидзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973, 669.
7. J. Gloivinsk, L. L. Iversen. J. Neurochem. 13, 1966, 655.

З. К. ЧХАИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ В ПОЖИЛОМ И СТАРЧЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 17.6.1977)

Разноречивость сведений о характере и сроках развития обменных сдвигов при переломах длинных трубчатых костей в пожилом и старческом возрасте вызывает необходимость дальнейших исследований, чем и было продиктовано проведение настоящей работы.

Нами были изучены электролитный обмен (калий и натрий в плазме крови и в эритроцитах, кальций и неорганический фосфор в плазме крови); белковый обмен (общий белок и белковые фракции, остаточный азот в крови и суточная экскреция общего азота с мочой); некоторые показатели липидного и углеводного обмена (содержание холестерина, лецитина и β -липопротеидов в крови, сахара в крови и в суточном количестве мочи) при переломах длинных трубчатых костей в пожилом и старческом возрасте.

Под наблюдением находились 315 больных в возрасте от 60 до 90 лет и старше, лечившихся в отделении острой травмы в НИИТО МЗ ГССР (1971—1974 гг.) и на кафедре Тбилисского государственного мединститута (1973 г.).

подавляющее большинство больных имели переломы проксимального конца бедренной кости (246 случаев).

Обследование больных проводилось в день травмы и через 4—5, 10 и 20 дней после травмы. Контролем служили соответствующие показатели 25 практически здоровых лиц в возрасте от 60 до 75 лет. Результаты обследования были обработаны по методу вариационной статистики.

В 197 случаях производилось оперативное вмешательство, остальные 118 больных лечились консервативно.

В результате проведенного исследования было выявлено, что переломы длинных трубчатых костей (особенно проксимального конца бедра) у пожилых и старых людей вызывают нарушение электролитного обмена. В первый же день травмы в плазме крови повышается содержание калия (статистически достоверно) и неорганического фосфора (статистически недостоверно), снижается содержание натрия и кальция. Концентрация ионов натрия в эритроцитах повышается, ионов калия — снижается. На 4—5-й день после травмы нарушение электролитного обмена усугубляется, но уже к 10-му дню проявляется тенденция к восстановлению электролитного баланса, однако большинство показателей еще не нормализуется. На 20-й день электролитный баланс в подавляющем большинстве случаев восстанавливается, но у части больных патологические сдвиги остаются на более длительный срок.

Переломы длинных трубчатых костей у пожилых и старых людей вызывают также значительные нарушения белкового обмена, которые проявляются в снижении уровня общего белка крови и изменении протеинограммы в сторону уменьшения альбуминов и увеличения глобулиновой фракции. Эти сдвиги начинаются со дня травмы и усугубляются на 4—5-й день, продолжаясь до 20-го дня, а у части больных и дольше.

При этом характерна неодинаковая реакция глобулиновых фракций на травму. Например, уровень α_1 и γ -глобулинов повышается со дня травмы, фракция α_2 статистически достоверно увеличивается к 10-му дню и нормализуется медленнее других фракций, а β -глобулины при неосложненных переломах почти не изменяются. Однако в случаях осложнения перелома воспалительным процессом наблюдается статистически достоверное повышение уровня β -глобулинов, а также более высокий подъем уровня α_2 -глобулинов.

Изучение суточной экскреции общего азота с мочой выявило повышение этого показателя, что свидетельствует об усилении катаболических процессов как о реакции организма на травму опорно-двигательного аппарата.

Уровень остаточного азота в крови на всех этапах исследования колеблется в пределах нормы.

Изучение некоторых показателей липидного обмена (содержание холестерина, лецитина и β -липопротеидов в крови) показало, что уже в день травмы у пожилых и старых больных наблюдается достоверное повышение содержания в крови холестерина, уровень β -липопротеидов находится на высоких границах нормы, а уровень лецитина значительно снижается. На 4—5-й день после травмы продолжается повышение уровня холестерина и β -липопротеидов (статистически достоверно, по сравнению с нормой), а содержание лецитина достоверно снижается.

На 10-й день показатели холестерина и β -липопротеидов остаются повышенными, а уровень лецитина повышается, не достигая нормы. На 20-й день содержание холестерина и β -липопротеидов находится на верхней границе нормы или слегка повышено, а лецитин — колеблется в пределах нормы.

Переломы длинных трубчатых костей у пожилых и старых людей нередко вызывают нарушения углеводного обмена, выражающиеся в проходящей гипергликемии и глюкозурии, что на нашем материале наблюдалось 25 больных.

В пяти случаях сахарный диабет был впервые выявлен как заболевание, возникшее после перелома. Его развитие на фоне острой травмы может стать причиной отягощения основного заболевания.

Исходя из наших данных и из клинического течения перелома проксимального конца бедренной кости у пожилых и старых людей мы выделяем период адаптации организма к травме. Этот период продолжается 10—12 дней с момента травмы и сопровождается указанными сдвигами. Он является самым тяжелым периодом болезни и характеризуется частыми серьезными осложнениями со стороны внутренних органов или обострением уже имеющихся хронических заболеваний.

В этом периоде, по нашему мнению, значительно возрастает риск оперативного вмешательства как дополнительного стрессового фактора. Однако опасность развития угрожающих жизни больного осложнений именно в первой декаде после травмы требует самого быстрого оперативного вмешательства.

На основании изложенного мы рекомендуем оперировать пожилых и старых больных с переломами проксимального конца бедренной кости практически немедленно, в день травмы. При таком коротком интервале между травмой и операцией хирургическое вмешательство психологически не будет восприниматься больным как новая серьезная травма и, вместе с тем, в организме больного еще не успеют произойти значительные патологические сдвиги, что позволит произвести операцию в наиболее благоприятных условиях. Кроме того, такая врачебная тактика избавит старых и пожилых больных от скелетного вытяжения, которое они плохо переносят. Все это обеспечит возможность быстрого перевода больных с вынужденного постельного режима на более активный и сократит срок стационарного лечения в целом.

При современных средствах обезболивания, соответствующей промедикации и правильном ведении больных в послеоперационном периоде риск оперативного вмешательства в день травмы будет относительно невелик.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 17.6.1977)

ბიოქიმია

ზ. ჩხაიძე

ცვლითი პრცესების ზოგიერთი მაჩვენებლის ცვლილებები
 ბრძელი ლულოვანი ძვლების მოტეხილობის დროს ხანდაზმულ
 და მოხუც ასაკში

რეზიუმე

ლულოვანი ძვლების, უპირატესად ბარძაყის პროქსიმალური ბოლოს მოტეხილობის დროს ხანდაზმულ და მოხუც ადამიანებში (315 ავადმყოფი) დადგენილია სისხლის მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური ძვრები, რაც უფრო მკაფიოდ არის გამოხატული ტრავმის მიღებიდან პირველი დეკადის განმავლობაში. ამ პერიოდში დიდდება ოპერაციული ჩარევის რისკი. ბარძაყის პროქსიმალური ბოლოს მოტეხილობის დროს ოპერაციული ჩარევა ყველაზე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ტრავმის მიღებიდან პირველსავე საათებში, პირველ დღეებში.

BIOCHEMISTRY

Z. K. CHKHAIDZE

ALTERATIONS OF SOME INDICES OF METABOLIC PROCESSES IN
 LONG TUBULAR BONE FRACTURES AT ELDERLY AND
 SENILE AGE

Summary

Considerable biochemical changes in blood have been revealed in long tubular bone fractures (especially the proximal end of thigh) at an elderly and senile age (315 patients), these changes being more pronounced during the first ten days after trauma. In the author's view the risk of surgical intervention increases at this period. It is more advisable to resort surgical intervention within the first hours of trauma in the case of fractures of thigh proximal end in elderly and senile patients.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Ц. К. БЕГИШВИЛИ, М. З. МАЧАВАРИАНИ, Н. М. РАМИШВИЛИ

КЛУБЕНЬКОВЫЕ БАКТЕРИИ — ПРОДУЦЕНТЫ
ВИТАМИНОВ В₂ и В₆

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 22.6.1977)

Многочисленные исследования показали, что азотусвоение бобовых растений происходит при совместной жизнедеятельности бактерий и растений и осуществляется в клубеньках. Это было установлено еще в конце прошлого столетия и нашло подтверждение в наши дни. Однако, согласно наблюдениям, образование клубеньков не всегда сопровождается активной азотфиксацией. В связи с этим вопрос об активности привлекает большое внимание и имеет практическое значение.

Клубеньковые бактерии являются активными продуцентами физиологически активных веществ — витаминов. Вопрос о механизме действия витаминов на различные процессы является одним из актуальных вопросов.

Нами исследовано наличие некоторых витаминов группы В в биомассе *Rh. leguminosarum* в связи с их азотфиксирующей активностью.

По многочисленным экспериментам известно, что активные штаммы разных видов продуцируют больше витаминов, чем малоактивные, только по-разному. Выявлена связь активности штаммов, с выделением в среду рибофлавина и пиридоксина [1—6], а также с азотфиксирующей активностью [7].

Нами сообщалось о способности клубеньковых бактерий продуцировать витамины. В настоящей работе исследованы штаммы *Rh. leguminosarum*, полученные в отделе микробиологии Института ботаники АН ГССР.

Азотфиксирующая активность штаммов была проведена в вегетационном опыте. Методика выращивания клубеньковых бактерий и определение указанных витаминов подробно описаны в работе [2].

Опыты показали, что все штаммы *Rh. leguminosarum* синтезируют с разной активностью рибофлавина и пиридоксина.

В таблице приведено среднее количество витаминов В₂ и В₆, выделенных штаммами различной азотфиксирующей активности. Цифры представляют собой средние данные. Наивысшая прибавка азота, которую давал тот или иной штамм данного вида, принималась за 100%. Среди исследованных штаммов активными оказались 565, 678, 54. Следует отметить, что в среднем штаммы выделяли больше пиридоксина, чем рибофлавина. Азотфиксирующей активностью характеризовались штаммы 678 и 54. Штаммы по содержанию азота были разными. Такая же разница наблюдалась между активными и малоактивными штаммами.

Полученные нами результаты были обработаны методом математической статистики. Коэффициент вариации любого среднего значения

был не выше 7%. Коэффициент корреляции между азотфиксирующей активностью штамма и количеством выделенного в среду пиридоксина и рибофлавина не превышал 0,3%.

Выделение пиридоксина и рибофлавина в среду штаммами клубеньковых бактерий (мкг/г веса абсолютно сухих клеток)

Активность	Штаммы	Общий азот надземной части растения в расчете на сосуд, % к контролю	Пиридоксин	Рибофлавин
Активные	565	163	302	170
	8	170	168	145
	54	173	220	200
Малоактивные	678	225	295	177
	Д-1	120	115	100
	478	131	132	135

Резюмируя наши данные, можно сказать, что корреляционной зависимости между азотфиксирующей активностью штамма и его способностью накапливать в среде В₂ и В₆ не выявлено. Однако наши выводы не означают, что между ними нет связи. Напротив, мы не отрицаем ее возможности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 24.6.1977)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია.

ც. ბეგიშვილი, მ. მაჩავარიანი, ნ. რამიშვილი

კოშრის ბაქტერიები — В₂ და В₆ ვიტამინის პროდუცენტები

რეზიუმე

ექსპერიმენტისათვის აღებულ შტამებში, რომელშიც შევისწავლეთ В₂ და В₆ ვიტამინების რაოდენობა და მათი აზოტფიქსაციის უნარი, გამოიკვია, რომ კორელაცია აღნიშნულ სიდიდეებს შორის სუსტად არის გამოვლენილი, მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ მათ შორის კავშირი უარყოფითია. ვფიქრობთ, რომ ეს გამოწვეულია შტამების მცირე რაოდენობით, რაც გათვალისწინებული იქნება შემდეგისათვის.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

Ts. K. BEGISHVILI, M. Z. MACHAVARIANI, N. M. RAMISHVILI

NODULE BACTERIA: PRODUCERS OF В₂ AND В₆ VITAMINS

Summary

According to the authors' results it is suggested that there is no correlation dependence between strain nitrogen-fixing activity and its ability to accumulate in В₂ and В₆ medium.

However, this does not mean that there is no connection between them; on the contrary, we do not deny the possible participation and connection between these values.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Артишевская. Автореферат канд. дисс. Киев, 1969.
2. Ц. К. Бегишвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 2, 1967.
3. А. И. Гаркавенко. Автореферат канд. дисс. М., 1962.
4. Н. М. Шемаханова, И. П. Бунько. Микробиология, XXXVII, 1968.
5. Н. М. Шемаханова, Р. Р. Олейников. Труды II Межвузовской научной конференции. М., 1968.
6. Н. М. Шемаханова. Микробиология, XXXIX, 1970.
7. Р. Р. Олейников. Автореферат канд. дисс. М., 1972.



О. Н. ЦИКАРИДЗЕ, З. Л. ЦИКАРИДЗЕ

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАС Puccinia graminis f. sp. tritici НА ГЕННОЙ ОСНОВЕ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 30.5.1977)

Пшеничная форма стеблевой ржавчины, описанная в мировой литературе по типу реакции на наборе 12 стандартных сортов-дифференциаторов, имеет более 300 физиологических рас. Однако полученные данные не полностью обеспечивают необходимым материалом для селекции при выведении и внедрении ржавчиноустойчивых сортов в производство. В 1956 г. Н. Н. Флор [1] выдвинул гипотезу «ген на ген», согласно которой каждому гену устойчивости у хозяина соответствует ген вирулентности паразита, т. е. растение поражается в том случае, если наблюдается соответствие между геном хозяина и геном возбудителя. Эти два гена образуют совместную пару. Ген совместимости паразита обуславливает вирулентность к своему совместимому гену-аналогу растения-хозяина. Требования селекции могут удовлетворять сорта, которые содержат гены устойчивости, эффективные против существующих рас паразита.

Цель нашей работы — исследование расовой динамики по новой системе на основе генетической дифференциации возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, т. е. выявление концентрации содержащихся в ней генов вирулентности, без которых невозможен сознательный выбор источников устойчивости. При этом нами проведена работа по идентификации генов вирулентности рас стеблевой ржавчины пшеницы на наборе восьми моногенных линий — сортов пшеницы с определенными генами устойчивости: Sg — 6, 7, 8, 9, 9a, 9v, 10, 11.

В работе использовались монопустульные культуры стеблевой ржавчины, включающие 17 физиологических рас и биотипов: 40, 15, 34, 41, 14, 17, 77, 110, 189, 1к, 3к, 8к, 10кя, 20кя, 45кя, 58кя, 66 к, обособленные в телейто-, эпидио- и уредопопуляциях гриба, превалирующего на территории Грузии.

Инокуляция растения и оценка сортов моногенных линий проводились по общепринятой методике Грина [2, 3], при которой формулы вирулентности 5, 6, 7/8, 11 означают, что все гены хозяина-растения, за исключением 8, 11, являются эффективными против данного генотипа. В системе расовой номенклатуры при генетической дифференциации использовалась формула Н. Е. Коноваловой [4], по которой генетические расы имеют литер.

В результате дифференциации рас на генной основе описано 26 формул вирулентности (см. таблицу), среди которых 12 (SU₂, SU₃, SU₆, SU₉, SU₁₀, SU₁₁, SU₁₂, SU₁₃, SU₁₄, SU₁₅, SU₁₆, SU₁₉) обнаружены в ряде областей и районов Советского Союза [4] и 14 (от № 13 до 26) описаны для территории Грузии.



Среди проанализированных рас наибольшее число изолятов приходится на формулы SU_{13} , SU_{16} , SU_{19} , SU_{15} , SU_{11} , SU_6 (по доминированию), остальные 20 формул описаны в популяции не повсеместно и не ежегодно.

Как видно из таблицы, расы возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы содержат неодинаковое число генов-аналогов у растения-хозяина и, наоборот, биотипы разных рас имеют общие гены-аналоги к определенным генам линии сортов пшеницы. Наибольшее количество изолятов (220) включают расы 40, 15, 34, 11, 1к, 66к, которые имеют формулу Su_{13} , характеризующуюся геном авирулентности $Sr-11$. Динамика гена устойчивости растения-хозяина $Sr-11$ представляет интерес, так как он проявляет доминантные аллели авирулентности на различных биотипах и комплементарен генам устойчивости $Sr=6, 7, 8, 9, 9в, 10$.

Формулы вирулентности рас *Puccinia graminis f. sp. tritici*

№ п/п	Формулы	Эффективные/неэффективные гены растения-хозяина	Р а с ы	К-во изолятов
1	SU_2	6. 7. 8. 10. 11/9. 9а. 9в	11, 34	2
2	SU_3	6. 8. 9в. 10. 11/7. 9. 9а	11	11
3	SU_6	8. 9в. 11/6. 7. 9. 9а. 10	40, 77, 1к, 3к	42
4	SU_9	6. 11/7. 8. 9. 9а. 9в. 10	40, 34, 15, 1к	9
5	SU_{10}	8. 9в/6. 7. 9. 9а. 10. 11	15, 11	2
6	SU_{11}	9в. 11/6. 7. 8. 9. 9а. 10	40, 1к, 45 кя	13
7	SU_{12}	9а/6. 7. 8. 9. 9в. 10. 11	40, 34, 1к	11
8	SU_{13}	11/6. 7. 8. 9. 9а. 9в. 10	40, 15, 34, 11, 1к, 66к	220
9	SU_{14}	9/6. 7. 8. 9а. 9в. 10. 11	40, 66к, 58к	7
10	SU_{15}	9в/6. 7. 8. 9. 9а. 10. 11	11, 34, 40	49
11	SU_{16}	—/6. 7. 8. 9. 9а. 9в. 10. 11	40, 15, 34, 1к, 8к	89
12	SU_{19}	8. 11/6. 7. 9. 9а. 9в. 10	15, 66к, 20 кя	73
13	SU_{24}	6/7. 8. 9. 9а. 9в. 10. 11	40, 1к	4
14	SU_{25}	7/6. 8. 9. 9а. 9в. 10. 11	40	4
15	SU_{26}	8/6. 7. 9. 9а. 9в. 10. 11	40, 15, 34	14
16	SU_{27}	6. 8. 11/7. 9. 9а. 9в. 10	10 кя	2
17	SU_{28}	7. 8. 9в/6. 9. 9а. 10. 11	40, 15, 3к	13
18	SU_{29}	7. 8. 11/6. 9. 9а. 9в. 10	11, 10кя	6
19	SU_{30}	7. 8/6. 9. 9а. 9в. 10. 11	40, 1к	7
20	SU_{31}	7. 9в/6. 8. 9. 9а. 10. 11	15	4
21	SU_{32}	7. 10/6. 8. 9. 9а. 9в. 10. 11	15	4
22	SU_{33}	7. 11/6. 8. 9. 9а. 9в. 10	40	5
23	SU_{34}	8. 9в. 11/6. 7. 9. 9а. 10	40	8
24	SU_{35}	8. 9в. 10/6. 7. 9. 9а. 11	189, 17	4
25	SU_{36}	8. 9. 10/6. 7. 9а. 9в. 11	15	3
26	SU_{37}	10. 11/6. 7. 8. 9. 9а. 9в	15	2

В связи со значительной поражаемостью всех имеющихся в наборе сортов моногенных линий (формула SU_{16}) можно заключить, что в популяции стеблевой ржавчины пшеницы большое количество составляют гомозиготные изоляты, которые содержат гены совместимости для данных сортов моногенных линий.

Безусловно, этим не ограничивается существование генотипов в популяции стеблевой ржавчины пшеницы на территории Грузии. Дифференциация генов на сортах пшеницы отечественной селекции позволит выявить ряд новых генов устойчивости растения-хозяина, что поможет селекционерам в деле выведения устойчивых сортов. Однако включение в селекцию сортов линий, имеющих ген устойчивости



Sr-11, или других существующих в наборе сортов моногенных линий не может принести желаемых результатов при выведении устойчивых к стеблевой жваччине сортов пшеницы в условиях Грузии.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ ГССР

(Поступило 10.6.1977)

ფიტოპათოლოგია

ო. წიკარიძე, ზ. წიკარიძე

ხორბლის ღეროს ჟანგას რასების გენოტიპი დიფერენციაცია

რეზიუმე

1973—1976 წლებში, საქართველოში შეგროვილ ხორბლის ღეროს ჟანგას გამომწვევის ეციდიო,- ურედო- და ტელიოტოპოულაციებში გამოვლინებული იყო 26 გენეტიკური რასა, რომელთა შორის მეტადაა გავრცელებული Su₁₃, Su₁₆, Su₁₉, Su₁₁, Su₆. ეს რასები ხასიათდებიან Sr — 11 და Sr — 8 ავირულენტური გენებით.

PHYTOPATHOLOGY

O. N. TSIKARIDZE, Z. L. TSIKARIDZE

GENETIC DIFFERENTIATION OF PUCCINIA GRAMINIS F. SP.
TRITICI RACES

Summary

In the uredinial, aecidial teliopopulations of the Puccinia graminis F. Sp. tritici causative agent 26 genetic races were found in Georgia in 1973-1976. The races Su₁₃, Su₁₆, Su₁₉, Su₁₁, Su₆ were most widespread. Some races were discovered in Georgia for the first time, the avirulence genes Sr 11 and 8 predominating.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. H. Flor. Advcas Genet. № 8. 1956.
2. G. S. Green. Canad. Plant. Dis. Survey. 45. № 23. 1965.
3. G. S. Green. Canad. Plant. Dis. Survey. 41. № 1. 1968.
4. Н. Е. Коновалова, Л. И. Семенова, М. С. Крижановская. Труды ВАСХНИЛа, 1975, 117.

Ц. И. МАМУКАШВИЛИ

НОВЫЕ ВИДЫ РОДА CYLINDROCARPON WOLLENW.

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 24.6.1977)

При обследовании питомников лесных хозяйств некоторых районов Грузии было выявлено несколько представителей рода *Cylindrocarpon*, из которых три оказались новыми для науки. При сравнительном изучении нашего материала мы в основном руководствовались работой Буса [1]. Описываемые нами виды существенно отличаются от видов, приведенных в указанной работе.

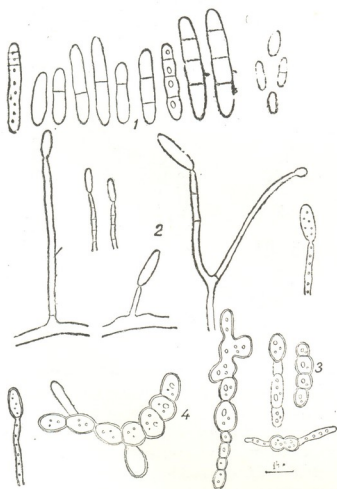


Рис. 1. *Cylindrocarpon schischkinae* Mamuk.: 1 — макроконидии, 2 — конидиеносцы с макроконидиями, 3 — хламидоспоры в конидиях, 4 — хламидоспоры в мицелии

Описание колоний грибов проводилось через 7 дней после инокуляции картофельно-глюкозного агара при температуре 24,5—25,5°C.

1. *Cylindrocarpon schischkinae* spec. nov. (рис. 1). Diagnosis in cultura: Mycelium aëreum album, sat luxurians, margine increscente prostrato. Colonia reversum centro rubescenti-fusca, ad peripheriam pallidior, ad diem VII



45-48 mm im diam. Conidiophori simplices vel ramosi; Macroconidia subcylindrica, finibus rotundatis, iniriseptata $22,4-47,6 \times 4,2-9,8 \mu$.

Chlamydosporae conidiales et myceliales, initio in catenulis hyalinis, dein ferrugineis dispositae, interdum etiam in acervulos aggregatae, ad $8,4 \mu$ diam.

Typus. URSS. Georgia, praedium silvatiam.

Chaschurskij; fungus e radicularis plantarum juveniliu siccescentium *Tiliae cordatae* Mill. isolatus est Junio 1976 Ts. Mamukashvili; in Instituto Protectionis plantarum Georgiae (Tbilissi) conservatur.

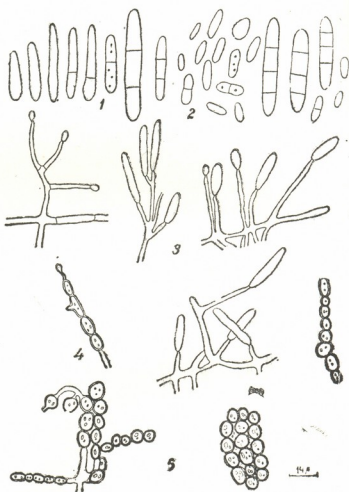


Рис. 2. *Cy lindrocarpon cedri*

Матук.: 1 — макроконидии,

2 — микроконидии, 3 — кони-

диеносцы с конидиями, 4 — хламидоспоры в цепочках,

5 — хламидоспоры

Воздушный мицелий белого цвета, довольно пышный, нарастающий край стелющийся. С нижней стороны колония красновато-бурая в центре, на периферии светлой окраски. Диаметр колонии в 7-дневной культуре — 45—48 мм. Конидиеносцы простые или разветвленные. Макроконидии почти цилиндрические, прямые, с закругленными концами, с 1—3 перегородками, $22,4-47,6 \times 4,2-9,8 \mu$.

Хламидоспоры образуются в конидиях и мицелии, сначала в виде бесцветных, а затем ржаво-коричневых цепочек. Наблюдаются большие скопления хламидоспор в виде кучек; диаметр хламидоспор — до $8,4 \mu$.

Тип. СССР, Грузия, Хашурский лесхоз, изолирован с корешков усыхающих семян липы (*Tilia cordata* Mill) в июне 1976 г. (Ц. И.

Мамукашвили, хранится в Грузинском институте защиты растений (Тбилиси).

2. *Cylindrocarpon cedri* spec. nov. (рис. 2). Mycelium aëreum centro albido-roseum, ad peripheriam roseum, margine increscente flavido. Colonia reversum fuscescenti-rubra, ad. diem VII 48-50 mm in diam.

Chlamydosporae conidiales et myceliales catenulatae, initio hyalinae, dein coloratae. Conidiophori ramosi. Conidia difformia: nacroconidia cylindrica, finibus rotundatis, recta, uni-triseptata $22,4-44,8 \times 4,2-8,4 \mu$, microconidia cylindrica et elliptica, uni-bicellularia $8,4-16,8 \times 2,8-8,4 \mu$.

Typus. URSS, Georgia, plantarium primarium fungus e radicul's plantae juvenilis Cedri deodare Loud Mart'o 1976 isolatus est, Ts. Mamukashvili, in Instituto Protectionis plantarum Georgiae (Tbil'isi) conservatur.

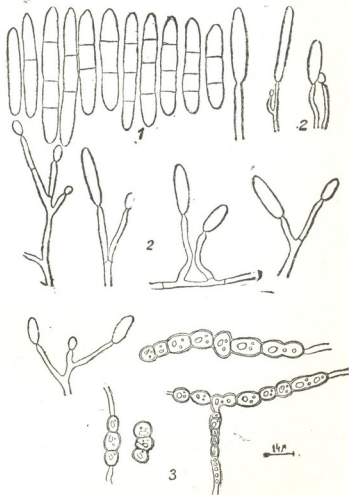


Рис. 3. *Cylindrocarpon fragariae* Mamuk.: 1 — макроконидии, 2 — конидиеносцы с конидиями, 3 — хламидоспори

Воздушный мицелий в центре беловато-розовый, следующая зона розового цвета, нарастающий край мицелия желтоватый. С нижней стороны колония буровато-красного цвета. Диаметр колонии на 7-й день — 48—50 мм.

Хламидоспори в конидиях и мицелии в цепочках, сначала бесцветные, потом окрашенные. Конидиеносцы разветвленные. Конидии двух типов. Макроконидии цилиндрические прямые, с закругленными концами, с 1—3 перегородками, $22,4-44,8 \times 4,2-8,4 \mu$. Микроконидии



цилиндрические и эллипсоидальные, одно- и двухклеточные, $8,4 \times 16,8 \times 2,8-8,4 \mu$.

Тип. СССР, Грузия, Тбилисский базисный питомник, изолирован с корешков сеянцев кедра гималайского (*Cedrus deodara* Loud) в марте 1976 г. Ц. И. Мамукашвили, хранится в Грузинском институте защиты растений (Тбилиси).

3. *Cylindrocarpon fraxini* spec. nov. (рис. 3). Mycelium aereum griseum, margine increscente pallade roseo. Colonia reversum rubescenti-fusca, ad diem VII 46-48 mm in diam. Conidiophori ramosi, conidia conformia: macroconidia hyalina, recta, subcylindrica sine UNO rotundato, altero subangustato, uni-triseptata $22,4-56,4 (78,0) \times 4,2-9,0 \mu$.

Chlamydosporae conidiales et myceliales initio hyalinae, dein coloratae.

Typus: URSS. Georgia praedium silvaticum chaschurskij, fungus e collo radicali. Fraxini excelsioris L. Junio 1976 isolatus est Ts. Mamucashvili; in Instituto Protectionis Plantarum Georgiae (Tbilissi) conservatur.

Воздушный мицелий серого цвета, нарастающий край бледно-розовый. Нижняя сторона колонии на 7-й день — 46—48 мм. Конидиеносцы разветвленные. Конидии одного типа. Макроконидии бесцветные, почти цилиндрические, прямые, один конец закругленный, другой слегка суженный, с 1—3 перегородками, $22,4-56,4 (78,0) \times 4,2-9,0 \mu$.

Хламидоспоры в конидиях и мицелии сначала бесцветные, потом окрашенные, диаметр хламидоспор — до 11,2 μ .

Тип. СССР, Грузия, Хашурский лесхоз, изолирован с корневой шейки ясеня обыкновенного (*Fraxini excelsioris* L.) в июне 1976 г. Ц. И. Мамукашвили, хранится в Грузинском институте защиты растений (Тбилиси).

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ СССР

(Поступило 24.6.1977)

ფიზიკალური

ც. მამუკაშვილი

CYLINDROCARPON WOLLENW.-ის გვარის ახალი სახეობები

რეზიუმე

საქართველოს ზოგიერთი რაიონის ტყის ჯიშთა სანერგეების გამოკვლევების შედეგად გამოვლინებულ იქნა რამდენიმე წარმომადგენელი *Cylindrocarpon*-ის გვარიდან, რომელთაგან სამი სახეობა აღმოჩნდა მეცნიერებისათვის ახალი.

PHYTOPATHOLOGY

Ts. I. MAMUKASHVILI

NEW SPECIES OF THE GENUS CYLINDROCARPON WOLLENW

Summary

Some new species of the genus *Cylindrocarpon* were detected as the result of an investigation of some nurseries of Georgia. Three species of this genus were new to science.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Booth. The Genus *Cylindrocarpon* Mycol. Pap., 104, Kew, 1966.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Ю. ЯШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА
У БОЛЬНЫХ СКАРЛАТИНОЙ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 8.5.1977)

Опубликованные в литературе данные ряда авторов [1—4], а также наши наблюдения в г. Тбилиси свидетельствуют о том, что в последние годы у больных скарлатиной почти не встречаются септические и токсикосептические формы этой болезни. Обусловлено это тем, что в нашей стране произошли коренные изменения в жизни людей—значительно возрос их жизненный уровень, резко улучшились условия труда, питания, быта, снизилась общая заболеваемость, особенно в детском возрасте. Однако возможность сенсibilизации детей стрептококками все еще велика. Аллергизация организма больных скарлатиной к стрептококку и наличие этиопатогенетических связей между этой инфекцией и такими распространенными нозологиями, как ангина, ревматизм, нефрит, при которых доминируют процессы гиперсенсibilизации организма, дают право говорить о серьезной проблеме родственных стрептококковых заболеваний. В связи с этим большого внимания заслуживают некоторые показатели реактивности организма при скарлатине, в частности азотистый обмен, фракции белков сыворотки крови, которые, наряду с характером вирулентности возбудителя, в определенной степени отражают состояние реактивности организма.

По мнению ряда авторов, систематическое использование пенициллинотерапии при скарлатине резко нарушает выработку антитоксического иммунитета. В большинстве случаев к 12-му дню болезни больные почти не обладают иммунными свойствами [5], задерживается нарастание γ -глобулиновой фракции [6] и подавляются иммунологические сдвиги [7]. Однако пенициллинотерапия в сочетании с инъекциями гамма-глобулина вызывает увеличение и γ -глобулиновой фракции [8].

Как известно, при инфекционных заболеваниях в острой стадии обычно происходит снижение содержания альбумина и увеличение количества глобулинов, а в период реконвалесценции альбумины и глобулины, за исключением гамма-глобулинов, имеют тенденцию к нормализации. Нормализация гамма-глобулина происходит относительно медленно. Общий белок сыворотки в начале болезни снижается и по мере выздоровления увеличивается.

Изменение белков сыворотки при инфекционных заболеваниях отражает в основном ход патологического процесса, но не зависит от этиологии [9, 10].

Динамика изменения содержания белковых фракций при скарлатине во многом зависит от тяжести и стадии инфекционного процесса.

В ряде случаев при тяжелой токсической скарлатине снижение или вялое нарастание гамма-глобулина и общего белка, а иногда и отсутствие его говорят о некотором угнетении реакции со стороны белков плазмы [11]. Следовательно, выявлены и установлены отдельные стороны данной проблемы и сделаны преимущественно однозначные выводы. Однако полученные по этому вопросу данные не полностью раскрывают тайны специфического характера хода болезни при скарлатине, поскольку отражают общие сдвиги, происходящие в организме при инфекционных заболеваниях вообще, но не выявляют каких-либо особых специфических закономерностей.

Поскольку развитие инфекционного заболевания сопровождается структурными изменениями в тканях и органах, значительными изменениями в лимфатических узлах, скоплениях лимфоидной ткани, где происходят процессы выработки антител, существующие биохимические и биологические методы, используемые для выявления измененной реактивности, пока еще не могут считаться идеальными, так как они лишь указывают на степень изменения реактивности [12].

В этой связи мы использовали две новые методики, дающие возможность изучить значение специфической аллергии к гемолитическому стрептококку для уточнения диагноза, прогноза и патогенеза скарлатины. Нами был применен люминесцентно-оптический вариант методики изучения лейкоцитоллиза с исследованием характера денатурации ДНК ядер лейкоцитов, включая лимфоциты, разработанный по методике П. П. Сухарева и А. Н. Гутковой (1966) и тест «кожного окошка» Рыбака (1955).

Данные этих тестов могут помочь уточнению прогноза и патогенеза болезни, указывая на выраженность аллергической перестройки организма, на фоне которой могут развиваться системные нарушения в качестве осложнений так называемой «стрептококковой болезни» в виде артритов, гломерулонефритов и т. п.

Нам удалось установить, что у больных со стертой формой скарлатины (отсутствие сыпи, катаральная ангина или кратковременная субфебрильная температура) столь же часто, как при типичной форме, имелась сенсибилизация периферических лейкоцитов к гемолитическому стрептококку. Этот иммунологический критерий может служить дополнительным ориентиром для диагностики стертых, атипичных форм скарлатины.

Из этого следует, что дети, у которых, наряду с клиническими признаками, еще отмечается персистирование иммунологических и аллергических сдвигов, должны быть взяты на учет для предупреждения развития у них стрептококковой болезни.

Параллельно нами были проведены исследования белковых фракций крови при скарлатине.

С помощью указанного комплекса биохимических и иммунологических показателей предполагалось выявить характер алергизации организма больных при различных клинических вариантах скарлатины. Биохимические исследования были проведены в контрольной группе 20 практически здоровых подростков и у 87 больных скарлатиной детей в стадии разгара болезни и в периоде реконвалесценции, а иммунологические исследования — в группах, состоящих из 15 практически здоровых и 15 больных скарлатиной детей.

Результаты исследования показателей общего белка и белковых фракций крови у больных скарлатиной в различных стадиях болезни показали, что у больных имелась нарастающая гиперпротеинемия, средний показатель которой в период реконвалесценции достоверно превышал показатели, наблюдавшиеся в разгаре болезни, а также в контрольной группе 20 здоровых детей.

Обнаружились также гипоальбуминемия, гипер- x_1 и x_2 -глобулинемия и гиперфибриногенемия, среднее значение показателей которых превышало границы нормы.

Анализ развития гиперреактивности лейкоцитов периферической крови и мононуклеарных клеток кожи у 15 исследованных детей, больных скарлатиной, показал, что гиперсенсibilизация лейкоцитов периферической крови к экстракту гемолитического стрептококка при стертой форме скарлатины отмечалась чаще, чем при клинически выраженной, типичной. При типичной форме скарлатины в разгаре болезни проба была положительной чаще, чем в период реконвалесценции.

У больных с осложненной формой скарлатины в стадии разгара положительная проба наблюдалась реже, чем в периоде реконвалесценции. Лишь при стертой форме скарлатины имело место персистирование повышенного лейкоцитолита в оба периода болезни. В общей сложности положительная реакция лейкоцитолита в периоде реконвалесценции выявлялась чаще, чем в разгаре болезни.

Ускоренная миграция мононуклеарных клеток дермы, изученная в тесте «кожного окошка», встречалась чаще у больных со стертой формой скарлатины, по сравнению с «типичной» формой болезни. Такое же отличие было отмечено между осложненной и неосложненной формами скарлатины. Гиперреактивность этих клеток крови наблюдалась в обеих стадиях болезни при осложненной форме чаще, чем при неосложненной.

При рассмотрении результатов тестов лейкоцитолита и «кожного окошка» при скарлатине видно, что при стертой и осложненной формах болезни гиперреактивные соединительнотканые клетки обнаруживались чаще, чем при клинически выраженной и неосложненной формах болезни. У больных со стертой формой чаще, чем при «типичной», устанавливалось персистирование положительных результатов в оба периода болезни и при обоих тестах. Всего положительные результаты в примененных тестах имели место у 12 (80%) из 15 больных скарлатиной, причем в периоде реконвалесценции чаще, чем в периоде разгара болезни. Повышенная сенсibilизация реакции лейкоцитолита по отношению к стрептококковому аллергену встречалась чаще и была ярче выражена при осложненных и стертых формах скарлатины, чем при ярко выраженных клинических формах, не сопровождающихся осложнениями.

Означенные данные имеют определенное диагностическое значение при стертых формах скарлатины.

დ. იაშვილი

ორბანიზმის რეაქტიულობის ზოგიერთი ბიოქიმიური და
იმუნოლოგიური მაჩვენებელი ქუნთრუშით დაავადებულებში

რეზიუმე

პერიფერიული სისხლის ლეიკოციტებისა და ჰემოლიზური სტრეპტოკოკის ექსტრაქტის (ალერგენის) ურთიერთმოქმედებისას ლეიკოციტოლიზის ლუმინესცენტურ-ოპტიკური ვარიანტი დადებითია შემთხვევათა 2/3-ში, უპირატესად რეკონვალესციის პერიოდში.

გართულებებით მიმდინარე დაავადების დროს პერიფერიული სისხლის ლეიკოციტების სენსიბილიზაცია ჰემოლიზური სტრეპტოკოკის ექსტრაქტთან რეკონვალესციის პერიოდში. ყველა შემთხვევაში დადებითია.

ლეიკოციტოლიზის რეაქციის ლუმინესცენტურ-ოპტიკური ვარიანტის და „კანის ფანჯრის“ მოდელის გამოყენებით შეიძლება არა მარტო დაავადების მიმდინარეობის არახელსაყრელი ალერგიული ძვრების დროულად გამოცნობა, არამედ დაავადების წაშლილი ფორმების დადგენა დიაგნოსტიკურად.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. Yu. IASHVILI

SOME BIOCHEMICAL AND IMMUNOLOGICAL INDICES OF
REACTIVITY OF THE ORGANISM OF PATIENTS WITH SCARLET
FEVER

Summary

Two information-yielding tests—(a) ‘luminescent-optical variant of the leucocytolysis reaction’ and (b) the ‘skin lumen’ model—have been used by the author for rigorous assessment of the immunological shift and sensitization of the condition of the organism affected with scarlet-fever. Application of the above two techniques enables timely recognition of unfavourable allergic changes in the course of the disease and diagnosis of the latent forms of scarlet-fever.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Аванесов и др. Материалы Всесоюзного съезда ЭМИ. Тбилиси, 1970.
2. В. Н. Додонов и др. Материалы Всесоюзного съезда ЭМИ. Тбилиси, 1970.
3. М. Е. Сухарева и др. Педиатрия, № 1, 1973.
4. Н. С. Чертоганова. Клиническое течение скарлатины в 1956—57 гг. Львов, 1959.
5. Л. А. Колчанова. Материалы IX годичной научной сессии. Л., 1958.
6. З. Н. Азовская и др. Труды Горьковского мед. ин-та, вып. 18, 1964.
7. Т. С. Дадашева. Педиатрия, № 4, 1958.
8. З. И. Азовская и др. Труды Горьковского мед. ин-та, вып. 18, 1964.
9. Т. С. Дадашева. Автореферат канд. дисс. М., 1960.
10. А. П. Круть. Сб. научных трудов Днепрпетровского мед. ин-та, т. 19, ч. 2, 1961.
11. Л. А. Бродович и др. Скарлатина и стрептококковые инфекции. М., 1954.
12. Ю. Ф. Домбровская. Материалы IX Всесоюзного съезда детских врачей. М., 1967.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. М. ГАГУА

НОВЫЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОЙ
ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

(Представлено академиком И. К. Пипия 20.6.1977)

Исход в печеночную кому является основной причиной смерти при многих заболеваниях печени. По данным различных авторов, смертность, вызванная печеночной комой, составляет 75—90% [1, 2]. Терапевтические мероприятия, применяемые при данном состоянии, не дают должного эффекта, и поэтому летальность в настоящее время продолжает оставаться высокой. В связи с этим до сих пор продолжается поиск новых хирургических методов лечения. К числу этих методов относятся перфузия крови больных через гомо- и гетеропечень (подсадка печени) и трансплантация печени [3—10]. Работа основана на результатах опытов, проведенных на 200 собаках и 5 свиньях обоего пола.

Для изучения проблемы экстракорпоральной подсадки изолированной алло- и ксенопечени нами вместе с коллективом авторов (Р. И. Бокерия, Д. И. Дугладзе, Т. А. Джорбенадзе, Т. М. Годердзишвили, А. О. Кердзания и др.) с целью лечения острой печеночной недостаточности (ОПН) были проведены четыре серии опытов: 1) отработка методов обезболивания, 2) перфузия изолированной печени, 3) отработка разных методов воспроизведения ОПН и проведение их сравнительной оценки и 4) осуществление подключения к реципиенту изолированной алло- и ксенопечени.

В результате проведенных исследований было заключено, что нейролептинаркоз имеет значительное преимущество перед эфирно-кислородным наркозом и позволяет поддерживать стабильными в организме донора кислотно-щелочное равновесие, гемодинамику и практически не изменяет рН и PO_2 в ткани печени.

Результаты нормотермической перфузии кровью изолированной печени в значительной степени зависят от условий, в которых находится орган при перфузии. Лишь при перфузии изолированной печени без изъятия ее из организма донора пульсирующим кровотоком через печеночную артерию и неппульсирующим кровотоком через воротную вену были достигнуты адекватные параметры. Результаты аналогичной перфузии были хуже при помещении печени в термокамеру.

Перевязка печеночной артерии, пузырного и общего желчных протоков с последующим введением CCl_4 (0,1 мл/кг веса животного) в желчные пути приводят через 2—3 дня к развитию полного симптомокомплекса печеночной недостаточности. При полной «девакуляризации» печени с целью моделирования печеночной недостаточности на передний план выступают гемодинамические нарушения, приводящие к ранней гибели животного, а введение CCl_4 в брюшную полость, наряду с расстройством гемодинамики, сопровождается выраженной общей интоксикацией организма.

Экстракорпоральное подключение по схеме «управляемая перфузия» изолированной печени, расположенной *in situ* при ОПН, приводит в течение 1,5—2 часов к нормализации биохимических показателей и улучшению клинического состояния реципиента. Более длительное подключение печени нецелесообразно из-за снижения ее функциональной активности, что сопровождается ухудшением состояния реципиента.

Разработка оперативной техники трансплантации печени представляет особый интерес для практической медицины. Такая операция позволила бы спасти от гибели многих больных с разнообразными повреждениями и заболеваниями печени. Сугубо ориентировочный подсчет, проведенный Вильямсом (1970), показывает, что, например, к 2000-му году в Англии ежегодно примерно у 500 больных будут прямые показатели для аллотрансплантации печени. Это свидетельствует об актуальности и перспективности исследований по аллотрансплантации печени.

В экспериментальном отделении по пересадке органов НИИ скорой помощи им. Н. С. Склифосовского г. Москвы нами под руководством и с участием всемирно известного экспериментатора и ученого В. П. Демихова и Л. Л. Гугушвили были проведены операции по трансплантации печени. Ставилась задача: разработать технические аспекты пересадки печени и усовершенствовать методику ортотопической трансплантации печени.

Эксперименты на собаках производили под интубационным наркозом. Для премедикации использовали морфий (2—3 мг на 1 кг веса). Вводный наркоз проводили препаратами барбитуровой кислоты (тиопентал натрия, гексенал), которые вводили внутривенно из расчета 25—30 мг/кг. Далее проводили интубацию. Основными анестетиками служили эфир, фторотан и метоксифлуран. Применяли релаксанты конкурентного типа действия (тубарин 0,2—0,3 мг/кг). Искусственную вентиляцию легких осуществляли газовой смесью воздуха с кислородом в соотношении 1:1 с помощью аппарата ДП-8 у реципиента. У донора использовали ручную вентиляцию мехом от аппарата НАПП.

Методика ортотопической пересадки печени. После лапаротомии у донора выделяли воротную вену, нижнюю полую вену под печенью, участок аорты с чревным стволом и печеночной артерией или сразу печеночную артерию в печеночно-двенадцатиперстной связке. Производили торакотомию и изолировали надпеченочный участок нижней полой вены. Пересекали выделенные сосуды и удаляли печень. В отдельных экспериментах кратковременную консервацию трансплантата осуществляли путем его инфузии через воротную вену, в части опытов через печеночную артерию охлажденным до 4—6° раствором Рингера с добавлением гепарина для улучшения микроциркуляции и гидрокортизона с целью стабилизации клеточных мембран.

У реципиента последовательно выделяли воротную вену, печеночную артерию, нижнюю полую вену под печенью, мобилизовали левую долю печени и малый сальник, а затем нижнюю полую вену над печенью. На время прерыва кровотока по воротной и нижней полой венам производили наложение венозных шунтов.

В первой серии опытов восстанавливали артериальное кровообращение донорской печени, соединяя ее аорту (выделяющуюся одним блоком вместе с печеночной артерией) с подвздошной или бедренной артерией реципиента конец в конец. Венозное кровообращение возобновляли после соединения конец в конец воротной вены, а затем ниж-

ней полый вены в двух ее участках — выше и ниже печени. Для оттока желчи накладывали холецистодуоденостому, предварительно перевязав желчные протоки.

Во второй серии опытов накладывали над- и подпеченочный кавалевые анастомозы и порто-портальный анастомоз. Артериальный кровоток восстанавливали путем вшивания конца аорты вместе с чревной и печеночной артериями донорской печени в бок брюшной аорты реципиента.

Следующий вид эксперимента (5 пар собак) — гетеротопическая пересадка (трансплантация донорской печени реципиенту без производства гепатэктомии). Для этого вторую печень пересаживали в подвздошную область реципиента или в область левого подреберья. Циркуляцию артериальной крови осуществляли различно: за счет левой почечной, а иногда селезеночной артерии и вены (после нефрэктомии и спленэктомии). Систему портального кровообращения пересаживаемой печени при таких опытах не включали в расчете на компенсаторную роль печеночных вен — создавали, по Л. Л. Гугушвили, ретроградное движение венозной крови в трансплантированной печени через нижнюю полую вену. Желчь поступала в кишечник из трансплантата по желчным путям через желчный пузырь после того, как накладывали холецистодуодено- или холецистоеюноанастомозу, предварительно перевязав желчный проток.

У 5 пар собак была осуществлена пересадка отдельных долей печени донора реципиенту взамен удаляемых (частичная пересадка). Эта операция технически сложна и малоэффективна, она требует значительного времени для препарирования сосудов и желчных путей внутри ткани печени.

Отдельный вид исследований (5 пар собак) — комплексная пересадка: печень донора трансплантировали вместе с отрезком двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железой. При этом желчь поступала естественным путем в двенадцатиперстную кишку, а затем — по наложенному дренажу наружу вместе с дуоденальным содержимым. Кровоснабжение комплексного трансплантата осуществлялось за счет подвздошных, левых почечных или селезеночных сосудов.

Более благоприятные результаты трансплантации печени были достигнуты при гетеротопической пересадке: эти собаки жили более длительное время (одна собака — до 17 дней), а после полной замены печени (ортотопическая трансплантация) — не больше 9 дней.

После пересадки печени у собак наблюдалось резкое нарушение метаболизма: снижалось содержание билирубина, трансаминазы (глутамино-аспарагиновой и глутамино-аланиновой), альбуминов, особенно глобулинов, резко падало количество калия.

В печени собак, живших после полной ее пересадки, отмечались резкие структурные изменения ткани, гибель печеночных клеток в центре долек, кровоизлияния вокруг центральных вен, расширение и полнокровие в зоне триад.

Исходя из полученных данных можно заключить, что технически наиболее выгодна гетеротопическая пересадка печени в левую подвздошную область с использованием для кровоснабжения подвздошных сосудов реципиента.

Более сложной и малоэффективной является частичная и комплексная трансплантация печени вместе с отрезком двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железой.

Самым перспективным методом лечения ОПН является ортотопическая трансплантация печени, которая сопровождается резкими нарушениями гемодинамики и метаболизма в организме реципиента. Наши наблюдения показывают, что успех ортотопической пересадки печени связан с дальнейшим совершенствованием оперативной техники, сохранением до пересадки жизнеспособности донорской печени, восстановлением ее крово- и лимфообращения после трансплантации, подавлением развивающейся тканевой несовместимости. Все это представляется целью нашей дальнейшей работы.

Институт экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР

Московский научно-исследовательский
институт скорой помощи
им. Н. В. Склифосовского

(Поступило 24.6.1977)

ქვეყნიერების მედიცინა

ა. გაგუა

ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობის ახალი მირტობიული მეთოდები

რეზიუმე

იზოლირებული ღვიძლის ექსტრაკორპორალური პერფუზიის სრულყოფილ მეთოდად უნდა ჩაითვალოს პერფუზია: ერთდროულად პულსირებული — სისხლის ნაკადით ღვიძლის არტერიიდან და არაპულსირებული — კარის ვენიდან. ღვიძლის გადაწერვის ყველაზე პერსპექტიულ მეთოდად მიჩნეულია ღვიძლის ორთოტომიული გადაწერვა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. M. GAGUA

NEW METHODS OF SURGICAL TREATMENT OF ACUTE HEPATIC INSUFFICIENCY

Summary

Simultaneous perfusion by pulsated blood from the hepatic artery and by non-pulsated blood flow from the portal vein should be considered the most valuable method of isolated liver extracorporeal perfusion. Orthotopic liver transplantation is believed to be the most promising method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. П. Аскерханов и др. Хирургия, 9, 1973, 35.
2. С. А. Боровков. Операции на печени. М., 1968.
3. რ. ბოკერია, ა. გაგუა და სხვ. „საბჭოთა მედიცინა“, 6, 1973, II.
4. ა. გაგუა, დ. დუგლაძე და სხვ. საქ. სსრ ახალგაზრდა მედიკების კონფერენცია, თბილისი, 1973, 995.
5. Д. И. Дугладзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1974.
6. И. М. Григоровский, В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили. Клиническая хирургия, 6, 1968, II.
7. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 205.
8. Э. И. Гальперин, Е. А. Неклюдова и др. Печеночная недостаточность и вопросы трансплантации печени. М., 1972, 14—25.
9. H. Gans. Introduction to Hepatic Surgery. Amsterdam, 1955.
10. P. Nagihara, K. Absolon. Surg. Gynec. Obst., 119, № 6, 1964, 1897.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ц. В. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, М. В. ЛАБАДЗЕ

СООТНОШЕНИЕ ФОЛЛИКУЛОВ ЯИЧНИКА И ХАРАКТЕРИСТИКА
АТРЕТИЧЕСКИХ ФОЛЛИКУЛОВ У КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ
ОНТОГЕНЕЗЕ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 29.6.1977)

Одним из саморегулирующихся механизмов, косвенно ответственных за поддержание гормонального статуса, являются фолликулы яичника на различных стадиях своего развития [1—3]. Наличие атретических фолликулов отмечается еще в период эмбриогенеза. Исходя из сведений некоторых авторов [4] о наличии интерстициальных клеток у плода, правомочно заключение о выработке стероидных гормонов в этот период [5, 6].

На основе вышеуказанного представляло интерес изучить наличие и вариабельность атрезий в раннем постнатальном периоде индивидуального развития организма.

Объектом исследования служили яичники крыс различных возрастных групп (4—7, 10—15, 20—22, 30 и 60¹ дней) постнатального периода. Исследовано 50 животных — по 10 на каждую возрастную группу.

В серийных парафиновых срезах, окрашенных гематоксилином и эозином, исследовались наличие и количество фолликулов на различных стадиях развития, включая атретические фолликулы, высчитывалось их процентное соотношение. Для проведения электронномикроскопического исследования яичник животного V возрастной группы фиксировался в 1% растворе четырехоксида осмия, блоки заливались в аралдит. Срезы изготовлялись на ультратоме ZKB-8800. Материал исследовался в электронном микроскопе Tesla BS-500.

В возрасте 4—7 дней в яичнике крыс обнаруживаются исключительно примордиальные (27%) и зреющие (13%) фолликулы с двумя или четырьмя слоями фолликулоцитов. В этой возрастной группе атрезия фолликулов не наблюдается.

В возрасте 10—15 дней, помимо примордиальных и зреющих фолликулов с одним слоем кубических клеток (75%), отмечаются фолликулы с несколькими слоями фолликулоцитов (23%). В этой возрастной группе впервые встречаются атретические фолликулы в количестве 1—5, что составляет 2% по отношению к общему числу фолликулов.

В возрасте 20—22 дней количество примордиальных и фолликулов с одним слоем кубических клеток уменьшается (60%), количество зреющих фолликулов с двумя и более слоями фолликулярных клеток увеличивается (30%), отмечаются фолликулы с появляющимися полостями. На этом фоне число атретических фолликулов увеличивается от 10 до 20, что составляет 10% по отношению к общему числу фолликулов.

¹ Эта возрастная группа соответствует периоду полового созревания животного.

В возрасте 30 дней в яичнике крыс выявляются примордиальные и фолликулы с одним слоем кубического эпителия (55%), зреющие фолликулы с четырьмя и более слоями фолликулоцитов, а также фолликулы в начальной стадии образования полости (31%). Число атретических фолликулов — 24, что составляет 12%.

В возрасте 60 дней в яичнике крыс встречаются примордиальные и фолликулы с одним слоем кубического эпителия (30%), зреющие фолликулы с несколькими слоями фолликулоцитов (15%), а также граафовы фолликулы (4%).

На этом фоне количество атретических фолликулов — 80—100, что составляет 44% по отношению к общему числу фолликулов.

В самом процессе атрезии наблюдаются три последовательные фазы: пикноз ядер фолликулоцитов, фрагментация последних и постепенное запустевание полости фолликула. Между фрагментированными участками появляются мигрирующие лейкоциты. Разрушается базальная мембрана. В процессе атрезии фолликулоциты обнаруживают значительное уменьшение количества текоцитов. Погибшие текоциты замещаются соединительноткаными клеточными элементами.



Рис. 1. Фрагмент клетки атретического фолликула. Хорошо развиты цитоплазматическая сеть (ЦС), митохондрии (М), липидные включения (ЛВ) $\times 24\ 000$

В атретических фолликулах клетки внутренней теки гипертрофированы. Характеристика их субмикроскопического строения сводится к увеличению количества цитоплазматических органелл. Особенно хорошо развиты агранулярная цитоплазматическая сеть, пластинчатый комплекс, митохондрии. Отмечается увеличение количества капель липидных включений (рис. 1).

Фибробласты наружной теки окружают клеточные островки, образованные из фрагментированных фолликулоцитов, что с возрастом (V группа животных) увеличивается. При исчезновении разрушенных фрагментированных фолликулоцитов в фолликулах гипертрофированных элементов не обнаруживается. Субмикроскопически органеллы — митохондрии, цитоплазматическая сеть, пластинчатый комплекс — не-

многочисленны (рис. 2). Однако эти же клетки, окружающие уже оформленные атретические тела, вновь увеличиваются в размерах. Ультраструктура обнаруживает хорошо развитую цитоплазматическую агранулярную сеть, пластинчатый комплекс, наблюдается увеличение количества митохондрий. В результате указанного образуется интерстициальная железа.

Исходя из полученных данных, число атретических фолликулов, начиная с раннего постнатального периода и кончая половозрелым возрастом, увеличивается в 20 раз.

Отсутствие атретических фолликулов в I возрастной группе (4—7 дней) связано с выключением плацентарного гормонального фактора и воздействием материнских гормонов, вызывающих атретические явления фолликулов в яичниках плода [5, 6].



Рис. 2. Митохондрии (М), цитоплазматическая сеть (ЦС) $\times 18000$

Последующее увеличение числа атрезирующих фолликулов свидетельствует об интенсивности постоянно происходящих динамических процессов регуляции роста и созревания фолликулов. Своего максимального количества атретические фолликулы достигают в раннем половозрелом возрасте (V группа), когда отмечается большее количество полостных и наличие граафовых фолликулов. Отсюда следует, что атрезии чаще подвергаются полостные фолликулы.

Как видно, фолликулы среднего и крупного размера атрезируют главным образом тогда, когда заканчиваются нормальные процессы роста и созревания одного или нескольких наиболее крупных фолликулов.

Наличие большого количества атрезирующих фолликулов по отношению к зреющим в V возрастной группе говорит о медлительности деструктивных процессов (пикоз ядер фолликулоцитов, гипертрофия клеток внутренней теки, разрушение межтекальной базальной мембраны и др.), по сравнению с процессами последовательного созревания. С другой стороны, у более взрослых особей процессы атрезии несколько ускорены, что выражается в увеличении островков фрагментированных фолликулоцитов в V возрастной группе.

Исходя из наблюдений, в процессе атрезии принимают участие клетки как наружной, так и внутренней теки. Учитывая, что внутренняя тека содержит также рыхлую соединительную ткань, можно предположить, что замещение погибших текоцитов происходит именно за счет соединительнотканых клеточных элементов внутренней теки.

Характерная перестройка клеточных элементов атрезирующих фолликулов, интенсивность их метаболизма и биологическая активность с соответствующей ультраструктурной организацией определяют роль атрезии в процессе фолликулогенеза и указывают на их необходимость в гормональной саморегуляции гонады.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 30.6.1977)

მეცნიერებათა აკადემიის
 მედიცინის განყოფილება

ც. ვაჩეჩილაძე, მ. ლაბაძე

პირთავშების საკვრცხეების ფოლიკულოზა ურთიერთშეფარდება
 და ატრეზიული ფოლიკულოზის დახასიათება პოსტნატალურ
 ონტოგენეზში

რეზიუმე

შესწავლილია საკვრცხეების ფოლიკულოზა ურთიერთშეფარდება და ატრეზიული ფოლიკულოზის ვარიაციულობა ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების ადრეულ პოსტნატალურ პერიოდში.

ფოლიკულოზა ზრდასა და დიფერენცირებაში საკვრცხის თვითრეგულირების პროცესებში მნიშვნელოვანია ატრეზიულ ფოლიკულოზა უჭრედული ელემენტები.

ზემოაღნიშნულს საფუძვლად უდევს ატრეზიულ ფოლიკულოზა დინამიკა და მათი სტრუქტურული და ულტრასტრუქტურული მახვებებები.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Ts. V. GACHECHILADZE, M. V. LABADZE

THE RATIO OF THE RAT OVARY FOLLICULI AND
 CHARACTERISTICS OF ATRETIC FOLLICULI IN POSTNATAL
 ONTOGENESIS

Summary

The variability of atretic folliculi and the ovary folliculi ratio have been investigated in early postnatal period of the individual development of the organism. The cell-elements of the atretic folliculi are important for the growth and differentiation of folliculi as well as for the processes of auto-regulation of the ovaries. This is based upon the dynamics of the atretic folliculi and upon their structural and ultrastructural characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Волкова, Структура и регуляция функции яичников. М., 1970, 161.
2. Б. В. Алешин, Гистофизиология гипоталамо-гипофизарной системы. М., 1971.
3. О. В. Волкова, М. И. Пекарский, Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека. М., 1976, 403.
4. Н. В. Кобозева, Ю. А. Гуркин, Плод и внешняя среда. Л., 1973, 120.
5. Е. И. Пузик, Возрастная морфология желез внутренней секреции человека. М., 1951.
6. Л. Е. Эттиген, Сб. «Актуальные вопросы физиологии и патологии детства». Душанбе, 1969, 55—58.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. А. КОРМИЛИЦЫН

**ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭНДОМЕТРИИ ПРИ
ФИБРОМИОМАХ МАТКИ, ОСЛОЖНЕННЫХ КРОВОТЕЧЕНИЕМ**

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 15.7.1977)

Основным клиническим симптомом и вместе с тем осложнением фибромиомы матки является, как известно, кровотечение. В патогенезе кровотечений при фибромиоме матки имеют значение различные механизмы: нарушение гормонального баланса, свертывание крови, патологические изменения в эндометрии [1—6].

В настоящем исследовании были изучены изменения в эндометрии у больных фибромиомой матки, осложненной и не осложненной кровотечением, с целью оценки их возможной патогенетической роли в развитии кровотечения и сравнения гистологических изменений эндометрия при изучаемой патологии с таковыми у женщин, страдающих дисфункциональными маточными кровотечениями (ДМК).

Для исследования брались препараты, полученные при выскабливании женщин в 1-й день менструации и 1—3-й день ановуляторного кровотечения, в ряде случаев изучался операционный материал. Для сравнительной оценки была обследована группа женщин, страдающих ДМК. Препараты готовились общепринятым методом и окрашивались гематоксилин-эозином.

Данные гистологического исследования эндометрия представлены в табл. 1.

У женщин с ДМК эндометрий в большинстве случаев находится в стадии пролиферации. Наряду с этим, у них обнаруживаются секреторные явления, а также гиперплазия за счет разрастания желез и стромы функционального слоя — железистая, железисто-кистозная и железисто-полипозная гиперплазии эндометрия. В ряде случаев отмечаются склероз стромы, дегенеративные изменения и воспалительные явления, обычно в виде очаговых скоплений макрофагов и полиморфноядерных клеток вокруг сосудов, часто — полнокровные сосуды, явления престаза и стаза. Обычно у таких больных отсутствуют признаки секреторной трансформации эндометрия. Вышеуказанные изменения выявлялись нами в различных сочетаниях (аналогичные данные приводятся в [7—10]).

У женщин, больных фибромиомой матки, не осложненной кровотечением, патологические изменения, как правило, слабо выражены, обнаруживается железистая гиперплазия (но не железисто-кистозная и полипозная), атрофические и склеротические изменения встречаются редко. В 10 случаях из 33 эндометрий был без патологических изменений.

У больных фибромиомой с меноррагией патологические явления выражены в значительно большей степени, а с метроррагией — еще значительнее. Часто у таких больных в эндометрии отмечаются одно-

Таблица 1
 Гистологические изменения в эндометрии у больных фибромиомой матки*

Патологические признаки	Железистая гиперплазия	Железисто-кистозная гиперплазия	Полипоз	Полнокровие, стаз	Дистрофические явления	Склероз стромы	Атрофические явления	Воспалительные явления
Фибромиома матки без кровотоечения (23)	3(13,2 %)	2(8,8 %)	1(4,4 %)	2(8,8 %)	2(8,8 %)	1(4,4 %)	1(4,4 %)	1(4,4 %)
С меноррагией (52)	36(39,1 %)	13(14,1 %)	10(10,8 %)	64(69,5 %)	32(34,8 %)	13(14,1 %)	32(34,8 %)	26(28,2 %)
С метроррагией (71)	26(36,6 %)	16(22,5 %)	11(15,5 %)	52(73,2 %)	26(36,6 %)	13(18,3 %)	24(33,8 %)	24(33,8 %)
ДМК (68)	28(41,2 %)	21(30,9 %)	19(27,9 %)	41(60,3 %)	17(25,0 %)	14(20,6 %)	14(20,6 %)	14(20,6 %)

* У одной и той же больной обычно обнаруживаются одновременно различные патологические изменения, например, гиперплазия эндометрия сочетается с воспалением, полнокровием и дистрофией.

 Таблица 2
 Гистологические изменения в эндометрии у больных фибромиомой матки, осложненной кровотоечением, в зависимости от локализации опухоли*

Патологические признаки	Железистая гиперплазия	Железисто-кистозная гиперплазия	Полипоз	Полнокровие, стаз	Дистрофические явления	Склероз стромы	Атрофические явления	Воспалительные явления
Фибромиома, расположенная субсерозно (19)	5(26,3 %)	3(15,8 %)	2(10,5 %)	9(47,4 %)	5(26,3 %)	3(15,8 %)	5(26,3 %)	4(21 %)
Интерстициально (39)	15(38,5 %)	9(23,1 %)	7(18,0 %)	20(51,2 %)	11(28,1 %)	8(20,5 %)	10(25,6 %)	10(25,6 %)
Субмукозно (65)	22(33,8 %)	7(10,7 %)	6(9,2 %)	59(90,7 %)	23(35,3 %)	22(33,8 %)	44(67,6 %)	25(37,1 %)

* У одной и той же больной обычно обнаруживаются одновременно различные патологические изменения, например, гиперплазия эндометрия сочетается с воспалением, полнокровием и дистрофией.

временно явления пролиферации и секреции (подобные результаты получены в работах [5, 6, 8, 11]).

Следует отметить, что если железисто-кистозная и железисто-полипозная гиперплазии при фибромиомах матки без кровотечения не достигают такой степени, как при ДМК, то воспалительные, атрофические, дистрофические, склеротические явления у них развиты в большей степени, чем у больных с ДМК. Сильно выражены у них также явления стаза и полнокровия.

При сопоставлении патологических изменений эндометрия в зависимости от локализации опухоли (табл. 2) установлено, что если железисто-кистозная и железисто-полипозная гиперплазии эндометрия чаще наблюдаются при интерстициально расположенных фибромиомах, то атрофические, дистрофические, воспалительные и склеротические изменения более выражены при субмукозных опухолях. При гистологическом исследовании операционного материала, взятого из участка эндометрия над субмукозной опухолью, обнаруживаются заметные дистрофические и атрофические изменения. Это и понятно, поскольку даже только непосредственное давление узла этой локализации на слизистую может вызвать местные изменения, нарушение кровообращения и т. д., что, в свою очередь, приводит к дистрофическим и атрофическим сдвигам, нарушению обмена и развитию воспаления.

Анализ материала гистологического исследования указывает на то, что патологические изменения в эндометрии при фибромиоме матки в принципе бывают трех основных типов: 1) гиперплазия желез, имеющая, по-видимому, патогенез, сходный с таковым при ДМК, но менее выраженная, наиболее характерная для интерстициально расположенных узлов; 2) дистрофические, склеротические и атрофические изменения, обусловленные прежде всего, вероятно, местным воздействием опухоли, наиболее значительные при субмукозных узлах и особенно в прилежащем к опухоли участке эндометрия; 3) воспалительные изменения, развивающиеся в результате нарушения обмена и питания эндометрия, также в наибольшей степени выраженные при субмукозных фибромиомах.

Таким образом, гистологическое изучение слизистой оболочки матки подтверждает, что местные изменения в эндометрии являются важным компонентом в механизме развития кровотечения при субмукозно расположенных фибромиомах. Эти изменения связаны в основном с местным воздействием опухоли, когда узел опухоли вызывает нарушение кровообращения и обмена, а затем дистрофию и атрофию эндометрия. Все эти факторы обуславливают своеобразную «готовность» эндометрия к кровотечению и могут являться иницирующими его факторами.

Тбилисская железнодорожная
клиническая больница № 1

(Поступило 15.7.1977)

კ. კორმილიცინი

ენდომეტრიუმის ჰისტოლოგიური ცვლილებები სისხლის დენით
 გართულებულ საშვილოსნოს ფიბრომიომის დროს

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია ენდომეტრიუმის ჰისტოლოგიური ცვლილებების საშვილოსნოს ფიბრომიომით დაავადებულ ავადმყოფებში, გამოკვლეულია ენდომეტრიუმის ჰისტოლოგიური ცვლილებების შესაძლებელი პათოგენეტიკური როლი სისხლის დენის განვითარებაში. მიღებულია დასკვნები, რომ სისხლდენით გართულებული საშვილოსნოს ფიბრომიომისათვის დამახასიათებელია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია, დისტროფია და ანთებითი ცვლილებები, რომლებიც წარმოადგენენ მნიშვნელოვან კომპონენტს სისხლის დენის განვითარების მექანიზმში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. A. KORMILITSYN

 HISTOLOGICAL CHANGES IN THE ENDOMETRIUM IN UTERINE
 FIBROMYOMAS COMPLICATED BY BLEEDING

Summary

Histological changes in the endometrium in patients with uterine fibromyoma are studied, as well as the possible pathogenetic role of histological changes in the endometrium in the development of bleeding. It is concluded that the uterine fibromyoma complicated by bleeding is characterized by hyperplasia, dystrophy and inflammatory changes of the endometrium, constituting important components in the development of the hemorrhage mechanism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Н. Василевская. Автореферат докт. дисс., М., 1971.
2. Б. Л. Гуртовой, Г. Е. Саруханов. Сб. «Актуальные вопросы гинекологии», вып. 1. Киев, 1969, 58—64.
3. И. А. Захваткина, Е. В. Исакова. Материалы 8-й Республ. конфер. по вопросам профилактики и лечения дисгормональных опухолей. Алма-Ата, 1969, 38—39.
4. Е. П. Куршева. Вопросы теории и клиники медицины, т. 3. Томск, 1972, 221—224.
5. A. Botichelli. Arch. de Vecchi Anat. Pathol., 1973, 52 (2), 339-363.
6. S. P. Rosario. J. Obstet. Gynaec. India, 1968, v. 18, 101-107.
7. А. Ф. Добротина, Л. П. Загренская, У. Р. Хамадиянова. Дисфункциональные маточные кровотечения. М., 1972.
8. А. А. Лебедев. Дисфункциональные маточные кровотечения. М., 1960.
9. E. Core. Brit. Med. J., 1971, № 2, 631-632.
10. R. J. Sollars. Can. Med. Ass. J., 1975, V. 113, 223-226.
11. А. С. Лескова. Миома матки. М., 1971.

Р. А. САРЧИМЕЛИЯ

О ЗАДАЧЕ С НЕСКОЛЬКИМИ ЦЕЛЕВЫМИ ФУНКЦИЯМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

(Представлено академиком П. В. Гугушвили 27.5.1977)

Ставится задача планирования производства с несколькими целевыми функциями, для которой приводятся двойственные оценки, определяется дополнительное количество ресурсов и компромиссное решение.

Пусть интенсивность производства состоит из n технологических процессов и с помощью разновидностей m ресурсов выпускается p видов продукции. При заданных ресурсах и интенсивности производства находим максимальный выпуск каждой продукции в отдельности. Комплекс этих оптимальных выпусков продукции (их всего p) назовем идеальным вектор-планом. Поставим задачу: определить такую интенсивность производства, которая выпускает не менее чем идеальный вектор-план минимизации расхода, необходимого для изменения количества ресурсов.

При заданных ресурсах и интенсивности производства определение дополнительного количества ресурсов для достижения идеального вектор-плана и нахождение его компромиссного решения интерпретируем как модификацию задачи планирования производства с несколькими целевыми функциями.

Введем обозначения: x_j — интенсивность j -й технологии; потребность в i -м ресурсе при интенсивности производства — $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ — функция $g_i(x)$; аналогично выпуск k -й продукции — $f_k(x)$; b_i — наличие i -го ресурса, $\tilde{\lambda}_i$ — расход при $g_i(x) > b_i$ или прибыль, если $g_i(x) < b_i$ — оценка единицы i -го ресурса, требуемого в количестве $g_i(x) - b_i$.

Задачу планирования производства с несколькими целевыми функциями представим в виде

$$\max \{f_k(x) : x \in G_0\} = f_k(\bar{x}^{(k)}) = \bar{f}_k, \quad k = \overline{1, p}, \quad (1)$$

где

$$G_0 = \{x : x \geq 0, g_i(x) \leq b_i, i = \overline{1, m}\} \neq \emptyset.$$

Допустим, что $\bar{x}^{(k)}$, $k = \overline{1, p}$ разные, т. е. $G_0 \cap D = \emptyset$, где

$$D = \{x : x \geq 0, f_k(x) \geq \bar{f}_k, k = \overline{1, p}\} \neq \emptyset.$$

Составим экономико-математическую модель:

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \tilde{\lambda}_i [g_i(x) - b_i] : x \in D \right\}, \quad (2)$$

где $\tilde{\lambda}_i$ выбираем по следующим правилам: если имеющийся ресурс использован целиком ($g_i(x) = b_i$), то соответствующий $\tilde{\lambda}_i = 0$, если же $g_i(x) < b_i$, т. е. имеется резерв, то для него оценку находим из двойственной задачи: найти $\lambda_i = \lambda_i(x)$ и $\beta_k = \beta_k(x)$, удовлетворяющие условиям

$$\max \sum_{k=1}^p \bar{f}_k \beta_k, \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^p \frac{\partial \bar{f}_k(x)}{\partial x_j} \beta_k \leq \sum_{i=1}^m \frac{\partial g_i(x)}{\partial x_j} \lambda_i, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m b_i \lambda_i = 1, \quad \lambda_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad \beta_k \geq 0, \quad k = \overline{1, p}. \quad (5)$$

Для недостающих ресурсов ($g_i(x) > b_i$), количество которых должно быть восполнено, двойственная оценка M — достаточно большое число ($M \gg \lambda_i$).

Следует заметить, что (3) — (5) получаются из двойственной задачи (2), если исключить из рассмотрения случай $\lambda_i = \infty$, для чего введено (5), а вместо $\lambda_i = \infty$ поставлено M . Вместе с этим допускается, что $\bar{f}_k(x)$ — вогнутые, а $g_i(x)$ — выпуклые дифференцируемые функции ($k = \overline{1, p}$; $i = \overline{1, m}$), G_0 — ограниченное множество.

Вводя предложенную выше оценку для $\tilde{\lambda}_i$, из (2) получаем задачу: найти x и $t = (t_1, t_2, \dots, t_m)$, удовлетворяющие условиям

$$\min \sum_{i=1}^m [(1 - t_i)M + t_i \lambda_i] [g_i(x) - b_i], \quad (6)$$

$$x \in D, \quad t_i = 0 \text{ или } 1, \quad i = \overline{1, m}, \quad (7)$$

$$(1 - 2t_i) [g_i(x) - b_i] \geq 0, \quad i = \overline{1, m}. \quad (8)$$

Пусть x^0 и t^0 — решение (6) — (8). Образует такое множество G_ε , что

$$G_\varepsilon = \{x: x \geq 0, g_i(x) \leq b_i + \varepsilon [g_i(x^0) - b_i], i = \overline{1, m}\}.$$

Так как $x^0 \notin G_0$ и $x^0 \in G_1$, для нахождения компромиссного решения (1) составим задачу

$$Q(\varepsilon) = \max_{x \in G_\varepsilon} \frac{\sum_{j=1}^n x_j \sum_{k=1}^p \frac{\partial \bar{f}_k(x)}{\partial x_j} \beta_k}{\sum_{j=1}^n x_j \sum_{i=1}^m \frac{\partial g_i(x)}{\partial x_j} \lambda_i}. \quad (9)$$

где $Q(\varepsilon)$ указывает максимум продукции, приходящейся (по оценкам) на единицу расхода ресурсов. Из (3) — (5), применяя теорию двойственности, имеем, что $Q(1) = 1$ и, вообще, $Q(\varepsilon) \leq 1$.

Для $0 \leq \varepsilon \leq 1$ решение (9) представим в виде

$$x(\varepsilon) = x(0) + \varepsilon [x^0 - x(0)],$$

где $x(0)$ — компромиссное решение (1) — находим из задачи (9) при $\varepsilon=0$.

Дополнительное количество ресурса u_i определяется при $t_i^0 = 0$ по формуле

$$u_i^0 = g_i(x^0) - b_i.$$

В качестве примера рассмотрим случай

$$f_k(x) = \sum_{j=1}^n b_{kj} x_j; \quad g_i(x) = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j; \quad k = \overline{1, p}; \quad i = \overline{1, m}.$$

Напишем двойственную задачу (2): найти $\tilde{\beta}_k \geq 0$, $\tilde{\lambda}_i \geq 0$, удовлетворяющие условиям

$$\max \sum_{k=1}^p \tilde{f}_k \tilde{\beta}_k, \quad (10)$$

$$\sum_{k=1}^p b_{kj} \tilde{\beta}_k \leq \sum_{i=1}^m a_{ij} \tilde{\lambda}_i, \quad j = \overline{1, n}.$$

Исключим из рассмотрения случай $\tilde{\lambda}_i = \infty$, для чего вводим ограничение (5), обозначив

$$\tilde{\lambda}_i = \lambda_i \sum_{t=1}^m b_t \tilde{\lambda}_t; \quad \tilde{\beta}_k = \beta_k \sum_{t=1}^m b_t \tilde{\lambda}_t; \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, p}.$$

Из (10) получим (3)—(5), а затем (6)—(8), которые в нашем случае — задачи линейного и дискретного программирования соответственно. Их решения обозначены через x^0 , λ^0 , β^0 .

Для нахождения компромиссного решения из (9) получаем задачу: найти $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, удовлетворяющие условиям

$$\max_{x \in G_0} \frac{\sum_{j=1}^n x_j \sum_{k=1}^p b_{kj} \beta_k^0}{\sum_{j=1}^n x_j \sum_{i=1}^m a_{ij} \lambda_i^0}. \quad (11)$$

Если найдем крайние точки $x^{(t)}$; $t = \overline{1, r}$ выпуклого многогранника G_0 , то координаты $M_t(a_t, b_t)$ вычисляем по формуле

$$a_t = \sum_{j=1}^n x_j^{(t)} \sum_{i=1}^m a_{ij} \lambda_i^0; \quad b_t = \sum_{j=1}^n x_j^{(t)} \sum_{k=1}^p b_{kj} \beta_k^0, \quad t = \overline{1, r}.$$

Соединяя эти M_1, M_2, \dots, M_r точки, получаем выпуклый многогранник и графически находим решение (11).

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 27.5.1977)

რ. სარჩიმელია

რამდენიმე მიზნის ფუნქციით წარმოების ღირებულების ამოცანის
შესახებ

რეზიუმე

მოცემული რესურსებისა და წარმოების ტექნოლოგიის პირობებში პროდუქციის მაქსიმალური გამოშვების სიმრავლეს ($\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_m$) (1)-დან ვუწოდებთ იდეალურ ვექტორ-გეგმას. დასმის (2) ამოცანა: განისაზღვროს წარმოების ისეთი ინტენსივობა, რომელიც გამოუშვებს იდეალურ ვექტორ-გეგმაზე არანაკლებს იმ დანახარჯების მინიმუმაციით, რომელიც გამოწვეული იქნება რესურსების რაოდენობათა ცვლილებებით.

(3) — (5) ამოცანის ამოხსნით მიიღება ორადი შეფასებები, (6) — (8)-ის საშუალებით — რესურსების დამატებითი რაოდენობა, ხოლო (9)-ით განისაზღვრება კომპრომისული ამონახსნი.

მაგალითის სახით განხილულია წარმოების ოპტიმალური დაგეგმვის წრფივი ეკონომიკური მათემატიკური მოდელი.

ECONOMICS

R. A. SARCHIMELIA

ON A PROBLEM OF PRODUCTION PLANNING WITH SEVERAL
TARGET FUNCTIONS

Summary

Given the resources and production technology the sets of output maxima of each product ($f_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_m$) from (1) are called the ideal vector-plan. The problem is stated (2): to find such production intensity that would produce no less than an ideal vector-plan with minimization of expenditure necessary to change the amount of resources. Dual estimates are obtained from (3)-(5). By means of (6)-(8) the additional amount of resources is determined and then a compromise solution is found from (9).

As an example a linear model of optimal production programming with several aim functions is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Экономико-математические исследования затрат и результатов». М., 1976, 124, 189, 216.
2. Н. Я. Петраков. Кибернетические проблемы управления экономикой. М., 1974, 36.
3. Сб. «Вопросы анализа и процедуры принятия решений». М., 1976, 109—113.
4. Л. В. Канторович. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., 1959.
5. У. И. Зангвилл. Нелинейное программирование. М., 1973, 40—55.

Л. Г. ЧИТАШВИЛИ

ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПРОСА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Л. Гуния 24.6.1977)

Основную доступную информацию о спросе и потреблении предметов длительного пользования представляют статистические данные о продаже этих предметов населению. Попытки количественного описания закономерностей, заключенных в этих данных, приводят к мысли о выравнивании их подходящими аналитическими кривыми, допускающими статистическую оценку входящих в них параметров с целью дальнейшего их использования для анализа и прогноза процесса спроса и потребления. Однако обосновывать выбор определенных классов кривых бывает трудно, так как, если даже подобранная кривая хорошо согласуется с эмпирическими данными за наблюдаемый (базовый) период, нет оснований считать правомерным прогноз, опирающийся на продолжение этой кривой в период, следующий за базовым.

Появившиеся за последнее время исследования по составлению математических моделей динамики процесса спроса и потребления призваны к созданию более обоснованной базы для аналитического описания эмпирического материала.

При составлении таких моделей исходят не из требования непосредственного подбора формы кривой, а скорее наоборот: математическим моделированием самого механизма развития этого процесса хотят прийти к определению аналитического вида кривой. Одной из первых попыток такого рода является модель Стоуна и Роу [1], которая выражается в следующем:

Если через s_t обозначить накопленный к t -му году запас предметов у населения (парк), через p — вероятность индивидом (семьей), не владеющим данным товаром, приобрести его, а через σ — уровень насыщения запасов, то полагается выполненным соотношение

$$s_{t+1} - s_t = p(\sigma - s_t),$$

т. е. приращение запасов за один год считается пропорциональным числу потенциальных покупателей. Далее принимается, что ежегодные объемы покупок q_t состоят из первичных, а также покупок с целью замены устаревшего (в морально-психологическом или материальном смысле) предмета, т. е. принимается

$$q_t = s_{t+1} - s_t + \alpha,$$

где α имеет смысл вероятности выхода предмета из строя. Эти соотношения представляют совместные уравнения для определения функций s_t и q_t , решение которых приводит к выражениям

$$s_t = \sigma [1 - (1 - p)^t] + (1 - p)^t s_0, \quad q_t = \alpha \sigma + (p - \alpha) (\sigma - s_0) (1 - p)^t,$$

где s_0 — начальный объем запасов.

Полученная кривая q_t в зависимости от того, больше или меньше частота первичных покупок p частоты выхода из строя предметов α , имеет вид монотонно-убывающей или возрастающей к стационарному уровню $\alpha\sigma$ функции.

Однако такая модель имеет достаточно узкий диапазон применения, так как в рамках этой модели не могут быть объяснены такие типичные случаи, когда эмпирические кривые продаж обладают четко выраженными участками возрастания и затем уже убывания, как это отчетливо обнаруживается на графике продаж швейных машин (пример, заслуживающий внимания тем, что развитие процесса спроса и потребления здесь близко к завершению).

Бассом [2] была предпринята попытка к усовершенствованию этой модели путем включения в число потенциальных покупателей, кроме «инициаторов», характеризующихся постоянной вероятностью p приобретения предмета, еще и «подражателей» вероятности покупки товара, доля которых пропорциональна величине парка за текущий год, т. е. интенсивность покупок для таких покупателей пропорциональна распространенности предмета среди населения и имеет вид πs_t . Однако Басс не учитывал в своей модели наличие вторичных покупок и ограничился рассмотрением непрерывного времени.

Мы рассматриваем модель, в которую включаются «инициаторы» и «подражатели» в составе первичных покупателей и вторичные покупки с целью замены. Приводим алгоритм статистической оценки параметров модели, результаты расчетов этих параметров и прогнозов продаж для одного вида предмета длительного пользования (холодильники). Расчеты проводились на ЭВМ «Мир-2». Уравнение модели для запасов имеет вид

$$s_{t+1} - s_t = (p + \pi s_{t+1}) (\sigma - s_t),$$

решение его (с помощью подстановки $x_t = \frac{1}{\sigma - s_t}$ оно приводится к линейному) представляет так называемую логистическую кривую

$$s_t = \sigma - \left[\left(\frac{\pi}{p + \pi\sigma} - \frac{1}{\sigma - s_0} \right) (1 - p - \pi\sigma)^{-t} - \frac{\pi}{p + \pi\sigma} \right]^{-1},$$

возрастающую к уровню насыщения σ . В выражении q_t появляются слагаемые, соответствующие покупкам, осуществляемым инициаторами подражателями и покупкам с целью замены т. е.

$$q_t = p(\sigma - s_t) + \pi s_{t+1}(\sigma - s_t) + \alpha s_t.$$

Причем эти слагаемые имеют совершенно различные тенденции изменения во времени: доля покупок, осуществляемых инициаторами, убывает по мере уменьшения потенциальных покупателей $(\sigma - s_t)$, объем покупок с целью замен возрастает, приближаясь к уровню $\alpha\sigma$, и, наконец, часть покупок, приходящаяся на подражателей, — $\pi s_{t+1}(\sigma - s_t)$ вначале возрастает за счет увеличения распространенности предмета (множитель s_{t+1}), а затем убывает по мере значительного уменьшения потенциальных покупателей.

Расположение пика на графике q_t зависит от значения параметров σ , ρ , π , α и отражает весьма характерную и важную черту рассматриваемого процесса: именно неучет этой специфики и является причиной появления заметного отставания процесса продаж от процесса производства в период начала фазы убывания кривой q_t — появления нереализованной продукции, не отвечающей своими качественными данными запросам покупателей.

Методика прогноза, основанная на математической модели, в конечном счете и представляется призванной к заблаговременной выработке рекомендаций о проведении необходимых мер по улучшению качества производимого предмета или внедрению новых форм в торговой практике.

При применении метода наименьших квадратов для оценивания всех параметров по данным над q_t мы встречаемся с той трудностью, что для системы нелинейных регрессионных уравнений одна компонента — s_t оказывается ненаблюдаемой и поэтому приходится вводить алгоритм последовательного отыскания оценок специального вида. Оценки параметров π , ρ , σ , s_0 , α отыскиваются следующим образом: для фиксированного значения α и s_0 строится ряд s_t^α из рекуррентного соотношения

$$s_{t+1}^\alpha = (1 - \alpha) s_t^\alpha + q_t,$$

затем методом наименьших квадратов находятся оценки линейных параметров $x = \frac{\rho\sigma}{1 - \pi\sigma}$, $y = \frac{1 - \rho}{1 - \pi\sigma}$, $z = -\frac{\pi}{1 - \pi\sigma}$ в регрессионном уравнении

$$s_{t+1}^\alpha = x + y s_t^\alpha + z s_{t+1}^\alpha,$$

которые есть видоизмененная запись уравнения запасов s_t .

Далее по найденным параметрам x , y , z строится теоретическая кривая (логистическая кривая) \tilde{s}_t^α последовательно из $\tilde{s}_{t+1}^\alpha = \frac{x + y \tilde{s}_t^\alpha}{1 - z \tilde{s}_t^\alpha}$, $\tilde{s}_0 = s_0$. Находится среднеквадратическое отклонение наблюдаемой q_t от теоретической ее оценки $q_t^\alpha = \tilde{s}_{t+1}^\alpha - \tilde{s}_t^\alpha + \alpha \tilde{s}_t^\alpha$. Эта процедура повторяется для различных значений α , s_0 и в качестве оценок совокупности параметров выбирается тот набор, при котором рассогласование между q_t и q_t^α принимает наименьшее значение. Прогнозирование q_t опирается на расчет прогноза запасов из соответствующего уравнения.

На рис. 1 приведены эмпирические данные производства (график 1) и продаж (график 2) холодильников, оценка и прогноз суммарных продаж (пунктирная линия 1), а также оценки и прогнозы первичных (пунктирная линия 2) и вторичных (пунктирная линия 3) продаж этого предмета как в базовом периоде (1954—1975 гг.), так и на перспективу (1975—2000 гг.). Следует отметить, что приведенная методика и иллюстрирующий пример имеют смысл так называемого

вариантного прогноза, т. е. прогноза, основанного на предположении о сохранении средних закономерностей базового периода на будущее,

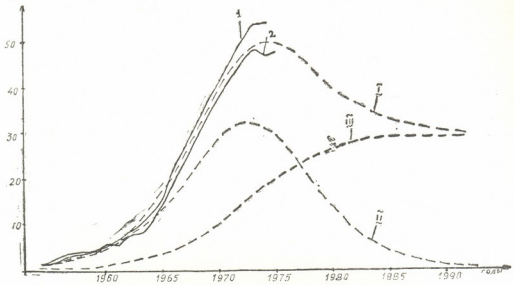


Рис. 1. Производство и продажа холодильников в СССР в десятках тысяч штук: 1 — производство, 2 — продажа, I, II, III — расчетные кривые суммарных, первичных и вторичных покупок

так что при активном воздействии на процесс производства с целью повышения качества товара перспективы процесса потребления будут выглядеть лучше.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права
(Поступило 24.6.1977)

ეკონომიკა

ლ. ჩიტაშვილი
ხანგრძლივი სარგებლობის საგნებზე მოთხოვნა-მომხმარებლის
ლოგისტიკური მოდელი
რეზიუმე

შემოთავაზებულია ხანგრძლივი სარგებლობის საგნებზე მოთხოვნა-მომხმარებლის დინამიკური ეკონომეტრიკული მოდელი. პირველადი ყიდვის პროცესში „ინიციატორთა“ და „მიმბაძველთა“ გამოყოფას და მეორადი ყიდვის გათვალისწინებას მივყავართ მოდელის ძირითადი პროცესის — მარავთა პროცესის ლოგისტიკური მრუდით აღწერამდე.

ECONOMICS

L. G. CHITASHVILI
A DEMAND AND CONSUMPTION LOGISTIC MODEL FOR DURABLE
GOODS

Summary

A dynamic econometric model of demand and consumption of durable goods is considered. Distinguishing of “initiators” and “imitators” in the process of primary purchasing and consideration of secondary purchasing leads to the description of the basic, i. e., storing process by means of a logistic curve.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. R. Stone. D. A. Rowe. Econometrics, vol. 25, № 3, 1957.
2. Bass Frank. Manag. Sci. 15, № 5, 1969.



ც. ბიჩინაშვილი

ილიომატიკა ლექსიკური შესიტყვების სფეროში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 3.2.1977)

ხშირად სიტყვას აქვს როგორც პირდაპირი, ისე გადატანითი მნიშვნელობა. სიტყვის გადატანითი მნიშვნელობით ხმარება ენას ამდიდრებს გამოხატვის საშუალებებით, სიტყვის გადატანითი მნიშვნელობით ხმარება, ჩვეულებრივ, საჯანთა მსგავსებასთანაა დაკავშირებული. სიტყვათა გადატანითი მნიშვნელობით ხმარება „ამდიდრებს ენას შესაძლებელი მოქნილობის მხრივაც [1]“.

სიტყვები ახალ მნიშვნელობას იძენენ კონტექსტში. ესენი იდიომებია, რომლებიც უფრო ძველი წარმოშობისაა, ვიდრე სხვა მნიშვნელობით ნახმარი არაკონტექსტუალური სიტყვა. ამ აზრს საკმაოდ ნათლად აყალიბებს აგრეთვე არნ. ჩიქობავა: „არაპირდაპირი, გადატანითი მნიშვნელობა კონტექსტთან არის დაკავშირებული“ [2].

სამეცნიერო ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ „არის ისეთი სიტყვათშეერთებანი, რომელთა შესწავლა ლექსიკოლოგიას ევალება. ეს არის ე. წ. ლექსიკური შესიტყვებანი“ [3].

ლექსიკური შესიტყვების წარმოშობა დაკავშირებულია კონკრეტულ სიტუაციებთან, შემთხვევის ან ადგილის და დროის პირობებთან. ამიტომ ისინი სხვადასხვა ენაში სხვადასხვანაირია და თავისებურად ფორმდება. ისინი სიტყვასიტყვით არ ითარგმნებიან და ე. წ. იდიომებად (თავისებურებად) გვევლინებიან.

შევეცდებით ზემოაღნიშნული აზრი ერთი კონკრეტული გერმანული სიტყვის das Stück-ს მაგალითზე განვიხილოთ.

დავახასიათოთ ის ილიომატიკური გამოთქმები, რომლებსაც ქმნის სიტყვა das Stück სხვა სიტყვებთან გაყინულ კონტექსტში.

Von j-m, auf j-n Große Stücke halten.

ვინმეზე დიდი იმედის დამყარება, ვინმეს დაფასება.

„Er hielt große Stücke von seinem Mieter“ [4].

„ის დიდად აფასებდა თავის მდგმურს“ [5].

„Was sollte an solche Ansichten erwidern... von dem 'Schwiegersohn, auf den er in der letzten Zeit so große Stücke gehalten hat?“ [6].

„განა ამას მოელოდა სიძისაგან, რომელზედაც უკანასკნელ ხანებში ასე დიდ იმედს ამყარებდა“ [7].

etwas in Stücke schlagen—რაიმეს დანსხვრევა

„Die spaßigen Dingen da oben schlagen wir gleich in tausend Stücke“ [4].

„ჩვენ ამ კურორტულ ნივთებს ნამსხვრეებად ვაქცევთ“ [5].

aus freien Stücken—საკუთარი ნება-სურვილით

„Einer von ihnen war aus freien Stücken nach dem Woermann-Dampfer gegangen“ [6].

„ერთ-ერთი მათგანი სხვის უთქმელად ვოერმანთან მივიდა“ [7].

სიტყვას das Stück კიდევ მრავალი გადატანითი მნიშვნელობა აქვს:

Ein freches Stück	ურცხვი, თავხედი ადამიანი
ein s'arkes Stück	საკმაოდ დიდი უტიფრობა
ein schweres Stück	უხეში საქციელი
ein schweres Stück liefern	უხეში საქციელის ჩადენა
sich (D) ein Stück leisten	სისულელის წამორბომა

sich für j-n in Stücke reißen lassen—მზადყოფნა, ვინმესათვის თავგანწირვა
sich in (tausend) Stücken zerreißen—ტყავიდან გაქვრობა

ლექსიკური შესიტყვებები შეიძლება გამოდიოდეს ზმნის როლში:

sich (D) ein Stück leisten

არსებითის როლში:

ein freches Stück, ein starkes Stück.

კონკრეტული იდიომი მარტო მითითებულ ენას ეკუთვნის. როგორც განხილული მავალითებიდან ჩანს, ის რაც იდიომატიურია ერთ ენაში, შეიძლება არ წარმოადგენდეს იდიომას და უბრალოდ თავისუფალი შესიტყვება იყოს მეორე ენაში.

იდიომი სიტყვის მრავალმნიშვნელობის შედეგია. სიტყვას მრავალი მნიშვნელობა აქვს, მათ შორის გადატანითი მნიშვნელობაც, ე. ი. იდიომატიური. მაგრამ თვით იდიომა უკვე ერთმნიშვნელობიანია, კონკრეტული, ინდივიდუალური. „ზოგჯერ ალოგიკურია, მაგრამ სამადგიროდ ექსპრესიული“ [3].

როგორც აღვნიშნეთ, იდიომები ენას მოქნილს ხდის, ამდიდრებს გამოხატვის საშუალებებით, ალამაზებს მას. იდიომები ენის გამდიდრების საშუალებაა.

იდიომების შეთვისება შეიძლება ცალკეულ იდიომატურ გამოთქმათა შესწავლის გზით. მაგრამ შეუძლებელია ენის შესწავლის ხელოვნური გარემოს პირობებში ყველა გავრცელებული იდიომის დასწავლა. საგულისხმოა, რომ იდიომატიური მნიშვნელობა უმთავრესად ხშირად ხმარებულ სიტყვებს აქვთ. თუ ხშირად ხმარებული სიტყვის მნიშვნელობა ენის შემსწავლელისათვის ცნობილია, მაშინ სავარაუდოა, რომ ამ სიტყვის შემცველ იდიომატურ გამოთქმის შინაარსს იგი ზოგიერთ შემთხვევაში დაახლოებით მაინც მიხვდება. მაგ., In allen Stücken bin ich mit ihm einverstanden—საცხებით ვეთანხმები მას.

იდიომატიური მნიშვნელობის მისახვედრად აზრს წარმართავს როგორც მოცემული სიტყვის მნიშვნელობის ცოდნა, ისე მასთან კონტექსტში მყოფი სიტყვები, უმთავრესად კი განსაზღვრება და შემასმენელი.

ამგვარად, ენის შესწავლის საქმეში გათვალისწინებულ უნდა იქნეს იდიომატიკის სწავლება და მისი სწავლების გზები. ენის შემსწავლელს უნდა განუვიტაროთ აგრეთვე იდიომების გამოცნობის უნარი, თუ კი ლექსიკური შესიტყვების მპროფილებელი ერთეულის მნიშვნელობა მისთვის ცნობილია.

მაგრამ ადამიანის მიხვედრილობა უნივერსალური საშუალება არ არის. საქმეს ყოველთვის მიხვედრილობას ვერ მივანდობთ. არის ისეთი იდიომატიური გამოთქმებიც, სადაც მისი შემადგენელი ძირითადი სიტყვა სრულიად დესემანტიზირებულია მოცემულ ლექსიკურ შესიტყვევაში. იზოლირებული სიტყვის მნიშვნელობის ცოდნა ზოგჯერ ვერ იძლევა ამ უკანასკნელის გამოცნობის გასაღებს, როდესაც იგივე სიტყვა გაყინულ კონტექსტში გვხვდება. მაგ., sich ein Stück leisten — სისულელის წამორბომა. ამისათვის საჭიროა მასწავლებელს წინასწარ ჰქონდეს შედგენილი პროგრამით გათვალისწინებული იდიომატიკის ცხრილი და შერჩეული ჰქონდეს მისი სწავლებადანტიციების სავარჯიშოები დროში სათანადო გამეორების გათვალისწინებით.

იდიომატიკის წარმოშობა ამა თუ იმ ერის სოციალურ გარემოსთან, ზნე-ჩვეულებებთან და ადამიანურ-სახეობურ არის დაკავშირებული. განსხვავდება



რა სხვადასხვა ერების, ადამიანების ცხოვრების პირობები ერთმანეთისაგან განსხვავებულია მათი იდიომებიც. გერმანული das Stück-ის ეკვივალენტები ქართულში — ნაჭერი, ცალი, ეგზემპლარი, თავი, სული (პირუტყვის რაოდენობის აღსანიშნავად), ქვემეხი, პიესა — თითქმის არ ქმნიან ქართულში იდიომებს, რადგან das Stück-ის აღნიშნული შესატყვისები ისე ხშირად არაა ხმარებული.

მაგალითად ავიღოთ „ცალი“, „ცალი ფეხი სამარეშე უდგასო“ [8]. აქ „ცალი“ ზედსართავად გვევლინება და არა არსებით სახელად.

არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც გერმანული იდიომა ქართულადც იდიომით გადმოიცემა, მაგრამ ამ იდიომების ლექსიკური შედგენილობა სხვადასხვაა. მაგ., auf den Leim gehen [9]—ანკესზე წამოგება, etwas unter die Leute bringen [9]—ქვეყანაზე მოღება (ქვეყანას მოსდებს), ein Licht geht j-m auf [9]—თვალი ეხილება (გაიგო, ესმის). როგორც ვხედავთ სიტყვის გადატანითი მნიშვნელობით ხმარება (კონტექსტთან დაკავშირებით), ლექსიკური შესიტყვება როგორც ლინგვისტიკისა, ისე უცხოური ენის სწავლების მეთოდის მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს.

მოსწავლემ რომ მიიღოს ინფორმაცია გერმანულ ენაზე, მას გარკვეული ცოდნა უნდა გააჩნდეს არა მარტო თავისუფალი სიტყვათშეერთების ფარგლებში, არამედ ლექსიკურ შესიტყვებათა — იდიომატიკის სფეროშიც; რადგან მის გარეშე ენა შშრალია და მოქნილობას მოკლებული. რადგან იდიომები სხვადასხვა ენაში სხვადასხვანაირია და სხვადასხვანაირად ფორმდება, ისინი სიტყვა-სიტყვით არ ითარგმნებიან და ლექსიკური შესიტყვების მთლიანობაში გაგება-დასწავლაა საჭირო.

გერმანულ-ქართული იდიომატიკის შეპირისპირებითი ანალიზის სფეროში მცირე მასალა მოგვეპოვება, ამიტომ საჭიროდ მივიჩნით მისი გაშუქება კონკრეტული ნიმუშების საფუძველზე.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი
(შემოვიღა 16.6.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ц. Н. БИЧИНАШВИЛИ

ИДИОМАТИКА В СФЕРЕ ЛЕКСИЧЕСКОГО СОЧЕТАНИЯ

Резюме

Из-за того что идиомы в разных языках оформляются по-разному, они дословно не переводятся и требуется их понимание и изучение в единстве, т. е. как единой лексической единицы. Часто немецкое идиоматическое выражение передается на грузинский язык свободным словосочетанием. Есть и такие случаи, когда данная фраза в обоих языках представляет собой идиому, но они имеют разный лексический состав.

LINGUISTICS

TS. N. BICHINASHVILI

IDIOMATICS IN THE SPHERE OF LEXICAL COMPOSITION

Summary

Material in the sphere of analysis of German-Georgian idiomatics is scarce. Since idioms differ from language to language and are formed in different ways, it is impossible to translate them word for word; hence the necessity of learning their meaning in the lexical unit.

Very often German idioms are translated into Georgian by resorting to free clusters. There are cases when a given phrase is an idiom in both languages but differs in lexical composition.

Observation shows that knowledge of the meaning of the main component of the idiom helps the learner to guess the meaning of the whole cluster. Idioms express ideas in descriptive form.

If the language learner considers the subject from this point of view it will help him greatly in grasping the meaning of idioms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. ა. ბუღაშვილი. ენათმეცნიერების შესავალი, ნაწ. 2. თბილისი, 1955.
2. არნ. ჩიქობავა. ენათმეცნიერების შესავალი. თბილისი, 1952.
3. ენათმეცნიერების შესავალი. თბილისი 1972.
4. A. Seghers. Die Toten bleiben jung. M., 1951.
5. ა. ზეგერსი. მიცვალელები ახალგაზრდები რჩებიან. თბილისი, 1969.
6. W. Breidel. Verwandte und Bekannte. M., 1956.
7. ვ. ბრედელი. ნათესავები და ნაცნობები. თბილისი, 1956.
8. ალ. ონიანი. ქართული იდიომები. თბილისი, 1966.
9. ნ. გამრეკელი, თ. გოფმანი, ნ. ქადაგიძე. გერმანული იდიომები და ფრაზეოლოგიური ქცევები. თბილისი, 1953.

ბ. ჯორბენაძე

ენობრივ მოვლენათა განხილვის ბინარული პრინციპი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 8.5.1977)

ქართული ენის შესახებ არსებულ გრამატიკულ ლიტერატურაში უღვლელის სისტემა, როგორც წესი, სინგულარულ ერთეულთა ერთიანობის პრინციპითაა აგებული: ყოველი პარადიგმი (აწმყო, ნამყო უსრული, აწმყო კავშირებითი... ხამყო ძირითადი... 1 თურმეობითი...) დამოუკიდებელ ერთეულადაა შესული ამ სისტემაში და ერთნაირად (ერთ ღონეზე) უპირისპირდება ყველა დანარჩენს. მართალია, ამ სისტემის აგების დროს გათვალისწინებულია ამოსავალი ფუძის ფაქტორი (აწმყო კავშირებითისათვის საყრდენია ნამყო უსრულის ფუძე, ამ უკანასკნელისათვის — აწმყო ფუძე; ამითაა შეპირობებული მათი რიგი პარადიგმათა სისტემაში), მაგრამ თითოეული პარადიგმი ენობრივი ანალიზის დროს განიხილება სინგულარული პრინციპით; ეს კი ნიშნავს, რომ თითოეულ მათგანს თავისთავადი, სხვებისგან დამოუკიდებელი ენობრივი ღირებულება, სტატუსი აქვს მინიჭებული. აღწერის ასეთი გზა ნაცხებით დასაშვებია, მაგრამ ზოგიერთი ამჟამად გამოვლენილი შინაგანი ნიშანი ქართული ზმნის პარადიგმული წყობისა შესაძლებლად მიგვაჩვენებს აღწერის მეორე გზასაც, რომელიც განხილვის ბინარულ პრინციპს ემყარება. ეს კი გულისხმობს პარადიგმების ურთიერთმიმართების, ურთიერთშეპირობებულობის აუცილებელ გათვალისწინებასაც.

საკმარისია, თვალსაზრისით ქართული ზმნის პარადიგმულ წარმოებას, რომ რამდენიმე შემთხვევაში ამჟამად წარმოჩნდება წმინდა ფორმობრივი პარალელიზმი. მაგალითად, წერ-ს ზმნა რომ ავიღოთ და ძველი ქართულის უღვლილების სისტემის მიხედვით წარმოვადგინოთ, აღმოჩნდება, რომ ა) საერთო ფუძე აქვთ აწმყოსა და აწმყო სოლმეობითს: წერ-ს — წერ-ს; ბ) ასევე საერთოა ფუძე ნამყო უსრულისა, I სოლმეობითისა და I კავშირებითისა: წერ-და — წერ-და-ი-ს — წერ-და-ე-ს; გ) საერთო ფუძეს ემყარებიან ნამყო ძირითადი, II სოლმეობითი და II კავშირებითი: წერ-ა — წერ-ი-ს — წერ-ო-ს.

ამგვარი შეპირისპირებით უკვე ჩანს, რომ წმინდა ფორმობრივი თვალსაზრისითაც კი სხვადასხვა პარადიგმის ფუძეები ერთგვაროვანი პრინციპით არ მიემართებიან ერთმანეთს: ერთ შემთხვევაში მიმართება უშუალოა (წერ-ს — წერ-ს), მეორე შემთხვევაში იერარქიულია (წერ-ს — წერ-და-ა), მესამე შემთხვევაში გაშუალებულია იერარქიული საფეხურით (წერ-ს და წერ-და-ი-ს ფორმებს შორის გამაშუალებელია წერ-და-ა ფორმა). ეს რაც შეეხება ფორმობრივ სტრუქტურას.

არანაკლებ საბუთიანობას პარადიგმათა ბინარული განდასებისათვის იძლევა ფუნქციური მომენტის გათვალისწინებაც. ამჟამად, რომ აწმყო (წერ-ს) ფუნქციურად გაცილებით უფრო ახლოა აწმყო სოლმეობითთან (წერ-ს), ასევე, უწყვეტელი (წერ-და-ა) — I სოლმეობითთან (წერ-და-ი-ს), ვიდრე აწმყო უწყვეტელთან ან I სოლმეობითთან. ზოგიერთი ამგვარად შეწყვილებული ფორმა ერთი საერთო, თავდაპირველი ამოსავალი ფუნქციის დიფერენცირების რეზულტატადაც კი მოჩანს. ამგვარი შეწყვილება ენაში სხვადასხვა ფუნქციის საფუძველზე შეიძლება ხდებოდეს. მაგალითად, წერ-ს — წერ-ს შეწყვილებულია ერთი და იმავე მოქმედების ერთგვისობამრავალგზისობის (კონკრეტულობა-ზოგადობის) თვალსაზრისით, ხოლო

წერ-ს — და-უ-წერ-ი-ა კი მოქმედება-შედგობის მიხედვით და ა. შ. ორივე შემთხვევაში ბინარული პრინციპია გამოყენებული. ორივე წყვილში ერთი წევრი (წერ-ს) საერთოა. მაშასადამე, სხვადასხვა ფუნქციამ ენის ერთი და იგივე მონაცემი წაირგვარ სემანტიკურ მონაცემს შეიძლება შეუწყვილოს. ყველაფერი ეს უშუალო შედეგია იმისა, რომ ერთი და იგივე ენობრივი ელემენტი, უმარტივესიდან დაწყებული ურთულეს სტრუქტურამდე, მრავალგვარ და მრავალფეროვან მიმართებებს ამყარებს, ამიტომაც რომელიმე ერთი ფუნქციის საფუძველზე მომხდარი შეწყვილება არ ფარავს და უთანაბრდება სხვა ფუნქციის საფუძველზე წარმოქმნილ წყვილს.

ამრიგად, ბინარული სისტემის აგება ვარაუდობს ენაში არსებულ წაირგვარ მიმართებებთან ნებისმიერის წინასწარულ დაშვებას ამოსავალ პოსტულატად. მაგალითად, ჩვენს შემთხვევაში წინასწარ დასადგენი იქნება, თუ რომელ ფორმებს აქვთ (ჰქონდათ, ან შეიძლება ჰქონდეთ) მრავალგზისობის (ჩვეულებრივად) ფუნქციის გამომხატველი ვარიანტი და მაშინ სინგულარული პრინციპით აგებული სისტემა ერთგზისობა-მრავალგზისობის ბინარული პრინციპის საფუძველზე განდასდება:

	ა) ერთგზისი (კონკრეტული)	ბ) მრავალგზისი (ზოგადი)
I წყვილი:	წერ-ს	წერ-ნ
II წყვილი:	წერ-დ-ა	წერ-დ-ი-ს
III წყვილი:	(და-)წერ-ა	(და-)წერ-ი-ს
IV წყვილი:	და-ე-წერ-ა	და-ე-წერ-ი-ს

და, აი, საკმარისი იყო ამ პრინციპით გაგვენაწილებინა ფორმები, რომ აღმოჩნდა: ქართულში (ყოველ შემთხვევაში, მისი განვითარების გარკვეულ საფეხურზე) ორი მკვეთრად ჩამოყალიბებული უღვლილების სისტემა გვექონია ერთგზისობა-მრავალგზისობის თვალსაზრისით დაპირისპირებული ფორმებისა, ანუ ერთგზისობის გამომხატველ თითქმის ყველა პარადიგმულ ფორმას ჰქონია მრავალგზისობის გამომხატველი ვარიანტი (ამჟამად არ ვეხებით ამ ფორმათა გენეზისის საკითხებს).

ცნობილია, რომ ქართულში (გარდა რამდენიმე დიალექტისა) გარკვეული პერიოდიდან დასუსტდა, შემდეგ კი საერთოდ მოიშალა უღვლილების ბ (მრავალგზისობის) რიგი. ზემოთ მოცემული სქემის მიხედვით უკვე ნათელია, თუ რა ცვლილებები მოხდა ამ შემთხვევაში: ერთგზისობა-მრავალგზისობის მიხედვით აგებული ბინარული სისტემა დაირღვა, მრავალგზისობის ფუნქციის გამომხატველი ფორმები აღარ მოქმედებენ ენაში, მაგრამ მრავალგზისობის ფუნქცია შემორჩა და მისი გადმოცემა ენამ ამჯერად ა (ერთგზისი) რიგის ფორმებს დააკისრა, ე. ი. გაათავართვა ამ რიგის ფორმათა ფუნქციონირების არე. ასეთ ვითარებაში ერთგზისობა-მრავალგზისობის გარჩევა კონტექსტით-ღა გახდებოდა შესაძლებელი, მაგრამ ენამ გარჩევის დამატებით საშუალებასაც მიმართა: მრავალგზისობის გადმოსაცემად აღწერილი ფორმები გამოიყენა, შედგენილი ერთგზისობის გამომხატველი ფორმებისა და მრავალგზისობის აღმნიშვნელი „ხოლმე“ ელემენტისაგან (ან ამ უკანასკნელის ფუნქციური ვარიანტებისაგან: „ხშირად“, „ზოგჯერ“ და სხვანი). ამრიგად, წერს ხოლმე იგივეა, რაც: წერ-ნ, წერდა ხოლმე იგივეა, რაც: წერდი-ს და ა. შ., როგორც ეს დამაჯერებლად აჩვენა ი. ქავთარაძემ ([1], გვ. 12—21). ერთგზისობის გამომხატველმა ფორმებმა შეითავსეს თანდათანობით მრავალგზისობის ფუნქციაც და ამ თვალსაზრისით ფაქტიურად ბიფუნქციური ფორმები გახდნენ.

რასაკვირველია, ახალმა სისტემამ ახლებური გაგებაც და, შესაბამისად, ფუნქციათა გადაწესებაც გამოიწვია, გარკვეულ შემთხვევაში სემანტიკური აკრძალვის პრინციპიც გამოიყენა. მაგალითად, და-წერ-ა ფორმა ვერ იგუებს მრავალგზისობის გამომხატველ აღწერით ყალიბს (ვერ იგუებს „ხოლმე“

ნაწილად) სავსებით გასაგები სემანტიკური აკრძალვის გამო: შეუძლებელია მას მრავალგზისობის გაგება დაუკავშირდეს. ეს კი არაა და, იმ ფორმებთანაც კი, რომლებიც ნამყო ძირითადადში უზმნისწინოდ გამოიყენებიან და ახალ ქართულში უსრულე ასპექტის გამომხატველად მიიჩნევიან (**წერა-ა, კეცა-ა, ხატა-ა**), ფუნქციურად შეუთავსებელი აღმოჩნდნენ მრავალგზისობის აღმნიშვნელი ნაწილაკები. შეუძლებელია: ***წერა ხოლმე**, ***კეცა ხოლმე**, ***ხატა ხოლმე** (თუ გვხვდება, ვულგარისზმია). ეს აკრძალვა თვით ამ ფორმათა სემანტიკურ არსში ძეგს.

მრავალგზისობის გამომხატველ ფორმათა მოშლის ეს პროცესი (ისე კი, რომ მრავალგზისობის ფუნქცია შემოგვრჩა) ენაში მიმდინარე ფორმოებრივი აბსტრაქციის თვალნათლივი ნიმუშია. ფორმათა ერთი სისტემის ფუნქციონირების გაფართოვების ხარჯზე ხდება ფორმოებრივი მრავალფეროვნებისა და ნაირგვარობის ნიველირება, მორფოლოგიური დაპირისპირების აღვილს კონტრასტური განსხვავების კრიტერიუმში იკავებს.

ზემოხსენებული მხოლოდ ერთი მაგალითი იყო ბინარული პრინციპით განხილვისა და იმავდროულად ნიმუში იმისა, თუ როგორ ივარაუდება ენობრივ მიმართებათა შესწავლა. ბინარული პრინციპით განხილვა, რაც, რა თქმა უნდა, ზმნის უღვლილებისას ერთგზისობა-მრავალგზისობის ფუნქციური შეწყვილების მაგალითებით სრულიადაც არ ამოიწურება, ვფიქრობთ, ენობრივ მონაცემთა შინაგანი მიმართებების წარმოჩენის ერთ-ერთი ძირითადი შესაძლებლობაა. ამ შინაგან მიმართებათა წარმოჩენა კი ენის კვლევის ერთ-ერთ უპირველეს ამოცანად შეიძლება ჩაითვალოს, რადგან მხოლოდ ეს, კერძოდ, ენობრივ ფორმათა და ფუნქციათა კვლევა მათი მრავალმხრივი და მრავალფეროვანი მიმართებების თვალსაზრისით, შეგვეძლებინებს ძიებასა და მოპოვებას იმ მეთოდოლოგიური ბაზისისა, რომელიც წარმოგვიჩენს ენას როგორც უწყვეტ შემოქმედებით პროცესს, როგორც მარადგანახლების უნარის მქონე ფენომენს. ენა, რა თქმა უნდა, მხოლოდ შემოქმედება არ არის, იგი შედეგობითი მონაცემიცაა, მაგრამ ამ შედეგში იმთავითვე ჩადებული შემდგომი განვითარების პოტენცია. სწორედ ეს პოტენცია ქმნის ენობრივ დინამიკას და სწორედ ამ დინამიკის შესწავლა აქვს დასახული მიზნად თანამედროვე ენათმეცნიერებას. ეს კი შესაძლებელი გახდება არა ცალკეული ელემენტთა თუნდაც დეტალური შესწავლის გზით, არამედ მათი შინაგანი ბუნებით შეპირობებული მიმართებების წარმოჩენითა და მათი სტატუსის დადგენით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 17.6.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. А. ДЖОРБЕНАДЗЕ

БИНАРНЫЙ ПРИНЦИП ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

Резюме

На примерах спрягаемых форм рассматривается вопрос применения бинарного принципа в изучении языковых явлений. Бинарный принцип, который основывается на внутренне обусловленных соотношениях языковых форм, предусматривает изучение языка в своей динамике.

B. A. JORBENADZE

 THE BINARY PRINCIPLE OF THE STUDY OF MORPHOLOGICAL
FORMATION SYSTEMS

Summary

For the study of morphological formation systems the binary principle is introduced. An attempt is made to give some examples of binary analysis of conjugation forms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ივ. ქავთარაძე. კრებული „ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები“, II. თბილისი, 1961.

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 представляющей 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 оригинале автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть стпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 отписков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჟერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოწვევას შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, 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 ცალად, დასაბეჭდად სავეზეთ შუა 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 მოკლეობა 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 რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამენადა უნასუბხეებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუეთქვას კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეყვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნაქვეარწრით ნიშნაგებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჯარო შრომა, ეუჩვენოთ 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 ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს საღ მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომბემში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეკერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოაციონოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად 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 დამუშავება ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

