

524
1989



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 134 том

№ 2

მანძი 1989 მაი

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მთაბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 134 ТОМ

№ 2

მაისი 1989 МАЙ

ქურონალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ქურონალი „მოამბე“
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Ежемесячный научный журнал АН Грузинской ССР „Сообщения“
на грузинском, русском и английском языках

ს ა რ ე დ ა ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

მ. ალექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე,
მ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
ე. ზაალიშვილი, ა. თავზელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კლდრიაძე (მთავარი
რედაქტორის მოადგილე), თ. კობალეიშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი-
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანიშვილი, თ. ნინია, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქ-
ტორის მოადგილე), ე. სეხნიაშვილი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ჭოლოშვილი, მ. ზენიგია

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андрикошвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редак-
тора), Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаури,
Р. Б. Гордесиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Кве-
сиадзе, И. Т. Кигурадзе (заместитель главного редактора), Т. И. Копалишвили,
Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метрели, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редак-
тора), Б. Р. Нанешвили, Т. Н. Ошани, М. Е. Салуквадзе (заместитель главного
редактора), Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе (главный редактор), Т. Т. Урушадзе,
М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუშოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუშოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380060. Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.

Типография АН ГССР. 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 29.04.1989. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.06.1989. ფორმატი
70×108^{1/16}. მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 14. პირ. სალ.-ვატარება 14.8.
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბაზი 18.5. ტირაჟი 1100.
უე 00598. შეკვ. № 1296, ფასი 1 მ. 90 კაპ.

Сдано в набор 29.04.1988. Подписано к печати 20.06.1989. Формат 70×108^{1/16}.
Печать высокая. Усл. печ. л. 14.8, уч.-изд. л. 14, усл. кр.-отт. 14.8, Ти-
раж 1100. УЭ 00598. Зак. № 1296. Цена 1 р. 90 к.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 1989.



Сообщения АН ГССР, 1989.

65/161

შინაარსი

მათემატიკა

*მ. ბალაძე. ზონოიდის ტრანსლატების ოჯახი და მისი ჰელის განზომილება 244

*გ. დიხამინჯია. მ-სახის კოეფიციენტებიანი 2m-რიგის დიფერენციალური ოპერატორის სპექტრალური ფუნქციის ასიმპტოტიკის შესახებ 248

*ნ. ფაჩულია. ფურიეს მწკრივის ძლიერი საშუალოების გადახრის შეფასება 251

*ს. თოფურია. ფურიე — ლაპლასის მწკრივების (C, a) შეჭამებადობა: $L(S^h)$ -ში და თითქმის ყველგან 255

*რ. ბაკურაძე. ი. სტანკევიჩი. შტურმ — ლიუვილის ოპერატორით წარმოქმნილი პროექციული ოპერატორის ზოგიერთი თვისების შესახებ 260

*ლ. ქელბაქიანი. ერთი კლასის ფუნქციების სასაზღვრო მნიშვნელობათა მახასიათებელი თვისებები 264

*ს. ხაქოშია. სივრცის ფუნდამენტური ჯგუფის მოქმედება ჰომოლოგიებით წარმოქმნილ ჰომოტოპიებზე 267

*ვ. მაკევეი. მეტრიკული სივრცის დაფარვის შესახებ ჩაკტილი სიმრავლეებით 271

მეძანიკა

*რ. აღამია (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), გ. ბანძელაძე, ამომღები მოწყობილობების დინამიკური დატვირთვის განსაზღვრის საკითხისათვის მოღვაწეობის შედეგად შექმნილი შემოქმედებისას 275

ღრეკადობის თეორია

*ლ. დობოჯვინიძე. შეყურსული ძალა, მოდებული ჰარმონიული ტიპის მასალის მქონე არაწრფივი დრეკადი ნახევარსიბრტყის საზღვარზე 280

მათემატიკური ფიზიკა

*ი. ბოჭორიშვილი, გ. მალინეცკი. მდგრადი ციკლების ტოპოლოგიის ცვალებადობა მახვილი წვეროს მქონე ერთგანზომილებიან ასახვებში 284

კიბერნეტიკა

*ი. სახაროვი, კ. აკულოვი. გლობალური ოპტიმიზაციის არაწრფივი მეთოდი განუსაზღვრელობის პირობებში 288

ფიზიკა

*ე. ჯიბლაძე, ი. დოროში, ა. ზღენკო, ზ. კეკელიძე, პ. პაშინიანი, კ. პროხოროვი. ცინკის სელენიდის თხელი აფსებების გამოკვლევა სინათლის კომბინაციური გაბნევის მეთოდით 292

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარტოშვილი
სახ. სახ. რესპუბლიკის
ბიბლიოთეკა

- *ო. გაჩეჩილაძე, ნ. ქურდიანი, ე. ქუთელია, ა. მირცხულავა, ვ. ოსვენსკი, ბ. ერისთავი. გამოსხივების გავლენა მეორადი იონების ემისიაზე კომპენსირებულ გალიუმის არსენიდის ნიმუშებში 295
- *პ. დალაქიშვილი. ელექტრულ პლაზმაში ზედაპირული ტალღების პარამეტრული ალგზნების თეორიისათვის 300
- *გ. მარტყოფლიშვილი. ცივად დეფორმირებული ნიობიუმის ელექტროწინაღობის აღდგენა მოკლე ხანგრძლივობის დენის იმპულსებით 304
- *გ. ჯანდიერი, ა. სემერაკოვა. გამოსხივების იმპულსური კონის საშუალო ველის შესახებ სივრცულ-დროით არაერთგვაროვან გარემოში 308
- *ა. ანდრეევი, ვ. გინზბურგი, ნ. რამიშვილი. წვეთწარმოქმნის პროცესის კვლევა ლაზერული თვითგამეორების მეთოდით 312

გეოფიზიკა

- *ე. ლინკოვი, ლ. პეტროვა, ე. ორლოვი, ჯ. ზუროშვილი. დაკვირვება დედამიწის სეისმოგრაფიკული რხევებზე 316
- *ე. ბარამიძე, ვ. მესხია. შორეული მიწისძვრების ჰიპოცენტრის პარამეტრების პოვნის ალგორითმი 319

ანალიზური ქიმია

- *ი. შათირიშვილი, ვ. ჯაფარიძე, ზ. იორდანიშვილი. ქართულ დვინოპსალეზში ფენოკარბონმჟავების განსაზღვრა და მათი დაცილებისათვის სვეტების ეფექტურობის შეფასება მაღალეფექტური თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით 324

ორბანული ქიმია

- *ტ. ნიკიშინი, რ. კერესელიძე, დ. რაზმაძე, ე. ლუბუქი, ა. ძამუკაშვილი. ტრიქლორეთილენის რეაქცია 1- და 2-მეთილნაფტალინებთან 328
- *კ. ჯაფარიძე ზ. ელაშვილი. ბორმჟავას ქირალური ეთერების სპირალის ინდუცირების ძალა p-მეთოქსი-p'-ნ-ბუთილნოქსიბენზოლში 331

ფიზიკური ქიმია

- *ე. ახალკაცი, ი. ლავესკო, თ. ქოქრაშვილი, მ. კოსტენკი, ვ. ბრიუსი. ფურფუროლის დიალიზის შესწავლა სხვადასხვა ფორიანობის მქონე აციტილელულოზის მემბრანებში 336

ელემენტარული ქიმია

- *რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ს. ბასმანოვა. ქლორ-იონების არსებობისას მანგანუმის გოგირდმჟავა ხსნარების ელექტროლიზი 339

ქიმიური ტექნოლოგია

- ვ. მდივანი, დ. ოტიაშვილი, მ. დადუნაშვილი, ც. სეხნიაშვილი, ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). განმუხტული გალვანური ელემენტებიდან ვერცხლისწყლის გამოყოფა 343

ფიზიკური გეომეტრია

- *დ. ტაბიძე, ბ. ევოვი, ლ. თიგოშვილი. ფარენის ტბის პლეისტოცენურ მყინვართა შესახებ 347

ჰიდროლოგია

- *ნ. დანელია. აფხაზეთის მდინარეების მსხვილმასშტაბიანი დინამიკური სპექტრალური სტრუქტურა 352

ბიოლოგია

- *ჭ. მამალაძე, ნ. ოდიკაძე. გურიის პლიოცენ-პლეისტოცენური ნალექების პალეომაგნიტური კორელაცია 356

პეტროლოგია

- *შ. ადამია, გ. დუღუნაშვილი, დ. ყუფარაძე, მ. ლორთქიფანიძე, ო. ხუციშვილი. ზედაურამდელი სერპენტინიტული მელანჯი სამხრეთ საქართველოში 359

საბადოთა დამუშავება და განმდიდრება

- ლ. ჯაფარიძე. ქანების ანიზოტროპულ მასივში ზღვრული წონასწორობის თაღის საანგარიშო ზომების დადგენა 361

მეტალურგია

- *თ. დადიანი, ე. დოკაძე, ზ. ჯაბუა, თ. ლოჩოშვილი, ლ. გლუჩიძე, ვ. სანაძე. ტულიუმის მონონატიომონდის თხელი ფირების მიღება 366

მანქანათმშენობლობა

- *მ. თედოშვილი, მ. ჭელიძე. მაღალი რიგის სუბპარმონიკის კვლევა მათემატიკური მოდელირების საშუალებით 372

ელექტროტექნიკა

- *ა. აბურჯანია, ლ. სიგუა, ე. გაბუნია, თ. ვეკუა, ა. იძიკოვსკი, გ. ნიკურაძე. ინდუქციურად დაკავშირებული გამზომი გარდამსახების მათემატიკური მოდელირება 376

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ა. მარგალიტაშვილი. პარალელურ სამუშაოთა დისპერჩიზაციის ეფექტურობის ანალიზი არაერთგვაროვანი, მრავალპროცესორული გამოთვლელი კომპლექსისათვის 380

გოტანიკა

- *ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. სერდიუკოვი. კავკასიის მაჩიტასებრთა ენდემური გვარების გავრცელება და ეკოლოგია 383

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *თ. ორთოიძე, თ. შანშაშვილი. ორჯანული მოსვენების ფაზაში ერთწლიანი ეაზის რქის ფელოდერმაში არსებული ფოტოსინთეზური აპარატის სტაბილურობა ექსტრემალური ფაქტორების მიმართ 388

გენეტიკა და სილექცია

- *ზ. გოლდენბერგი, ტ. ბერიშვილი, მ. კვაჭაძე. ცილის და ტრიფტოფანის შემცველობა ტრიტიკალეს ზოგიერთ ფორმაში 391



ბიოფიზიკა

- *რ. სუჯაშვილი, მ. სიმონიძე, კ. ქურიძე, ფ. შრაიბმანი. *α*-აქტინინის გავლენა აქტინისა და მიოზინის ურთიერთქმედების სტეკიომეტრიაზე 395

ბიოქიმია

- *თ. კეკელიძე, საქართველოს ცენტრალურ ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებულ მრავალწლიან მერქნიან მცენარეთა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური თავისებურებანი 400

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *ი. დოლიძე, თ. ბოკორიშვილი. მოზრდილებში „ნაწლავური სეფსისის“ შესახებ 403

ფიტოპათოლოგია

- *ლ. სმირნოვა, ლ. მგელაძე, ჟ. ნასყიდაშვილი, ე. როგოჯინა. *Puccinia graminis Pers f. sp. tritici Eriks* სოკოს პოპულაციის ერთიანობის შესახებ ამერ-კავკასიაში 407

ენტომოლოგია

- *ვ. მგელაძე. ზოგიერთი მონაცემი სქელშუბლას *Hypophthalmichthys molitrix valenciennes* 1844 კვების შესახებ ხელოვნური აუზის პირობებში 410

ვისტოლოგია

- ნ. კინწურაშვილი, ლ. ყურულაშვილი, ლ. კანკავა. შინური იხვის მარჯვენა საკვერცხის რეაქცია ეგზოგენური პორფონის მოქმედებაზე 413

ინსპერიმენტული მიდვიცნა

- *გ. გოგიჩაძე, ნ. კაპარავა. ქონდროციტების სუბმიკროსკოპული თავისებურებების შესწავლა ორგანიზმის საერთო გადახურებისა და სტაფილოკოკური ტოქსინის ზემოქმედების პირობებში 419
- *მ. ახვლედიანი, ც. აბაკელი, დ. დუგლაძე, ი. ცომაია, მ. ბექაური. ორგანიზმის არასპეციფიკური რეაქტიულობა ღვიძლის მწვავე უკმარისობის დროს ახალშობილი დონორების იზოლირებული ჰეპატოციტების იმპლანტაციის შემდეგ 424
- თ. შაბურიაშვილი. ერთოციტების ზოგიერთი მორფოლოგიური თავისებურებების შესახებ ათეროსკლეროზის დროს 425
- *დ. ლორთქიფანიძე. ორთავა კლდის მღვიმის ნალექების პალეონოლოგიური კვლევის შედეგები 431

ენათმეცნიერება

- *მ. ესაკია. რთული სამეტყველო აქტი როგორც ექსპრესული სინტაქსის განსაკუთრებული ხერხი 435
- ვ. სერგია. ტექსტის ძირითადი ფუნქციონალური ტიპები 438

ფილოლოგია

- *ც. ჯიმშელიაშვილი. ე. ვ. კორილენკოს მოთხრობის „ცუდ წრეში“ ენობრივი თავისებურებები 444

აღმოსავლეთმცოდნეობა

- მ. კვავაძე. დროის ცნების გამოხატველ ლექსემათა სემანტიკური ველის შესწავლისათვის სპარსულში 445

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Э. Д. Баладзе. Семейство транслятов зоноида и его размерность Хелли	241
Г. В. Дихамиджия. Об асимптотике спектральной функции оператора порядка $2m$ с δ -образным коэффициентом	245
Н. Л. Пачулиа. Оценки сильных средних уклонений рядов Фурье	249
С. Б. Товурия. (C, α) -суммируемость рядов Фурье—Лапласа в $L(S^k)$ и почти всюду	253
Р. Ш. Бакурадзе, И. В. Станкевич. О некоторых свойствах операторов проектирования, порождаемых оператором Штурма—Лиувилля	257
Л. В. Келбакиани. Характеристические свойства граничных значений функций одного класса	261
С. М. Хажомия. Действие фундаментальной группы пространства на гомотопии, порожденные гомологиями	265
В. В. Макеев. О покрытии метрического пространства замкнутыми подмножествами	269

МЕАНИКА

Р. Ш. Адамия (член-корреспондент АН ГССР), Б. Р. Бандзеладзе. К вопросу определения динамической нагруженности выемочных установок при действии случайных возмущений, ограниченных по модулю	273
--	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. Доборджинидзе. Сосредоточенная сила, приложенная к границе нелинейно упругой полуплоскости из материала гармонического типа	277
---	-----

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Изменение топологии устойчивых циклов в одномерных отображениях с острой вершиной	281
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

Ю. П. Сахаров, А. П. Акулов. Способ нелинейной глобальной оптимизации в условиях неопределенности	285
---	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ФИЗИКА

- М. И. Джибладзе, Ю. А. Дорош, А. А. Зленко, Г. Н. Кекелидзе, П. П. Пашинин, К. А. Прохоров. Исследование тонких пленок селенида цинка методом резонансного комбинационного рассеяния света 289
- О. О. Гачечиладзе, Н. И. Курдиани, Э. Р. Кутелия, А. А. Мирцхулава, В. Б. Освенский, Б. Г. Эристави. Влияние облучения на вторичную ионную эмиссию в компенсированных образцах арсенида галлия 293
- П. А. Далакишвили. К теории параметрического возбуждения поверхностных волн в электронной плазме 297
- Г. С. Марткоплишвили. Возврат электросопротивления холоднодеформированного ниобия кратковременными импульсами электрического тока 301
- Г. В. Джандиери, А. А. Семериков. Среднее поле пучка импульсного излучения в среде с пространственно-временными неоднородностями 305
- А. М. Андреев, В. М. Гинзбург, Н. М. Рамишвили. Исследование процесса каплеобразования методом лазерной саморепродукции 309

ГЕОФИЗИКА

- Е. М. Линьков, Л. Н. Петрова, Е. Г. Орлов, Д. Д. Зурошвили. Наблюдения сейсмогравитационных колебаний Земли 313
- Е. Л. Барамидзе, В. Ш. Мехия. Алгоритм нахождения параметров гипоцентра для дальних землетрясений 317

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. Ш. Шатиришвили, В. Д. Джапаридзе, З. А. Иорданишвили. Определение фенолкарбоновых кислот в грузинских виноматериалах и оценка эффективности колонок для их разделения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии 321

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. И. Никишин, Р. В. Кереселидзе, Д. Б. Размадзе, Е. Д. Лубуж, А. А. Дзамукашвили. Реакция трихлорэтилена с 1- и 2-метилнафталинами 325
- К. Г. Джапаридзе, З. М. Элашвили. Сила индуцирования спирали хиральных эфиров борной кислоты в п-метокси п'-и-бутилдиоксидбензоле 329

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Э. Г. Ахалкаци, И. С. Лаевский, Т. А. Кокрашвили, В. Г. Костерко, В. В. Брюс. Изучение проницаемости фурфурола через ацетатцеллюлозные мембраны различной пористости 333

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), С. Н. Басманова. Электролиз сернистых растворов марганца в присутствии ионов хлора 337

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- * В. М. Мдивани, Д. Г. Отиашвили, М. Т. Дадунашвили, Ц. Ш. Сехиашвили, Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР). Выделение ртути из разряженных гальванических элементов 341

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Д. Д. Табидзе, Б. В. Ежов, Л. А. Тигишвили. О плейстоценовых ледниках в районе оз. Паравани 345

ГИДРОЛОГИЯ

- Н. М. Данелия. Крупномасштабная временная спектральная структура стока рек Абхазской АССР 349

ГЕОЛОГИЯ

- Дж. И. Мамаладзе, Н. Ш. Одикадзе. Палеомагнитная корреляция плиоцен-плейстоценовых отложений Гурии 353

ПЕТРОЛОГИЯ

- Ш. А. Адамия, Г. Г. Гугунишвили, Д. М. Купарадзе, М. Б. Лордкипанидзе, О. Д. Хуцишвили. Доверхнеюрский серпентинитовый меланж в Южной Грузии (Садахло) 357

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

- * Л. А. Джапаридзе. Установление расчетных размеров предельного свода равновесия в хрупкоразрушаемом анизотропном массиве горных пород 361

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Т. О. Дадвани, Э. В. Докадзе, З. У. Джабуа, Т. С. Лочошвили, Л. Н. Глурджидзе, В. В. Санадзе. Приготовление тонких пленок моновантимоида тулия 365

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- М. М. Тедошвили, М. А. Челидзе. Исследование субгармоники высшего порядка с помощью математического моделирования 369

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. Н. Абурджания, Л. Ф. Сигуа, Е. Д. Габуния, Т. П. Векуа,
 А. И. Идзиковский, Г. А. Никурадзе. Математическое модели-
 рование индуктивно связанных измерительных преобразователей 373

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- А. А. Маргалиташвили. Анализ эффективности диспетчеризации парал-
 лельных работ для неоднородных многопроцессорных вычислительных
 комплексов 377

БОТАНИКА

- А. А. Колаковский (член-корреспондент АН ГССР), Л. Б. Сердюкова.
 Распространение и экология эндемичных кавказских родов колокольчиков
 381

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Т. В. Ортоидзе, Т. Э. Шаниащвили. Стабильность фотосинтетического
 аппарата феллодермы коры однолетнего побега винограда в период орга-
 нического покоя к экстремальным факторам среды 385

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- З. В. Гольденберг, Т. Т. Беришвили, М. Б. Квачадзе. Содержание
 белка и триптофана у некоторых форм пшенично-ржаных гибридов
 (тритикале) 389

БИОФИЗИКА

- Р. Ш. Суджашвили, М. Ш. Симонидзе, К. Ш. Куридзе, Ф. О.
 Шрайбман. Влияние α -актинина на стехиометрию взаимодействия акти-
 на с миозином 393

БИОХИМИЯ

- Т. Я. Чкуасели. Физиологические и биохимические особенности древесных
 листопадных растений, интродуцированных в ЦБС АН ГССР 397

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- И. Д. Долидзе, Т. В. Бочоришвили. О «кишечном сепсисе» у взрослых 401

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Л. А. Смирнова, Л. А. Мгеладзе, Ж. Г. Наскидашвили, Е. А. Ро-
 гожина. О единстве популяции гриба *Russinia graminis* Pers f. sp. *tritici*
Eriks на территории Закавказья 405

ЭНТОМОЛОГИЯ

- В. М. Мгеладзе. Некоторые данные о питании белого толстолобика *Hyporhamphichthys molitrix* Valenciennes, 1844, в условиях искусственного бассейна (гамбузиальника) 409

ГИСТОЛОГИЯ

- * Н. Т. Кинцурашвили, Л. И. Курулашвили, Л. И. Канкава. Реакция правого яичника на действие экстенных гормонов в эмбриогенезе домашней утки 416

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Г. К. Гогичадзе, Н. Н. Качарава. Субмикроскопические особенности хондроцитов в условиях действия стафилококкового токсина на фоне общего перегревания в эксперименте 417
- М. В. Ахвледиани, Ц. И. Абакелия, Д. И. Дугладзе, И. С. Цома, М. А. Бекаури. Неспецифическая реактивность организма с острой печеночной недостаточностью при имплантации изолированных гепатоцитов новорожденных доноров 421
- * Т. Ш. Шабуришвили. О некоторых морфологических особенностях эритроцитов при атеросклерозе 425

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Д. О. Лордкипанидзе. Результаты палинологического изучения пещерной стоянки Ортвала-кде 429

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- М. В. Эсакия. Комплексный речевой акт как особое средство экспрессивного синтаксиса 433
- * В. А. Сергия. Основные функциональные типы текста 438

ФИЛОЛОГИЯ

- Ц. И. Джимшеленшвили. К вопросу о языковых особенностях повести В. Г. Короленко «В дурном обществе» 441

ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

- * М. Ш. Квачадзе. К изучению семантического поля лексем, обозначающих понятие времени в персидском 447

CONTENTS

MATHEMATICS

E. D. B a l a d z e. A family of zonoid Translates and its Helly dimension	244
G. V. D i k h a m i n j i a. On the asymptotic behaviour of the spectral function of a differential $2m$ -order operator with a δ -like coefficient	248
N. L. P a c h u l i a. The estimation of strong mean deviations of Fourier series	251
S. B. T o p u r i a. About (C, α) -summability of Fourier-Laplace series in $L(S^k)$ and almost everywhere	256
R. Sh. B a k u r a d z e, I. V. S t a n k e v i c h. On some properties of projection operator engendered by Shturm-Lewvill operator	260
L. V. K e l b a k i a n i. On characteristic properties of boundary means of functions of one class	264
S. M. K h a z h o m i a. The action of a fundamental space group on homotopies generated by homologies	267
V. V. M a k e e v. On closed coverings of metric space	271

MECHANICS

R. Sh. A d a m i a, B. R. B a n d z e l a d z e. Determination of dynamic load of earth-moving machines under the action of random disturbances restricted in modulus	275
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

L. G. D o b o r j g i n i d z e. Concentrated force applied to the boundary of a nonlinear elastic half-plane of a harmonic type material	280
---	-----

MATHEMATICAL PHYSICS

I. B. B o k o l i s h v i l i, G. G. M a l i n e t s k y. Changes of stable cycle topology in one-dimensional reflections with a sharp vertex	284
---	-----

CYBERNETICS

Yu. P. S a k h a r o v, A. P. A k u l o v. The method of nonlinear global optimization under conditions of uncertainty	288
--	-----

PHYSICS

M. I. J i b l a d z e, Yu. A. D o r o s h, A. A. Z l e n k o, G. N. K e k e l i d z e, P. P. P a s h i n i n, K. A. P r o k h o r o v. Resonant Raman study of thin ZnSe layers	292
O. O. G a c h e c h i l a d z e, N. I. K u r d i a n i, E. R. K u t e l i a, A. A. M i r t s k h u l a v a, V. B. O s v e n s k y, B. G. E r i s t a v i. The effect of irradiation on secondary ion emission in compensated Ga As samples	296
P. A. D a l a k i s h v i l i. For the theory of parametric excitation of surface waves in an electron plasma	300
G. S. M a r t k o p l i s h v i l i. Electric resistance recovery in cold-worked niobium by short electric current pulses	304
G. V. J a n d i e r i, A. A. S e m e r i k o v. Mean field of pulse rotation beam in the medium with space-time inhomogenities	308
A. M. A n d r e e v, V. M. G i n z b u r g h, N. M. R a m i s h v i l i. Investigation of the droplet formation process by the laser self-reproduction method	312

GEOPHYSICS

- E. M. Linkov, L. N. Petrova, E. G. Orlov, D. D. Zuroshvili, Observations of seismogravity oscillations of the earth 316
- E. L. Baramidze, V. Sh. Meskhia. An algorithm for the determination of hypocentre parameters for distant earthquakes 319

ANALYTICAL CHEMISTRY

- I. Sh. Shatirishvili, V. D. Japaridze, Z. A. Iordanishvili. Determination of phenol-carboxylic acids in Georgian winematerials and the assessment of column efficiency for separating them by the method of liquid chromatography 324

ORGANIC CHEMISTRY

- G. I. Nikishin, R. V. Kereselidze, D. B. Razmadze, E. D. Lubuzh, A. A. Dzamukashvili. Reaction of trichloroethylene with 1-and 2-methylnaphthalenes 328
- K. G. Japaridze, Z. M. Elashvili. Helical twisting power of chiral esters of boic acid in P-methoxy-P.N-butylazoxybenzene 332

PHYSICAL CHEMISTRY

- E. G. Akhalkatsi, I. S. Laevsky, T. A. Kokrashvili, V. G. Kostenko, V. V. Bryus. Study of the permeability of furfural through acetate cellulose membranes of various porosity 336

ELECTROCHEMISTRY

- I. R. Agladze, S. N. Basmanova. Electrolysis of manganese sulphuric solutions in the presence of chloride ions 340

CHEMICAL TECHNOLOGY

- V. M. Mdivani, D. G. Otiashvili, M. T. Dadunashvili, Ts. Sh. Sekhniashvili, L. N. Japaridze. On extraction of mercury from discharged galvanic cells 344

PHYSICAL GEOGRAPHY

- D. D. Tabidze, B. V. Ezhov, L. A. Tigishvili. On the pleistocene glaciers of the lake Paravani 348

HIDROLOGY

- M. M. Danelia. Large-scale time spectral structure of rivers in Abkhazia 352

GEOLOGY

- J. I. Mamaladze, N. Sh. Odikadze. On paleomagnetic correlation of pliocene-pleistocene sediments of Guria 356

PETROLOGY

- Sh. A. Adamia, G. G. Gugunishvili, D. M. Kuparadze, M. B. Lordkipanidze, O. D. Khutsishvili. Pre-Upper Jurassic serpentinite melange in Southern Georgia (Sadakhlo) 360

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- L. A. Japaridze. Determination of design dimensions of the limiting arch of balance in brittle anisotropic rock mass 364

METALLURGY

- T. O. Dadiani, E. V. Dokadze, Z. U. Jabua, T. S. Locho-shvili, L. N. Glurjidge, V. V. Sanadze. Preparatron of thin thulium monoantimonide films 367

MACHINE BUILDING SCIENCE

- M. M. Tedoshvili, M. A. Chelidze. Investigation of the high-order subharmonic with the help of the mathematical simulation 372

ELECTROTECHNIGS

- A. N. Aburjania, L. Ph. Sigua, E. D. Gabunia, T. P. Vekua, A. I. Idzikovski, G. A. Nikuradze. Mathematical simulation of inductively coupled instrument transducers 376

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- A. A. Margalitashvili. The Analysis of efficiency of parallel job dispatching for heterogeneous multiprocessor computing complexes 380

BOTANY

- A. A. Kolakovsky, L. B. Serdyukova. Spreading and ecology of endemic genera of Caucasian bluebell family 383

PLANT PHYSIOLOGY

- T. V. Ortoidze, T. E. Shanshashvili. The stability of photosynthetic apparatus of bark phelloderm of annual vine shoots to the extreme factors of environment in the period of organic dormancy 388

GENETICS AND SELECTION

- Z. V. Goldenberg, T. T. Berishvili, M. B. Kvachadze. The content of protein and tryptophane in some species of triticum-secale hybrids (Triticale) 392

BIOPHYSICS

- R. Sh. Sujashvili, M. Sh. Simonidze, K. Sh. Kuridze, F. O. Shraibman. The effect of α -actinin on stoichiometry of actin-myosin interaction 395

BIOCHEMISTRY

- T. Ya. Chkuaseli. Physiological and biochemical peculiarities of woody deciduous plants introduced in the Central Botanical Garden of the Georgian Academy of Sciences 400

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- I. D. Dolidze, T. V. Bochorishvili. On "intestinal" sepsis in adults 404

PHYTOPATHOLOGY

- L. A. Smirnova, L. A. Mgeladze, Zh. G. Naskidashvili, E. A. Rogozhina. On the unity of the population of *Puccinia graminis pers f. sp. tritici* Eriks developing in the Transcaucasus 407

ENTOMOLOGY

- V. M. Mgeladze. Some data on the nutrition of fish *Hypophthalmichthys molitrix valenciennes* 1844 under conditions of artificial water basins 411

HISTOLOGY

- N. T. Kintsurashvili, L. I. Kurulashvili, L. I. Kankava. The response of the right ovary to the action of exogenous hormones in the embryogenesis of the domesticated duck 416

EXPERIMENTAL MEDICINE

- G. K. Gogichadze, N. N. Kacharava. Submicroscopic peculiarities of chondrocytes on exposure to staphylococcus toxin against the background of general overheating in the experiment 419
- M. V. Akhvlediani, Ts. I. Abakelia, D. I. Dugladze, I. S. Tsomaya, M. A. Bekauri. Nonspecific reactivity of the recipients with acute hepatic failure in implantation of the isolated hepatocytes of newborn donors 424
- T. Sh. Shaburishvili. On some morphological peculiarities of erythrocytes at atherosclerosis 428

PALAEOBIOLOGY

- D. O. Lordkipanidze. Results of palynological studies of the Ortvala-Klde cave deposits 432

LINGUISTICS

- M. V. Esakia. A complex speech act as a peculiar means of expressive syntax 485
- V. A. Sergia. The main functional types of the text 439

PHILOLOGY

- Ts. I. Jimshelishvili. Specific language in V. G. Korolenko's story "In the Filthy Society" 444

ORIENTAL STUDIES

- M. Sh. Kvachadze. Toward the study of the semantic field of lexemes denoting the concept of time in the Persian language 447



Э. Д. БАЛАДЗЕ

СЕМЕЙСТВО ТРАНСЛЯТОВ ЗОНОИДА И ЕГО РАЗМЕРНОСТЬ ХЕЛЛИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 8.2.1988)

В этой заметке, завершающей работы [1, 2] автора, дается полное решение проблемы Секефальви—Надя для зоноидов.

Теорема. Зоноид Z в том и только в том случае удовлетворяет условию $\text{dim } T(Z) \leq r$, если он разлагается в прямую векторную сумму выпуклых множеств размерности $\leq r$.

Это дает подтверждение гипотезы, высказанной в [1]. Наметим основные этапы доказательства. Через $Z \subset \mathbb{R}^n$ далее обозначается зоноид с определяющей кривой $\bar{x} = \bar{\varphi}(s)$, $0 \leq s \leq l$; параметр s —длина дуги. Для любых $a, b \in [0; l]$ имеем $|\bar{\varphi}(b) - \bar{\varphi}(a)| \leq |b - a|$, т. е. $\bar{\varphi}(s)$ — липшицева функция с константой Липшица $K=1$. Из этого вытекает, что она имеет производную почти всюду на $[0; l]$, причем $|\bar{\varphi}'(s)|=1$ почти всюду и для любых $a, b \in [0; l]$ справедливо соотношение

$$\int_a^b \bar{\varphi}'(s) ds = \bar{\varphi}(b) - \bar{\varphi}(a).$$

Лемма 1. Пусть задано $\varepsilon > 0$. Тогда существуют числа

$$s_0 = 0 < s_1 < s_2 < \dots < s_{k-1} < s_k = l$$

и такой способ отметить среди отрезков $\Delta_i = [s_{i-1}, s_i]$ несколько, называемых «исключенными», что сумма длин исключенных отрезков меньше ε , а для каждого отрезка Δ_i , не являющегося исключенным, имеем

$$|\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| > (1 - \varepsilon)(s_i - s_{i-1}). \quad (1)$$

Доказательство. Выберем точки s_i так, чтобы длина l^* соответствующей вписанной ломаной была больше $l - \varepsilon^2$.

Отрезок Δ_i — исключенный, если (1) не выполнено, т. е.

$$|\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| \leq (1 - \varepsilon)(s_i - s_{i-1}).$$

Суммируя эти неравенства по исключенным отрезкам, получаем

$$\sum_{(иск.)} |\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| \leq (1 - \varepsilon)\lambda, \quad (2)$$

где λ — сумма длин исключенных отрезков. Для любого i имеем

$$|\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| \leq s_i - s_{i-1}.$$

Суммируя эти неравенства по неисклученным отрезкам, находим

$$\sum_{(неиск.)} |\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| \leq l - \lambda. \quad (3)$$

Складывая (2) и (3), получаем $l^* \leq l - \varepsilon\lambda$, откуда $\lambda < \varepsilon$.

В следующих леммах используется понятие аппроксимативной непрерывности, применяемое в теории интеграла Данжуа—Хинчина

მაქ. სსრ კ. მარ
 საბ. საბ. რესპუ
 ბლიკის



Лемма 2. Пусть $\Delta_i = [s_{i-1}, s_i]$ — неисключенный отрезок (см. (1)). Обозначим через \bar{e}_i единичный вектор, направленный по хорде:

$$\bar{e}_i = \frac{\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})}{|\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})|}.$$

Тогда множество M_i точек $s \in [s_{i-1}, s_i]$, в которых производная $\bar{\varphi}'(s)$ аппроксимативно непрерывна и удовлетворяет условию $|\bar{e}_i - \bar{\varphi}'(s)| > \sqrt[4]{4\epsilon}$, имеет меру, меньшую $\sqrt{\epsilon} (s_i - s_{i-1})$.

Доказательство. Неравенство $|\bar{e}_i - \bar{\varphi}'(s)| > \sqrt[4]{4\epsilon}$, т.е. $(\bar{e}_i - \bar{\varphi}'(s))^2 > 2\sqrt{\epsilon}$ вместе с требованием аппроксимативной непрерывности равносильно (почти всюду) неравенству $\bar{e}_i \bar{\varphi}'(s) < 1 - \sqrt{\epsilon}$. Полагая $N_i = [s_{i-1}, s_i] \setminus M_i$, имеем

$$\begin{aligned} |\bar{\varphi}(s_i) - \bar{\varphi}(s_{i-1})| &= \int_{M_i} \bar{e}_i \bar{\varphi}'(s) ds + \int_{N_i} \bar{e}_i \bar{\varphi}'(s) ds \leq \\ &\leq (1 - \sqrt{\epsilon}) \text{mes } M_i + 1 \cdot (s_i - s_{i-1}) - \text{mes } M_i = (s_i - s_{i-1}) - \sqrt{\epsilon} \text{mes } M_i. \end{aligned}$$

Сопоставляя это с (1), получаем $\text{mes } M_i \leq \sqrt{\epsilon} (s_i - s_{i-1})$.

Лемма 3. Пусть задано число $\gamma > 0$. Тогда существуют такие точки s_1^*, \dots, s_p^* , в которых $\bar{\varphi}'(s)$ аппроксимативно непрерывна, и такие положительные числа $\lambda_1, \dots, \lambda_p$, что зоноэдр M , представляющий собой векторную сумму отрезков I_i , параллельных $\bar{\varphi}'(s_i^*)$ и имеющих длины λ_i , удовлетворяет условию $d(Z, M) < \gamma$.

Доказательство. Пусть $\epsilon > 0$ удовлетворяет неравенствам $\epsilon < \frac{\gamma}{3}$, $\sqrt{\epsilon} < \frac{\gamma}{3l}$, $2\sqrt[4]{4\epsilon} < \frac{\gamma}{3l}$. Выберем точки s_i согласно лемме 1. Если отрезок Δ_i не является исключенным, то в качестве s_i^* возьмем (при обозначениях леммы 2) произвольную точку множества N_i . Тогда мы имеем для любой точки $s \in N_i$:

$$|\bar{e}_i - \bar{\varphi}'(s)| \leq \sqrt[4]{4\epsilon}, \quad |\bar{e}_i - \bar{\varphi}'(s_i^*)| \leq \sqrt[4]{4\epsilon},$$

и потому

$$|\bar{\varphi}'(s) - \bar{\varphi}'(s_i^*)| \leq 2\sqrt[4]{4\epsilon} < 4\sqrt[4]{\epsilon}.$$

Если же отрезок Δ_i — исключенный, то за s_i^* примем произвольную точку аппроксимативной непрерывности производной. Числа λ_i определим равенствами $\lambda_i = s_i - s_{i-1}$; $i = 1, \dots, p$.

Все отрезки I_i соединим в одну ломаную L^* ; пусть $\bar{x} = \bar{\varphi}(s)$, $0 \leq s \leq l$, — ее векторное уравнение и M — зоноэдр, являющийся векторной суммой отрезков I_i . Оценим разность точек

$$\bar{z}(\mu) = \int_0^l \mu(s) \bar{\varphi}'(s) ds, \quad \bar{y}(\mu) = \int_0^l \mu(s) \varphi'(s) ds, \quad \left(|\mu(s)| \leq \frac{1}{2} \right),$$

принадлежащих соответственно телам Z и M ;

$$|\bar{z}(\mu) - \bar{y}(\mu)| \leq \sum_{i=1}^p \int_{s_{i-1}}^{s_i} |\mu(s)| \cdot |\bar{\varphi}'(s) - \varphi'(s)| ds =$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{(i \in \text{искл})} \int_{s_{i-1}}^{s_i} |\mu(s)| \cdot |\bar{\varphi}'(s) - \psi'(s)| ds + \sum_{(i \in \text{искл})} \left(\int_{M_i} |\mu(s)| \cdot |\bar{\varphi}'(s) - \psi'(s)| ds + \right. \\
&+ \left. \int_{N_i} |\mu(s)| \cdot |\bar{\varphi}'(s) - \varphi'(s_i^*)| ds \right) \leq \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \varepsilon + \sum_{(i \in \text{искл})} \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{\varepsilon} \times \right. \\
&\times (s_i - s_{i-1}) + \left. \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot (s_i - s_{i-1}) \right) \leq \varepsilon + \sqrt{\varepsilon} l + 2 \cdot \sqrt{\varepsilon} l < \gamma.
\end{aligned}$$

Теперь видно, что в γ -близости любой точки каждого тела Z , в M имеется некоторая точка другого тела, т. е. $d(Z, M) < \gamma$.

Лемма 4. Для зоноэдра M , указанного в лемме 3, справедливо включение $H(M) \subset \overline{H(Z)}$, и потому $\text{md } M \leq \text{md } Z$.

Поясним идею доказательства. Каждая $(n-1)$ -мерная грань Γ зоноэдра M расположена в гиперплоскости, параллельной некоторым $n-1$ линейно независимым векторам $\bar{\varphi}'(s_i^*)$. Пусть это будет, скажем, $\bar{\varphi}'(s_1^*), \dots, \bar{\varphi}'(s_{n-1}^*)$. Через Q_i обозначим отрезок $[s_i^* - \delta, s_i^* + \delta]$ и положим $S = Q_1 \cup \dots \cup Q_{n-1}$, $T = [0; l] \setminus S$, а через Π обозначим параллелепипед с ребрами $2\delta\bar{\varphi}'(s_1^*), \dots, 2\delta\bar{\varphi}'(s_{n-1}^*)$. Зоноид Z представляет собой векторную сумму выпуклых множеств X и Y , образованных соответственно точками

$$\int_S \mu(s) \bar{\varphi}'(s) ds, \quad \int_T \mu(s) \bar{\varphi}'(s) ds.$$

В силу аппроксимативной непрерывности функции $\bar{\varphi}'(s)$ в точках s_i^* , имеем $d(X, \Pi) = o(\delta)$. Поэтому найдется такая регулярная граничная точка тела X , что единичный вектор внешней нормали \bar{q} к телу X в этой точке составляет с нормалью \bar{z} к несущей плоскости параллелепипеда Π угол, стремящийся к нулю при $\delta \rightarrow 0$. Это и означает, что $\bar{z} \in \overline{H(X)}$, а потому $\bar{z} \in \overline{H(Z)}$.

Замечание. В заметке [2] устанавливается, что инвариант Болтянского $\text{md } Z$ полунепрерывен снизу. Простые примеры показывают, что непрерывность, вообще говоря, места не имеет. Доказанная лемма 4 как бы реализует полунепрерывность сверху, но лишь для специальных последовательностей зоноэдров, сходящихся к Z . Это и позволяет завершить доказательство.

Лемма 5. Если зоноид Z неразложим, то $\text{md } Z = \dim Z$.

В самом деле, согласно [1], неразложимое выпуклое тело Z обладает тем свойством, что любое достаточно близкое к нему тело также неразложимо. Поэтому при достаточно малом γ зоноид M , построенный в лемме 3, неразложим, и (см. [3]) $\text{md } M = \dim M$. Из леммы 4 теперь вытекает, что $\text{md } Z = \dim Z$.

Наконец, доказательство теоремы получается следующим образом. Пусть $Z = Z_1 + \dots + Z_p$ — разложение зоноида Z в прямую сумму неразложимых далее множеств (зоноидов). В силу леммы 5 $\text{md } Z_i = \dim Z_i$. Следовательно, $\text{md } Z$, т. е. наибольшее из чисел $\text{md } Z_i$, равно наибольшей из размерностей множеств Z_i . Остается воспользоваться теоремой Болтянского $\text{him } T(Z) = \text{md } Z$ (см. [4]).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.2.1988)

ე. ბალაძე

ზონოიდის ტრანსლიატების ოჯახი და მისი ჰელის განზომილება
რეზიუმე

მოცემულია სეკეფალვი — ნადის პრობლემის სრული ამოხსნა ზონოიდებისათვის.

თეორემა. ზონოიდი Z მაშინ და მხოლოდ მაშინ აკმაყოფილებს პირობას $\text{him } T(Z) \leq r$, როცა ის იშლება ისეთი ამოხსნეკილი სიმრავლეების პირდაპირ ვექტორულ ჯამად, რომელთა განზომილება $\leq r$.

MATHEMATICS

E. D. BALADZE

A FAMILY OF ZONOID TRANSLATES AND ITS
HELLY DIMENSION

Summary

A complete solution of the Szökefalvi-Nagy problem for zonoids is given in the paper.

Theorem. Zonoid Z satisfies the condition $\text{him } T(M) \leq r$, if and only if it expands in a direct vector sum of convex sets with dimension $\leq r$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ე. დ. ბალაძე. Сообщения АН ГССР, т. 133, № 3, 1988.
2. ე. დ. ბალაძე. Сообщения АН ГССР, т. 134, № 1, 1988.
3. ე. დ. ბალაძე. ДАН СССР, т. 291, № 2, 1986.
4. В. Г. Болтянский. ДАН СССР, 226, № 2, 1976.

Г. В. ДИХАМИНДЖИЯ

ОБ АСИМПТОТИКЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ОПЕРАТОРА
 ПОРЯДКА $2m$ С δ -ОБРАЗНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 22.2.1988)

В работе изучается поведение спектральной функции самосопряженного оператора

$$L_y = (-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y + \alpha \delta(x - x_0)y \quad (1)$$

на всей оси $-\infty < x < \infty$ или на конечном интервале $0 \leq x \leq 1$. В последнем случае на концах интервала ставятся какие-либо граничные самосопряженные условия, например, $y^{(j)}(0) = y^{(j)}(1) = 0$, $j = 0, \dots, m-1$ — условие жесткого закрепления, $\delta(x - x_0)$ — дельта функции в точке x_0 . Коэффициент $q(x)$ мы предполагаем непрерывным и вещественным. Случай полюсы и $m=1$ был разобран в [1]. В этой работе мы рассматриваем случай $m > 1$. Если $m=2$, то задача на собственные значения для оператора L есть задача о колебаниях бесконечного однородного стержня, лежащего на упругом основании, т. е. в каждой точке x к стержню прикреплена пружина жесткости $K(x)$, и плотность которой $K'(x)$ равна

$$K'(x) = q(x) + \alpha \delta(x - x_0),$$

т. е. в точке x_0 имеется сосредоточенная пружина. В случае $q(x) = 0$ мы имеем дело с единственной пружиной в точке x_0 жесткости $\alpha > 0$.

Поскольку $\delta(x - x_0)$ не является обычной функцией, то возникает важный вопрос о том какой смысл придать оператору L . Ясно, что собственные функции $y(x, \lambda)$ нашей задачи должны на каждой полуоси $-\infty < x < x_0$ и $x_0 < x < \infty$ удовлетворять уравнению

$$(-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y = \lambda y.$$

Это наводит на мысль, что в точке x_0 должно выполняться некоторое красное условие как и при $m=1$ для оператора Штурма—Лювилля. Его можно получить следующим образом. «Размажем» $\alpha \delta(x - x_0)$ на участке $(x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon)$, т. е. заменим уравнение

$$Ly = \lambda y$$

на уравнение

$$(-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y + \alpha \delta_n(x - x_0)y = \lambda y. \quad (3)$$

где $\delta_n(x)$ — дельтаобразная последовательность в точке x_0 . Интегрируя уравнение (3) по интервалу $(x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon)$ получаем

$$\int_{x_0 - \varepsilon}^{x_0 + \varepsilon} (-1)^m y^{(2m)}(x) dx + \int_{x_0 - \varepsilon}^{x_0 + \varepsilon} q(x)y dx + \alpha \int_{x_0 - \varepsilon}^{x_0 + \varepsilon} \delta_n(x)y dx = \lambda \int_{x_0 - \varepsilon}^{x_0 + \varepsilon} y dx.$$

Устремляя $\delta_n(x)$ к $\delta(x - x_0)$, получаем

$$(-1)^m y^{(2m-1)}(x_0 + 0) - y^{(2m-1)}(x_0 - 0) = -\alpha y(x_0). \quad (4)$$

Это есть необходимое граничное условие.

Легко проверить, что оператор

$$\tilde{L}y = (-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y$$

с ограниченным условием (4) и условием непрерывности $y^{(j)}(x_0 + 0) = y^{(j)}(x_0 - 0)$; $j = 0, \dots, 2m - 2$ есть оператор симметрический, а если $q(x)$ —ограниченная функция, то и самосопряженный. Его спектральную функцию $\Theta(x, \zeta, \lambda)$ мы и будем изучать.

Вначале мы изучаем спектральную функцию $\Theta_0(x, \zeta, \lambda)$ оператора L_0 , когда $q(x) \equiv 0$.

$$L_0 y = (-1)^m y^{(2m)}. \quad (5)$$

Не ограничивая общности можно считать $x_0 = 0$. Эту задачу на всей оси можно свести к изучению двух задач на полуоси $0 \leq x < \infty$ и $-\infty < x \leq 0$ с граничными условиями соответственно:

$$I. \quad (-1)^m y^{(2m-1)}(0) = -\frac{\alpha}{2} y(0), \quad y'(0) = y^{(3)}(0) = \dots = y^{(2m-3)}(0) = 0,$$

$$II. \quad (-1)^m y^{(2m-1)}(0) = -\frac{\alpha}{2} y(0), \quad y'(0) = y^{(3)}(0) = \dots = y^{(2m-3)}(0) = 0.$$

Эти граничные условия позволяют решения уравнения, а вместе с ними и функцию Грина $L_0 y = \lambda y$, на полуоси $0 \leq x < \infty$ четно продолжить и получить функцию Грина на всей оси $-\infty < x < \infty$.

Таким образом, задача сводится к изучению оператора L_0 на полуоси $0 \leq x < \infty$ ($-\infty < x \leq 0$) с граничным условием I (II). Спектральную функцию этого оператора мы получим (см. в [1]) с помощью интегрирования по контуру функции Грина $H_0(x, \zeta, \lambda)$, которую будем искать в виде

$$H_0(x, \zeta, \lambda) = K_0(x, \zeta, \lambda) + \sum_{j=1}^m c_j y_j(x, \lambda), \quad (6)$$

где $K_0(x, \zeta, \lambda)$ —функция Грина оператора $(-1)^m y^{(2m)}$ на всей оси:

$$K_0(x, \zeta, \lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-i(x-\zeta)s}}{S^{2m}-\lambda} ds = \frac{1}{2m} \sum_{j=1}^m \frac{e^{i|x-\zeta|\varepsilon_j \lambda^{1/2m}}}{\varepsilon_j^{2m-1} 2^m \lambda^{2m-1/2m}}.$$

Здесь ε_j —такие корни $2m$ степени из 1, что для $\text{Im} \lambda > 0$, $\text{Im} \varepsilon_j \lambda^{1/2} > 0$, а $\lambda^{1/2m}$ —такая непрерывная ветвь корня, что при $\lambda > 0$, $\lambda^{1/2m} > 0$. В равенстве (6) $y_j(x)$ убывающие при $x \rightarrow \infty$ решения уравнения

$$(-1)^m y^{(2m)}(x) - \lambda y(x) = 0,$$

т. е. $y_j(x, \lambda) = e^{i\varepsilon_j \lambda^{1/2m} x}$, $j = 1, 2, \dots, m$. Коэффициенты c_j , в равенстве (6) находятся из условия того, что функция Грина $H_0(x, \zeta, \lambda)$ при всех $\zeta > 0$ должна удовлетворять граничному условию I. Принимая их во внимание, мы получаем систему линейных уравнений для определения c_j :

$$\sum_{j=1}^m c_j y_j^{(s)}(0) = -K_0^{(s)}(0, \zeta, \lambda); \quad s = 1, 3, \dots, 2m - 3.$$

$$\sum_{j=1}^m c_j \left((-1)^m y^{(2m-1)}(0) + \frac{\alpha}{2} y_j(0) \right) = \\ = \left((-1)^m K_0^{(2m-1)}(0, \zeta, \lambda) + \frac{\alpha}{2} K_0(0, \zeta, \lambda) \right). \quad (7)$$

Находим, что справедлива оценка:

$$|H_0(x, \zeta, \lambda)| \leq A |\lambda|^{-(2m-1, 2^{m-1})}, \quad \forall x, \zeta \geq 0.$$

Эта оценка позволяет решить методом последовательных приближений, так же как и в [1], интегральное уравнение для функции Грина $H(x, \zeta, \lambda)$ оператора L

$$Ly = (-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y,$$

на полюсы $x > 0$ при тех же граничных условиях, что и раньше

$$H(x, \zeta, \lambda) = H_0(x, \zeta, \lambda) + \int_0^{\infty} H_0(x, \eta, \lambda) H(\eta, \zeta, \lambda) q(\eta) d\eta.$$

Здесь мы считаем, что $q(x) \in L_1[0, \infty)$.

Метод последовательных приближений дает

$$H(x, \zeta, \lambda) = \sum_{j=0}^{\infty} H_j(x, \zeta, \lambda). \quad (8)$$

Для $H_j(x, \zeta, \lambda)$ справедлива оценка

$$|H_j(x, \zeta, \lambda)| \leq A \cdot |\lambda|^{\frac{(1-2m)(j+1)}{2m}}. \quad (9)$$

Из нее следует возможность интегрирования ряда по замкнутому контуру $\Gamma_{\sigma} = \{\lambda: |\lambda| = \sigma\}$,

$$-\frac{1}{2\pi i} \oint_{\Gamma_{\sigma}} H(x, \zeta, \lambda) d\lambda = -\frac{1}{2\pi i} \oint_{\Gamma_{\sigma}} H_0(x, \zeta, \lambda) d\lambda - \\ - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{2\pi i} \oint_{\Gamma_{\sigma}} H_j(x, \zeta, \lambda) d\lambda.$$

Из неравенства (9) следует

$$\left| \oint_{\Gamma_{\sigma}} H_j(x, \zeta, \lambda) d\lambda \right| \leq A \cdot |\sigma|^{1 - \frac{(2m-1)(j+1)}{2m}}.$$

Откуда получаем, что

$$\left| \sum_{j=1}^{\infty} \oint_{\Gamma_{\sigma}} H_j(x, \zeta, \lambda) d\lambda \right| \leq A_1 \cdot |\sigma|^{-\delta}, \quad \delta > 0.$$

Из последнего неравенства следует

Теорема 1. Для спектральной функции $\Theta(x, \zeta, \lambda)$ оператора $Ly = (-1)^m y^{(2m)}(x) + q(x)y$ на всей оси $-\infty < x < \infty$ с граничным условием (4) и $y^{(j)}(+0) = y^{(j)}(-0)$; $j = 0, \dots, 2m-2$ имеет место представление

$$\Theta(x, \zeta, \lambda) = \Theta_0(x, \zeta, \lambda) + o(1), \quad (10)$$

зде $\Theta_0(x, \zeta, \lambda)$ —спектральная функция оператора $L_0 y = (-1)^m y^{(2m)}$ на всей оси с теми же граничными условиями.

Для $\Theta_0(x, \zeta, \lambda)$ может быть написано явное выражение, т. к. известно явное выражение (8) для $H_0(x, \zeta, \lambda)$.

Аналогично можно было бы исследовать и спектральную функцию оператора L на конечном интервале $[0, 1]$.

Абхазский государственный университет
им. М. Горького

(Поступило 26.2.1988)

მათემატიკა

ბ. დიხამინჯია

δ-სახის კოეფიციენტებიანი 2m-რიბის დიფერენციალური
ოპერატორის ასიმპტოტური უმწკვირვო ასიმპტოტიკის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია δ-სახის კოეფიციენტებიანი 2m-რიგის დიფერენციალური
ოპერატორის ასიმპტოტური უმწკვირვო ასიმპტოტიკის უმწკვირვო ნახევარ
ღერძზე და სასრულ განზომილებიან მონაკვეთზე.

MATHEMATICS

G. V. DIKHAMINJIA

ON THE ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF THE SPECTRAL
FUNCTION OF A DIFFERENTIAL 2m-ORDER OPERATOR
WITH A δ-LIKE COEFFICIENT

Summary

The asymptotic nature of the spectral function of a differential 2m-order operator with a δ-like coefficient is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Дихаминджия. Сообщения АН ГССР, 118, № 1, 1985.
2. А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики. М., 1953, 146.



Н. Л. ПАЧУЛИА

ОЦЕНКИ СИЛЬНЫХ СРЕДНИХ УКЛОНЕНИЙ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 24.2.1988)

Пусть f — непрерывная 2π -периодическая функция (как обычно класс таких функции обозначим через $C=C[-\pi, \pi]$); $S_k(f, x)$ — частная сумма ее тригонометрического ряда Фурье; $\rho_k(f, x) = f(x) - S_k(f, x)$ — соответствующее уклонение, Φ — непрерывная, положительная и неубывающая на $[0, +\infty)$ функция; $\lambda = (\lambda_k(v))_{k \in N}$ — неотрицательная последовательность функции, определенная на множестве V , имеющем хотя бы одну предельную точку, $\delta_k > 0$, $E_n(f)$ — наилучшее приближение функции f тригонометрическими, полиномами порядка n ,

$$H_{n,\lambda}^{\Phi,\delta}(f; x, v) = \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \Phi(\delta_k |\rho_k(f; x)|),$$

$$H_{n,\lambda}^{\Phi,\delta}(f; v) = \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \Phi(\delta_k E_k(f)).$$

В настоящей работе даются оценки величин $\|H_{n,\lambda}^{\Phi,\delta}(f; x, v)\|_C$.

Для изложения основного результата работы необходимо ввести несколько обозначений.

Пусть a, b — положительные числа. Обозначим через $\Phi(a, b)$ множество положительных неубывающих на $[0, +\infty)$ непрерывных функции Φ таких, что $\Phi(0) = 0$,

$$\Phi(2u) \leq a\Phi(u), \quad \forall u \in [0, 1], \tag{1}$$

$$\Phi(u) \leq A_1 \exp bu, \quad \forall u \in [0, +\infty). \tag{2}$$

Положим $\Lambda(r)$, $r > 1$ — множество последовательностей $\lambda = (\lambda_k(v))_{k \in N}$ $\lambda_k(v) \geq 0$, $v \in V$ таких, что для любого четного $n \in N$ выполняется неравенство

$$\left\{ \sum_{k=n}^{2n} \lambda_k(v) \right\}^{1/r} \leq A_2 n^{1/r-1} \sum_{k=n/2}^n \lambda_k(v). \tag{3}$$

Легко проверить, что если $\forall v \in V$ последовательность λ -убывает относительно k , то неравенство (3) выполняется $\forall r > 1$. Поэтому множеству $\Lambda(r)$, к примеру, принадлежит последовательность $\lambda_k(v) = (1-v)v^k$, которая определяет метод Абеля суммирования рядов; $\lambda_k(v) = \frac{v^k}{k \ln 1/1-v}$ — определяющая логарифмический метод; $\lambda_k(v) = \frac{1}{n+1}$ при $k \leq n$ и $\lambda_k(n) = 0$ для

остальных $k \in N_0 = \{0, 1, \dots\}$ задающий $(C, 1)$ метод суммирования рядов. Множества $\Lambda(r)$ рассматривались в [1].

Обозначим через Λ_α множество последовательностей λ определенных на множестве V таких, что для любого $n \in N$ существует v_n , удовлетворяющая неравенству

$$\lambda_n(v_n) \geq a_0 n^{-\alpha}, \quad a_0 > 0, \quad \alpha > 0,$$

причем $\lim_{n \rightarrow \infty} v_n = v_0$, v_0 — предельная точка множества V .

Теорема. Пусть $\varphi \in \Phi(a, b)$. Тогда:

1. Если $\lambda \in \Lambda(r)$, $0 < \delta_k \leq 1$ и δ_k -убывает, то $\forall f \in C, \forall n \in N, \forall v \in V$

$$\|H_{2n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; x, v)\|_C \leq A H_{n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; v), \quad A > 0. \quad (4)$$

2. Если последовательность функции $\lambda = (\lambda_n(v))_{k \in N}$ убывает относительно k и δ_k -убывает, $\delta_k > 0$, то $\forall f \in C, \forall n \in N, \forall v \in N$

$$\|H_{2n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; x, v)\|_C \leq A \{ \lambda_n(v) \varphi(\delta_n E_n(f)) + H_{n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f, v) \}.$$

3. Если же $\lambda \in \Lambda_\alpha$, условие (1) или (2) нарушено и последовательность $\delta_k, \delta_k > 0$, убывает, то существует $f \in C$ такая, что

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{\|H_{2n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; x, v)\|_C}{\varphi(\delta_n E_n(f))} = \infty.$$

Отметим, что неравенство (4) при $\varphi(u) = u^s, s > 0$ было получено Л. Д. Гоголадзе в [1].

Пусть последовательность чисел F_n , убывая, стремится к нулю. Следуя С. Б. Стечкину [4], обозначим через $C(F)$ множество непрерывных 2π -периодических функции таких, что $E_n(f) \leq F_n$.

Из теоремы следует

Следствие. Пусть $\varphi \in \Phi(a, b)$. Тогда:

1. Если $\lambda \in \Lambda(r)$, $r > 1$, $0 < \delta_k \leq 1$ и δ_k -убывает то $\forall n \in N, \forall v \in V$

$$\sum_{k=2n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k F_k) \leq \sup_{f \in C(F)} \|H_{2n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; x, v)\|_C \leq A \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k F_k). \quad (5)$$

2. Если последовательность функции λ убывает относительно k и δ -убывает, $\delta_k > 0$, то $\forall n \in N, \forall v \in V$

$$\begin{aligned} \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k F_k) &\leq \sup_{f \in C(F)} \|H_{2n, \lambda}^{\varphi, \delta}(f; x, v)\|_C \leq \\ &\leq A \left\{ \lambda_n(v) \varphi(\delta_n F_n) + \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k F_k) \right\}. \end{aligned}$$

Неравенство (5) в случае $\varphi(u) = u^p, p > 0$ получено в [1].

Пусть $n \in N$

$$D_{n, \delta}^{\varphi}(f; x) = \frac{1}{n+1} \sum_{k=n}^{2n} \varphi(\delta_k |\rho_k(f; x)|)$$

и Δ — множество положительных последовательностей $\delta = (\delta_k)_{k \in N}$, удовлетворяющие неравенству

$$\left\{ \sum_{i=1}^r \delta_{k_i}^v \right\}^{1/v} \leq A_0 \delta_n r^{1/v},$$

где $v > 1$, k_i — произвольные натуральные числа такие, что $n \leq k_1 < \dots < k_r \leq 2n$.

Очевидно, что если последовательность δ убывает, то $\delta \in \Delta$.

Доказательство теоремы опирается на справедливость следующего утверждения, которое не лишено и самостоятельного интереса.

Лемма. Пусть $\varphi \in \Phi(a, b)$, $n \in N$, k_i — произвольные натуральные числа такие, что $n \leq k_1 < \dots < k_r \leq 2n$.

Если $f \in C(T)$, $\delta \in \Delta$, то

$$\|D_{n,\delta}^\varphi(f; x)\|_C \leq A_1 \varphi(\delta_n E_n(f)), \quad A_1 > 0. \quad (6)$$

Если условие (1) или (2) нарушено, то для любой убывающей последовательности δ существует $f \in C(T)$ такая, что

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{\|D_{n,\delta}^\varphi(f; x)\|_C}{\varphi(\delta_n E_n(f))} = +\infty. \quad (7)$$

Неравенство (6) при $\delta_k = 1$ совпадает с утверждением леммы 2 работы [3].

Соотношение (7) показывает, что в случае убывания последовательности δ оценка (6) точна в смысле порядка.

Абхазский государственный университет
им. М. Горького

(Поступило

მათემატიკა

ბ. ფაჩულია

ფურიეს მწკრივის ძლიერი საშუალოების გადახრის შეფასება
რეზიუმე

დამტკიცებულია უტოლობა

$$\sum_{k=2n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k |f(x) - S_k(f; x)|) \leq A \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k E_k(f)),$$

სადაც λ_k , φ არაუარყოფითი ფუნქციებია, რომლებიც აკმაყოფილებენ გარკვეულ პირობებს, $S_k(f; \cdot)$, $f \in C$ ფუნქციის ფურიეს მწკრივის კერძო ჯამებია.

MATHEMATICS

N. L. PACHULIA

THE ESTIMATION OF STRONG MEAN
DEVIATIONS OF FOURIER SERIES

Summary

The present paper proves the inequality

$$\sum_{k=2n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k |f(x) - S_k(f; x)|) \leq A \sum_{k=n}^{\infty} \lambda_k(v) \varphi(\delta_k E_k(f)),$$

where λ_k , φ are non-negative functions which satisfy certain conditions, and $S_k(f; x)$ is the partial sum of Fourier series of the function $f \in C$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Гоголадзе. О суммировании кратных тригонометрических рядов и сопряженных функциях. Тбилиси, 1984.
2. V. Totik. Acta Math. Acad. Sci. Hung. 1980. 35. p. 157-172.
3. V. Totik. Journal of Approx. Theory. 1985. 43. p. 105-111.
4. С. Б. Стечкин. Труды Мат. ин-та им. Стеклова АН СССР, 62, 1961, 48-60.



С. Б. ТОПУРИЯ

(C, α)-СУММИРУЕМОСТЬ РЯДОВ ФУРЬЕ—ЛАПЛАСА
 В $L(S^k)$ И ПОЧТИ ВСЮДУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 13.3.1988)

Пусть R^k — k -мерное евклидово пространство; $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$,
 $y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$ — точки (векторы) пространства R^k ; $(x, y) = \sum_{i=1}^k x_i y_i$

— скалярное произведение векторов из R^k ; $|x| = \sqrt{(x, x)}$ — длина вектора x ; $S^k = \{x \in R^k, |x| = 1\}$ — единичная сфера, а $|S^k|$ — ее площадь;

$D(x; h) = \{y \in S^k, (x, y) \geq \cos h, 0 < h \leq \pi\}$; $|D(x; h)|$ — ее площадь; $L_p(S^k)$, $1 \leq p < \infty$ — пространство функций, определенных на S^k и интегрируемых в p -й степени с обычной нормой.

Положим

$$f^*(x) = \sup_{0 < h < \pi} \frac{1}{|D(x; h)|} \int_{D(x; h)} |f(y)| dS(y).$$

Пусть $f \in L(S^k)$, $k \geq 3$. Ее рядом Фурье—Лапласа называется ряд

$$S(f; x) = \sum_{n=0}^{\infty} Y_n^\lambda(f; x), \quad (1)$$

где $Y_n^\lambda(f; x)$ — гиперсферическая гармоника функции f порядка n :

$$Y_n^\lambda(f; x) = \frac{\Gamma(\lambda)(n+\lambda)}{2\pi^{\lambda+1}} \int_{S^k} p_n^\lambda[(x, y)] f(y) dS(y), \quad n=0, 1, 2, \dots,$$

$\lambda = \frac{k-2}{2}$ — критический показатель; $\Gamma(\lambda)$ — интеграл Эйлера второго рода; $p_n^\lambda(t)$ — многочлены Гегенбауера (ультрасферические полиномы) порядка n , определяемые из разложения

$$(1 - 2ht + h^2)^{-\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} p_n^\lambda(t) h^n.$$

Чезаровские (C, δ) -средние ряда (1) комплексного порядка δ , $\delta = \alpha + i\beta$ определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x) &= \frac{1}{A_n^\delta} \sum_{\nu=0}^n A_{n-\nu}^{\delta-1} S_\nu(f; x) = \\ &= \frac{\Gamma(\lambda)}{2\pi^{\lambda+1}} \int_{S^k} \Phi_n^{\lambda, \delta}(\cos \gamma) f(y) dS(y), \quad \alpha = \operatorname{Re} \delta > -1, \end{aligned}$$



где

$$\Phi_n^{\lambda, \delta}(\cos \gamma) = \frac{1}{A_n^\delta} \sum_{\nu=0}^n (\nu + \lambda) A_{n-\nu}^\delta \rho_\nu^\lambda(\cos \gamma);$$

$S_\nu(f; x)$ —частичная сумма ряда (1), $\cos \gamma = (x, y)$, $x, y \in S^k$;

$$A_n^\delta = \frac{(\delta + 1)(\delta + 2) \cdots (\delta + n)}{n!}.$$

Лемма 1. Пусть $\delta = \alpha + i\beta$. Тогда [1, с. 172]

$$1) \quad 1 \leq \left| \frac{A_n^{\alpha+i\beta}}{A_n^\alpha} \right| \leq e^{C_\alpha \beta^2}, \quad C_\alpha = \frac{1}{2} \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{1}{(\alpha + \nu)^2},$$

$$2) \quad \frac{A_{n-\nu}^\alpha}{A_n^\alpha} e^{-C_\alpha \beta^2} \leq \left| \frac{A_{n-\nu}^\delta}{A_n^\delta} \right| \leq 1, \quad \nu=0, 1, \dots, n,$$

$$3) \quad A_n^\alpha \leq |A_n^\delta| \leq A_n^\alpha e^{C_\alpha \beta^2}.$$

Лемма 2. Справедлива оценка

$$|\Phi_n^{\lambda, \delta}(\cos \gamma)| \leq O(1) n^{2\lambda+1}.$$

Лемма 3. Пусть $f \in L(S^k)$ и $\operatorname{Re} \delta = \alpha > \lambda$. Тогда

а) если $\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x) = \sup_n |\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x)|$, то

$$\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x) \leq \frac{O(1)}{\alpha - \lambda} f^*(x),$$

$$б) \quad \int_{S^k} |\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x)| dS(x) \leq \frac{O(1)}{\alpha - \lambda} \int_{S^k} |f(x)| dS(x),$$

где $O(1)$ не зависит от n и f и остается ограниченной, когда $\alpha \rightarrow \lambda$.

Положим

$$\Omega_\delta(f; x) = \left(\sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{|\sigma_\nu^{\lambda, \delta}(f; x) - \sigma_\nu^{\lambda, \delta-1}(f; x)|^2}{\nu + 1} \right)^{1/2},$$

$$\Delta_\delta(f; x) = \sup_{n \geq 0} \left(\frac{1}{n+1} \sum_{\nu=0}^n |\sigma_\nu^{\lambda, \delta-1}(f; x)|^2 \right)^{1/2}.$$

Лемма 4. Пусть $f \in L_2(S^k)$ и $\operatorname{Re} \delta > \frac{1}{2}$. Тогда

$$\|\Omega_\delta(f; x)\|_{L_2(S^k)} \leq O(1) e^{C_\alpha \beta^2} \|f(x)\|_{L_2(S^k)}$$

и

$$\|\Delta_\delta(f; x)\|_{L_2(S^k)} \leq O(1) e^{C_\alpha \beta^2} \|f(x)\|_{L_2(S^k)},$$

где $O(1)$ не зависит от n и f .

Лемма 5. Пусть $f \in L_p(S^k)$, $1 < p \leq 2$. Тогда

$$\|\sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x)\|_{L_p(S^k)} \leq \frac{O(1)}{(p-1)^2} \|f(x)\|_{L_p(S^k)}$$

и

$$\|\sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x)\|_{L_p(S^k)} \leq \frac{O(1)}{p-1} \|f(x)\|_{L_p(S^k)},$$

где $O(1)$ не зависит от p и f .

На основе вышеприведенных лемм, а также леммы Титчмарша [2] и теоремы и интерполяции Стейна [2—4], доказываются следующие теоремы:

Теорема 1. Пусть $f \in L_2(S^k)$. Тогда [5]

$$\|\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x)\|_{L_2(S^k)} \leq O(1) e^{C_\alpha n^{\beta^2}} \|f(x)\|_{L_2(S^k)}, \quad \alpha > 0,$$

$$\|\sigma_n^{\lambda, \delta}(f; x)\|_{L_2(S^k)} \leq \|f(x)\|_{L_2(S^k)}, \quad \alpha \geq 0.$$

Теорема 2. Если $f \in L(\ln^+L)^2$, то

a)
$$\int_{S^k} \sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x) dS(x) \leq A \int_{S^k} |f(x)| (\ln^+ |f(x)|)^2 dS(x) + B.$$

b)
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x) = f(x) \text{ почти всюду на } S^k.$$

Теорема 3. Если $f \in L \ln^+L$, то

a)
$$\int_{S^k} |\sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x)| dS(x) \leq A \int_{S^k} |f(x)| \ln^+ |f(x)| dS(x) + B.$$

b)
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{S^k} |\sigma_n^{\lambda, \lambda}(f; x) - f(x)| dS(x) = 0.$$

Заметим, что метод доказательства приведенных теорем такой же, как и метод доказательства соответствующих теорем Стейна [2] (с учетом особенностей рядов Фурье—Лапласа).

В работе [6] построены функции класса $L(S^k)$, ряды Фурье—Лапласа которых расходятся почти всюду при критическом показателе

$$\lambda = \frac{k-2}{2}.$$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.3.1988)

მათემატიკა

ს. თოფურია

ფურთე — ლაპლასის მწკრივების (C, α) შეჯამებადობა $L(S^k)$ -ში
და თითქმის ყველგან

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები ფურთე — ლაპლასის მწკრივების თითქმის ყველგან და $L(S^k)$ მეტრიკით შეჯამებადობის შესახებ კრიტიკული მაჩვენებლისათვის.

S. B. TOPURIA

ABOUT (C, α) -SUMMABILITY OF FOURIER—LAPLACE
SERIES IN $L(S^k)$ AND ALMOST EVERYWHERE

Summary

Theorems on (C, α) -summability in $L(S^k)$ and almost everywhere under the critical index are proved.

საზოგადოება — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Askey, I. I. Hirschman. *Math. Scand.*, 12, № 2, 1963, 167—177.
2. E. M. Stein. *Acta Math.*, 100, № 1—2, 1958, 93—147.
3. А. Зигмунд. *Тригонометрические ряды*. т. II. М., 1965, 151.
4. И. Стейн, Г. Вейс. *Введение в гармонический анализ на евклидовых пространствах*. М., 1974, 231.
5. С. Б. Топурия. *Ряды Фурье—Лапласа на сфере*. Тбилиси, 1987, 247.
6. К. К. Дарджания. *Сообщения АН ГССР*, 120, № 2, 1985, 253—256.



Р. Ш. БАКУРАДЗЕ, И. В. СТАНКЕВИЧ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ОПЕРАТОРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПОРОЖДАЕМЫХ ОПЕРАТОРОМ ШТУРМА—ЛИУВИЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Л. Харатишвили 10.3.1988)

Предположим, что $q(x)$ — вещественная функция, определенная на отрезке $[0, \pi]$ и принадлежащая пространству $C^{(2)}[0, \pi]$. Рассмотрим дифференциальное выражение

$$l(y) = -y'' + q(x)y \quad (1)$$

на функциях из $C^{(2)}(0, \pi)$, которые удовлетворяют граничным условиям

$$y'(0) - hy(0) = 0, \quad (2)$$

$$y'(\pi) + Hy(\pi) = 0. \quad (3)$$

Здесь h и H — вещественные числа. Дифференциальное выражение (1) вместе с граничными условиями (2) и (3) порождают в гильбертовом пространстве $L_2(0, \pi)$ самосопряженный оператор, который мы обозначим через S . Оператор S ограничен снизу, а спектр его состоит из бесконечного числа простых собственных значений λ_j , которые при $j \rightarrow \infty$ стремятся к бесконечности [1]. В дальнейшем предполагается, что числа λ_j занумерованы в порядке возрастания. Обозначим через $\varphi(\lambda_j, x)$ собственную функцию, соответствующую собственному значению λ_j и нормированную условием

$$\int_0^\pi \varphi^2(\lambda_j, x) dx = 1. \quad (4)$$

Пусть заданы n попарно различных собственных значений $\lambda_{k_1}, \lambda_{k_2}, \dots, \lambda_{k_n}$. Обозначим через P_k , $k = (k_1, \dots, k_n)$ оператор проектирования на n -мерное подпространство $L_2(0, \pi)$, натянутое на собственные функции $\varphi(\lambda_{k_1}, x), \dots, \varphi(\lambda_{k_n}, x)$, а через $P_k(x, y)$ — его ядро:

$$P_k(x, y) = \sum_{j=1}^n \varphi(\lambda_{k_j}, x) \varphi(\lambda_{k_j}, y). \quad (5)$$

Обозначим далее через $P_k^{(m)}$, при $m \geq 1$ конечномерный интегральный оператор в $L_2(0, \pi)$, ядро которого имеет вид

$$P_k^{(m)}(x, y) = \sum_{j=1}^n \lambda_{k_j}^m \varphi(\lambda_{k_j}, x) \varphi(\lambda_{k_j}, y). \quad (6)$$

Очевидно, что $P_k^{(0)}(x, y) = P_k(x, y)$.

Предположим, что известна диагональная часть ядра $P_k(x, y)$. Основная задача статьи — найти условия, при которых произвольная

17. „მეცნიერება“, ტ. 134, № 2, 1989



неотрицательная достаточно гладкая функция $\rho(x)$ совпадает с диагональной частью ядра $P_R(x, y)$ оператора P_R , соответствующего некоторому оператору Штурма—Лиувилля.

Задача подобного типа возникает в квантовой механике в теории функционала от электронной плотности [2].

О п р е д е л е н и е. Пусть на отрезке $[0, \pi]$ задана вещественная функция $\rho(x)$, $\rho(x) \geq 0$, $\int_0^\pi \rho(x) dx = n$. Функцию $\rho(x)$ назовем n, q -представимой в слабом смысле, если она может быть записана в виде суммы квадратов n -различных собственных функций $\varphi(\lambda_{k_j}, x)$ оператора L с некоторым потенциалом $q(x) \in C^{(2)}[0, \pi]$, т. е.

$$\rho(x) = \sum_{j=1}^n \varphi^2(\lambda_{k_j}, x). \quad (7)$$

Функцию $\rho(x)$ назовем n, q -представимой в сильном смысле, если в формуле (7) $k_{j_1} = 1, \dots, k_{j_n} = n$, т. е. множество чисел λ_{k_j} совпадает с множеством n нижних собственных значений оператора S . Обозначим

$$\rho_{k,j}(x) = \sum_{l=1}^n \lambda_{k_l}^j \varphi^2(\lambda_{k_l}, x). \quad (8)$$

Имеет место следующая

Т е о р е м а 1. *Предположим, что $q(x) \in C^{(2)}[0, \pi]$. Функции $\rho_{k,j}(x)$ определены по формуле (8). Тогда имеют место следующие рекуррентные соотношения:*

$$\rho_{k,j}(x) = A(q) \rho_{k,j-1}(x), \quad j = 1, 2, \dots, \quad (9)$$

где $A(q)$ —линейный оператор, зависящий от $q(x)$:

$$\begin{aligned} A(q) f(x) = & 1/2 q(x) f(x) + h^2 f(0) - 1/4 f''(x) + 1/2 q(0) f(0) - \\ & - 1/4 f''(0) + 1/2 \int_0^x q(t) f'(t) dt. \end{aligned} \quad (10)$$

Доказательство этой теоремы основано на выводе дифференциальных уравнений первого порядка для функции

$$G_{k,j}(x) = \sum_{l=1}^n \lambda_{k_l}^j (\varphi'(\lambda_{k_l}, x))^2, \quad j = 0, 1, \dots$$

Из формулы (9) следует, что если функция $\rho(x) = \rho_{k,0}(x)$ и потенциал $q(x)$ известен, то собственные числа λ_{k_j} и оператора S могут быть найдены чисто алгебраическим способом без решения задачи на собственные значения для дифференциального оператора S .

Имеют место следующие соотношения

$$\sum_{k_l=1}^n \lambda_{k_l}^j = \int_0^\pi A^j(q) \rho(x) dx, \quad j = 1, \dots, n, \quad (11)$$



которые дают возможность свести определение собственных чисел λ_{k_l} к нахождению нулей полинома n -й степени. Коэффициенты этого полинома могут быть определены по формулам Ньютона [3].

Можно показать, что выражения для квадратов собственных функций $\varphi(\lambda_{k_j}, x)$ имеют следующий вид:

$$\varphi^2(\lambda_{k_j}, x) = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \dots & 1 & \rho(x) & 1 & \dots & 1 \\ \lambda_{k_1} & \dots & \lambda_{k_{j-1}} & A(q)\rho(x) & \lambda_{k_{j+1}} & \dots & \lambda_{k_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{k_1}^{n-1} & \dots & \lambda_{k_{j-1}}^{n-1} & A^{n-1}(q)\rho(x) & \lambda_{k_{j+1}}^{n-1} & \dots & \lambda_{k_n}^{n-1} \end{vmatrix}}{\prod_{l>m} (\lambda_{k_l} - \lambda_{k_m})} \quad (18)$$

Используя теорему об узлах собственных функций оператора Штурма—Лиувилля, можно определить и номер собственной функции, равной индексу k_j [1].

Из теоремы 1 непосредственно вытекает следующее утверждение: квадрат собственной функции $\varphi(\lambda, x)$ оператора L является собственной функцией оператора A собственным значением λ , т. е.

$$A(q)\varphi^2(\lambda, x) = \lambda\varphi^2(\lambda, x). \quad (13)$$

Справедливо также обратное утверждение.

Лемма 1. Пусть оператора $A(q)$ определен по формуле (10), а функция $\Psi(\lambda, x)$ удовлетворяет уравнению

$$A(q)\Psi(\lambda, x) = \lambda\Psi(\lambda, x),$$

где $\Psi(\lambda, 0) = 1$, $\Psi'(\lambda, 0) = 2h$.

Тогда $\Psi(\lambda, x) = \varphi^2(\lambda, x)$, где $\varphi(\lambda, x)$ является решением уравнения $l(y) = \lambda y$, удовлетворяющим при $x=0$ условиям

$$\varphi(\lambda, 0) = 1, \quad \varphi'(\lambda, 0) = h.$$

Из теоремы 1 и леммы 1 следует

Теорема 2. Пусть $q(x) \in C^{(2)}[0, \pi]$, λ_{k_j} — вещественные числа,

$\lambda_{k_1} < \lambda_{k_2} < \dots < \lambda_{k_n}$ и $\rho(x) = \sum_{j=1}^n \varphi^2(\lambda_{k_j}, x)$, где $\varphi(\lambda_{k_j}, x)$ являются решениями уравнений $l(y) = \lambda_{k_j} y$, нормированные условием (5). Тогда потенциал $q(x)$ удовлетворяет уравнению

$$\prod_{j=1}^n (A(q) - \lambda_{k_j}) \rho(x) = 0, \quad (14)$$

где оператор $A(q)$ определен по формуле (10).

На основании теорем 1 и 2 может быть доказана следующая основная

Теорема 3. Пусть на отрезке $[0, \pi]$ задана неотрицательная функция $\rho(x)$, $\rho(x) \in C^{(2)}[0, \pi]$, нормированная условием $\int_0^\pi \rho(x) dx = n$, где n — целое число.

Для того чтобы $\rho(x)$ была n, q -представима в слабом смысле необходимо и достаточно, чтобы

1. Уравнение $\prod_{j=1}^n (A(q) - \mu_j) \rho(x) = 0$, в котором оператор $A(q)$ опре-

делен по формуле (10), а числа μ_i зависят от $q(x)$ и связаны с $q(x)$ соотношениями (11), имеет решение;

2. $\mu_i \neq \mu_j$, при $i \neq j$;

3. При $x=0$ и $x=\pi$ выполнены соотношения

$$\frac{dA^i(q)}{dx} \rho(x) \Big|_{x=0} = 2h A^i \rho(x) \Big|_{x=0}, \quad \frac{dA^i(q)}{dx} \rho(x) \Big|_{x=\pi} = -2h A^i \rho(x) \Big|_{x=\pi}.$$

Предположим, что функция $\rho(x)$ является n, q -представимой в сильном смысле. Имеет место следующая теорема единственности.

Теорема 4. Пусть функция $\rho(x)$ одновременно n, q -представима и n, q_1 -представима в сильном смысле. Тогда $q(x) = q_1(x) + C$, где C — произвольная постоянная.

Доказательство теоремы 4 основано на вариационном принципе для суммы конечного числа n -нижних собственных чисел оператора Штурма—Лиувилля и является аналогом теоремы Хоэнбега—Кона для основного состояния многоэлектронного уравнения Шредингера [2].

Случай граничных условий $y(0)=0$, $y(\pi)=0$ рассмотрен ранее в работе [4].

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 25.3.1988)

მათემატიკა

რ. ბაკურაძე, ი. სტანკევიჩი

შტურმ — ლიუვილის ოპერატორით წარმოქმნილი პროექციული ოპერატორის ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ნამდვილ რიცხვთა ღერძის მონაკვეთზე ნამდვილი $q(x)$ პოტენციალით და თვითშეუღლებული სასაზღვრო პირობებით განსაზღვრული შტურმ—ლიუვილის ოპერატორის სასრულგანზომილებიან, ინვარიანტულ ქვესივრცეზე პროექციული $P(x, y)$ ოპერატორის გულის $P(x, x)$ დიაგონალური ნაწილით ცალსახად განისაზღვრება ფუნქცია $P(x, y)$, როდესაც $x \neq y$. მიღებულია განტოლება, რომელიც გამოსახავს დამოკიდებულებას $q(x)$ პოტენციალსა და $P(x, x)$ ფუნქციას შორის.

MATHEMATICS

R. Sh. BAKURADZE, I. V. STANKEVICH
 ON SOME PROPERTIES OF PROJECTION OPERATOR
 ENGENDERED BY SHTURM-LEWVILL OPERATOR

Summary

It is shown that the diagonal part $P(x, x)$ of the kernel $P(x, y)$ of the operator for projection on finitely dimensional invariant subspace of the Shturm-Lewvill operator with substantial potential $q(x)$, given on the segment of substantial axis under self-conjugated conditions of separated type unambiguously determines the function $P(x, y)$ when $x \neq y$.

The equation coupling the potential $q(x)$ to the function $P(x, x)$ is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. М. Левитан, И. С. Саргсян. Введение в спектральную теорию. М., 1970.
2. A. S. Wamzai, B. M. Deb. Rev. Modern Physics, 1981, v. 53, n 1, p. 95—126.
3. Д. К. Фаддеев, В. Н. Фаддеева. Вычислительные методы линейной алгебры. М., 1960.
4. И. В. Станкевич, Р. Ш. Бакурадзе. Об одной обратной задаче спектрального анализа для одномерного уравнения Шредингера. Деп. ГрузинНИИТИ. 235—86 (реферат РЖ Мат., 1987, 1Б 865).



Л. В. КЕЛБАКИАНИ

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
 ФУНКЦИЙ ОДНОГО КЛАССА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 26.2.1988)

Определение 1. Скажем, что функция f , аналитическая в единичном круге $D_1 = \{|z| < 1\}$, принадлежит классу \tilde{H}_p , $p > 0$, если для любого $0 < \delta < \frac{\pi}{4}$ существуют совершенное множество

$$E = E_j(\delta) = [0, 2\pi] \setminus \left(\bigcup_{j=0}^3 \left[\frac{\pi}{2} j - \frac{\delta}{12}, \frac{\pi}{2} j + \frac{\delta}{12} \right] \cup \bigcup_{k=1}^{\infty} \right]_{\alpha_k, \beta_k} \quad (1)$$

$\mu(E) > 2\pi - \delta$, число $M = M(p, E) < \infty$, и последовательность $(r_k)_{k \geq 1}$ такие, что

$$(i) \quad 1 - \delta < r_k < 1, \quad k = \overline{1, \infty}; \quad \sum_{k=1}^{\infty} (1 - r_k) \leq M,$$

$$] \alpha_k, \beta_k [\cap] \alpha_j, \beta_j [= \emptyset, \quad k \neq j;$$

$$] \alpha_k, \beta_k [\cap \left[\frac{\pi}{2} j - \frac{\delta}{12}, \frac{\pi}{2} j + \frac{\delta}{12} \right] = \emptyset, \quad \forall k \geq 1, \quad j = \overline{0, 3};$$

$$(ii) \quad \sum_{k=1}^{\infty} \max_{0 < r < r_k} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f(re^{ix})|^p dx \right\} \leq M;$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_k}^1 (|f(re^{i\alpha_k})|^p + |f(re^{i\beta_k})|^p) dr \leq M;$$

$$(iii) \quad \int_E |f(re^{ix})|^p dx \leq M, \quad 0 \leq r < 1.$$

Определение 2. Скажем, что семейство функций $\{f_n\}$, $n \geq 1$, аналитических в $\{|z| < 1\}$, равномерно принадлежит классу \tilde{H}_p , $p > 0$, если для всех $n \geq 1$ найдется множество E вида (1), число $M = M(p, E)$ и последовательность (r_k) такие, что будет выполнено условие (i) определения 1 и для всех $n \geq 1$ выполнены условия

$$(ii)' \quad \sum_{k=1}^{\infty} \max_{0 < r < r_k} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f_n(re^{ix})|^p dx \right\} \leq M;$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_k}^1 (|f_n(re^{i\alpha_k})|^p + |f_n(re^{i\beta_k})|^p) dr \leq M;$$

$$(iii)' \int_E |f_n(re^{ix})|^p dx \leq M, \quad 0 \leq r < 1.$$

Справедливы следующие теоремы (см. [1]).

Теорема 1. Если функция $f \in \tilde{H}_p$, $p > 0$, то почти для всех $x \in [0, 2\pi]$ существуют угловые граничные значения $f(e^{ix})$.

Теорема 2. Пусть функции f_n , $n \geq 1$ равномерно принадлежат классу \tilde{H}_p , $p > 0$ и последовательность угловых граничных значений $\{f_n(e^{ix})\}$ сходится по мере на множестве $e \subset [0, 2\pi]$, $\mu(e) > 0$. Тогда $\{f_n\}$ сходится равномерно внутри ϵ -единичного круга к функции f класса \tilde{H}_p и последовательность граничных значений $\{f_n(e^{ix})\}$ сходится по мере на множестве e к граничным значениям предельной функции $f(e^{ix})$.

Определение 3. Скажем, что семейство функций $\{f_n\}$, $n \geq 1$, аналитических в D_1 , квази-равностепенно принадлежит классу \tilde{H}_p , если для всех $n \geq 1$ найдутся множество E вида (1), число $M = M(p, E) < \infty$, не зависящие от n и последовательность $(r_{k,n})_{\substack{k \geq 1 \\ n \geq 1}}$ такие, что будут выполнены

условия

$$(i)'' \quad 1 - \delta < r_{k,n} < 1, \quad \sum_{k=1}^{\infty} (1 - r_{k,n}) \leq M, \quad n \geq 1,$$

$$(ii)'' \quad \sum_{k=1}^{\infty} \max_{0 < r < r_{k,n}} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f_n(re^{ix})|^p dx \right\} \leq M, \quad n \geq 1,$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_{k,n}}^1 (|f_n(re^{i\alpha_k})|^p + |f_n(re^{i\beta_k})|^p) dr \leq M, \quad n \geq 1;$$

$$(iii)'' \quad \int_E |f_n(re^{ix})|^p dx \leq M, \quad 0 \leq r < 1.$$

Прежде, чем доказать теорему о характеристических свойствах граничных значений функций класса \tilde{H}_p , докажем следующую лемму.

Лемма. Если функция $f \in \tilde{H}_p$, $p > 0$, то функция $F(z) = F_R(z) = f(Rz)$, $z = re^{ix}$, $0 < R < 1$, тоже принадлежит классу \tilde{H}_p .

Доказательство. Для доказательства леммы достаточно найти последовательность $\{r_k(F)\}_{k \geq 1}$ такую, чтобы:

$$a) \quad \sum_{k=1}^{\infty} (1 - r_k(F)) \leq M,$$

$$б) \quad \sum_{k=1}^{\infty} \max_{0 < r < r_k(F)} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |F(re^{ix})|^p dx \right\} \leq M.$$

$$в) \sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_k(F)}^1 (|F(re^{i\alpha_k})|^p + |F(re^{i\beta_k})|^p) dr \leq M.$$

Рассмотрим последовательность

$$r_k(F) = \begin{cases} r_k(f)/R, & r_k(f) < R; \\ 1 & r_k(f) \geq R, \end{cases}$$

и покажем, что она искома последовательность.

Во-первых, очевидно, что

$$\sum_{k=1}^{\infty} (1 - r_k(F)) < \sum_{k=1}^{\infty} (1 - r_k(f)) < M,$$

так как $f \in \tilde{H}_p$.

Проверим теперь (б). Пусть, сначала $r_k(f) < R$:

$$\begin{aligned} m_k(F) &= \max_{0 < r < r_k(F)} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |F_R(re^{ix})|^p dx \right\} = \\ &= \max_{0 < r < \frac{r_k(f)}{R}} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f(Rre^{ix})|^p dx \right\} \leq \max_{0 < \rho < r_k(f)} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f(\rho e^{ix})|^p dx \right\} = m_k(f). \end{aligned}$$

Теперь допустим, что $r_k(f) \geq R$. Тогда

$$\begin{aligned} m_k(F) &= \max_{0 < r < r_k(F)} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f(Rre^{ix})|^p dx \right\} \leq \\ &\leq \max_{0 < \rho < r_k(f)} \left\{ \int_{\alpha_k}^{\beta_k} |f(\rho e^{ix})|^p dx \right\} = m_k(f). \end{aligned}$$

Итак, в обоих случаях имеем

$$\sum_{k=1}^{\infty} m_k(F) \leq \sum_{k=1}^{\infty} m_k(f) \leq M.$$

И, наконец, проверим условие (в)

$$\begin{aligned} &\sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_k(F)}^1 (|F(re^{i\alpha_k})|^p + |F(re^{i\beta_k})|^p) dr = \\ &= \frac{1}{R} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \int_{r_k(f)}^R (|f(\rho e^{i\alpha_k})|^p + |f(\rho e^{i\beta_k})|^p) d\rho \leq \frac{1}{R} \cdot M. \end{aligned}$$

Взяв в качестве E_F множество, соответствующее функции f , и в силу (а)–(в), убедимся, что функция $F_R(z)$ действительно класса \tilde{H}_p .

Теорема 3. Для того чтобы измеримая на C_1 функция $\varphi(e^{i\theta})$ п. в. на C_1 совпадала с угловыми граничными значениями $f(e^{i\theta})$ некоторой функции f класса \tilde{H}_p , необходимо существование последовательности многочленов $\{Q_m(z)\}$, квази-разностепенно принадлежащей классу \tilde{H}_p и выполнение условия

$$\lim_{m \rightarrow \infty} Q_m(e^{i\theta}) = \varphi(e^{i\theta}) \text{ п. в.} \quad (2)$$

и достаточно, чтобы при (2) многочлены $\{Q_m(z)\}$ равномерно принадлежали \tilde{H}_p .

Доказательство необходимости. Возьмем последовательность

$$(\rho_m)_{m \geq 1}, \quad 0 < \rho_m < 1, \quad \rho_m \uparrow 1 \text{ при } m \rightarrow \infty,$$

и рассмотрим функции

$$F_m(z) = F_{\rho_m}(z) = f(\rho_m z).$$

В силу леммы функции F_m квази-равностепенно принадлежат классу \tilde{H}_p . При $|z| \leq 1$ каждая функция F_m аналитическая и поэтому для $\varepsilon_m > 0$, по теореме Рунге [2], найдется многочлен $Q_m(z)$ такой, что

$$|F_m(z) - Q_m(z)| < \varepsilon_m = \frac{1}{2m}, \quad |z| \leq 1.$$

Так как $\lim_{m \rightarrow \infty} f(\rho_m e^{i\theta}) = f(e^{i\theta})$ п. для всех $\theta \in [0, 2\pi]$, то последовательность $\{Q_m(e^{i\theta})\}$ сходится к $f(e^{i\theta})$ для п. в. $\theta \in [0, 2\pi]$.

Кроме того, для $z = \rho e^{i\theta}$, $\theta \in [0, 2\pi]$, с помощью леммы, полагая, что

$$r_{k,m} = \begin{cases} r_k(f)/\rho_m, & r_k(f) < \rho_m; \\ 1 & r_k(f) \geq \rho_m, \end{cases}$$

установим, что $\{Q_m(z)\}$ квази-равностепенно принадлежит классу \tilde{H}_p .

Достаточность доказывается с использованием теоремы 2.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.3.1988)

მათემატიკა

ლ. კელბაკიანი

ერთი კლასის ფუნქციების სასაზღვრო მნიშვნელობათა
მახასიათებელი თვისებები

რეზიუმე

მოცემულია ერთეულოვან წრეში ანალიზურ ფუნქციათა ახალი კლასის \tilde{H}_p , $p > 0$, განსაზღვრა.

დამტკიცებულია თეორემა ამ კლასის ფუნქციათა სასაზღვრო მნიშვნელობების მახასიათებელი თვისების შესახებ.

MATHEMATICS

L. V. KELBAKIANI

ON CHARACTERISTIC PROPERTIES OF BOUNDARY
MEANS OF FUNCTIONS OF ONE CLASS

Summary

A new class \tilde{H}_p , $p > 0$, of analytic functions in a unit disc is defined in the paper.

The theorem on the characteristic properties of boundary means of functions in that class is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Келбакиани. Сообщения АН ГССР, 131, № 1, 1988.
2. А. И. Маркушевич. Теория аналитических функций. Л., 1950.



С. М. ХАЖОМИЯ

ДЕЙСТВИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ПРОСТРАНСТВА
 НА ГОМОТОПИЯХ, ПОРОЖДЕННЫХ ГОМОЛОГИЯМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.3.1988)

Пусть K — категория топологических пространств с базисными точками; $H = \{H_n\}$ — какая-либо точная гомологическая теория; n — натуральное число, $n > 1$; R — произвольное, линейно связное пространство. Пусть, далее, Π_n — ассоциированная с теорией H гомотопическая теория, которая построена в [1]. Группы $\Pi_n(R, *, H)$ получаются как пределы прямых спектров в смысле [2] из групп гомологий пространств, принадлежащих некоторым вспомогательным подкатегориям K_n данной категории K [1]. В [3] дано прямое, т. е. без помощи теоремы Бауэра [4], доказательство того факта, что, если H — классическая сингулярная теория гомологии, то теория Π_n совпадает с классической гомотопической теорией.

Здесь мы изучаем роль базисной точки при определении групп $\Pi_n(R, *, H)$. Заметим, что требование точности теории H достаточное, но совсем не необходимое условие для построения групп $\Pi_n(R, *, H)$ и, поэтому, для наших рассуждений тоже (см. [1, 4]). Но этот вопрос, чтобы не усложнять изложение, мы здесь не обсуждаем. Будем использовать обозначения [1—3].

Пусть $(X, *)$ — объект категории K . Обозначим через \tilde{X} пространство $X \vee I$, где I — единичный отрезок, а отождествляются отмеченная точка пространства X и точка 0 отрезка I . За отмеченную точку пространства \tilde{X} мы примем точку 1 отрезка I . Говорят, что пространство \tilde{X} получено из пространства X приклеиванием вибриссы (см., например, [5]). Введем естественное отображение (отрезок I проектируется в отмеченную точку) $\pi_X: \tilde{X} \rightarrow X$. Ясно, что π_X — морфизм категории K и оно индуцирует изоморфизмы в теории H во всех размерностях.

Пусть $\sigma: I \rightarrow R$ — произвольный путь в пространстве R , $\sigma(0) = r_0$, $\sigma(1) = r_1$ и p — любой элемент группы $\Pi_n(R, r_1; H)$. Рассмотрим какую-либо координату p_α элемента p , $[p_\alpha] = p$, где

$$\alpha = (X, *, \tilde{f}) \in \Omega(R, r_1; n), \quad \tilde{f}: (X, *) \rightarrow (R, r_1) \text{ (см. [1]),}$$

и отображение $\tilde{f}: (\tilde{X}, *) \rightarrow (R, r_0)$, которое определим (допустив некоторую вольность в обозначениях) следующим образом:

$$\tilde{f}(x) = f(x), \quad x \in X \text{ и } \tilde{f}(t) = \sigma(1 - t), \quad t \in I.$$

Возьмем индекс $\tilde{\alpha} = (\tilde{X}, *, \tilde{f}) \in \Omega(R, r_0; n)$, элемент

$$p_{\tilde{\alpha}} = \pi_X^{-1}(p_\alpha) \in H_{\tilde{\alpha}} = H_n(\tilde{X}),$$

и положим

$$\sigma_{\#}(p) = [p_{\alpha}^{-}].$$

Теорема 1. Для любого $n > 1$ путь $\sigma: I \rightarrow R$ определяет естественный изоморфизм $\sigma_{\#}: \Pi_n(R, r_1; H) \rightarrow \Pi_n(R, r_0; H)$, где $r_0 = \sigma(0)$, $r_1 = \sigma(1)$, зависящий только от гомотопического класса пути σ (относительно концов 0 и 1 единичного отрезка I). Если путь σ вырожден, т. е. $\sigma(I) = r_0$, то изоморфизм $\sigma_{\#}$ представляет собой тождественный автоморфизм группы $\Pi_n(R, r_0; H)$. Если пути σ и τ такие, что $\tau(0) = \sigma(1)$, то $(\sigma\tau)_{\#} = \sigma_{\#} \tau_{\#}$.

Следствие. Фундаментальная группа $\pi_1(R, r_0)$ естественным образом определяется как группа операторов группы $\Pi_n(R, *; H)$.

Обозначим группу $\Pi_n(R, *; H)$, где H — сингулярная теория гомологии, через $\Pi_n(R, *)$ и рассмотрим диаграмму

$$\begin{array}{ccc} \Pi_n(R, r_1) & \xrightarrow{\varepsilon} & \pi_n(R, r_1) \\ \downarrow \sigma_{\#} & \varepsilon & \downarrow \sigma_n \\ \Pi_n(R, r_0) & \xrightarrow{\quad} & \pi_n(R, r_0) \end{array} \quad (1)$$

где ε — изоморфизм из [3], а σ_n — классический изоморфизм [6].

Предложение 1. Диаграмма (1) коммутативна.

Пусть K^c — категория линейно связных топологических пространств (без отмеченных точек) и $R \in K^c$. Мы будем рассматривать также полную подкатегорию K_n^c категории K . Вспомогательная подкатегория K_n^c определяется аналогично вспомогательной подкатегории K_n (см. [1,3]) за исключением требования насчет „склеенного“ цилиндра двух отображений. Это вызвано тем, что факт принадлежности „склеенного“ цилиндра подкатегории K_n [1] и выполнения условия A из [2] в этом случае, вообще говоря, места не имеет (хотя для односвязных, например, пространств R можно определить „склеенный“ цилиндр и проверить условие A из [2]).

Возьмем множество $\Omega(R, n)$ (множество индексов) всех пар $\alpha = (X, f)$, состоящих из пространств подкатегории K_n^c и отображений $f: X \rightarrow R$ категории K^c . Так же, как и в случае категории K , $\Omega(R, n)$ — частично упорядоченная, направленная система. Поставим в соответствие каждому индексу $\alpha = (X, f)$ множество (множество, а не группу) n -мерной группы гомологий $H_{\alpha} = H_n(X)$ пространства X , а каждому упорядочению $\alpha < \beta$ — множество морфизмов $\varphi_{\alpha\beta}^k: H_{\alpha} \rightarrow H_{\beta}$, индуцированных в теории H отображениями $\varphi_{\alpha\beta}^k$ (см. [1]). Тогда мы можем рассмотреть (игнорируя структуру группы) диаграмму множеств $\{H_{\alpha}, \varphi_{\alpha\beta}^k\}$. Обозначим предел этой диаграммы множеств через $\Pi_n(R, H)$. В связи с этим отметим, что из-за невыполнения условия A из [2], в этом случае способом [1,2] мы группу не получим.

Теорема 2. Множество $\Pi_n(R)$ (случай сингулярной теории гомологии с целыми коэффициентами) находится в естественном взаимно однозначном соответствии с множеством $\pi_n(R)$ (множество гомотопических классов отображений сферы S^n в пространство R).

Пусть $\bar{\varepsilon}$ — соответствие из теоремы 2. Рассмотрим диаграмму

$$\begin{array}{ccc}
 \Pi_n(R, *) & \xrightarrow{\varepsilon} & \pi_n(R, *) \\
 \downarrow \bar{\chi} & & \downarrow \chi \\
 \Pi_n(R) & \xrightarrow{\varepsilon} & \pi_n(R)
 \end{array} \quad (2)$$

где правая вертикальная стрелка, известное отображение [6], а левая определяется аналогично (игнорированием отмеченной точки).

Предложение 2. Диаграмма (2) коммутативна.

Теорема 3. Пусть R — линейно связное топологическое пространство, H — произвольная точная теория гомотопий. Тогда элементы множества $\Pi_n(R, H)$ находятся во взаимно однозначном соответствии с классами эквивалентности группы $\Pi_n(R, *; H)$ относительно ее группы операторов $\pi_1(R, *)$.

Из теоремы 3, учитывая диаграммы (1) и (2), конечно, получает соответствующий классический результат.

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

(Поступило 31.3.1988)

მათემატიკა

ს. ხაზომია

სივრცის ფუნდამენტური ჯგუფის მოქმედება ჰომოლოგიებით
წარმოქმნილ ჰომოტოპიებზე

რეზიუმე

განმარტებულია მონიშნულწერტილიანი წრფივად ბმული R სივრცის ფუნდამენტური ჯგუფის მოქმედება [1]-ში შემოყვანილ $\Pi_n(R, *; H)$ ჯგუფებზე. განხილულია სივრცეები მონიშნული წერტილების გარეშე და შემოყვანილია ჰომოტოპიური სიმრავლე $\Pi_n(R, H)$. დამტკიცებულია, რომ სიმრავლე $\Pi_n(R)$ (შემთხვევა, როცა H კლასიკური სინგულარული ჰომოლოგიის თეორია) ბუნებრივ ურთიერთცალსახა თანადობაშია კლასიკურ ჰომოტოპიურ $\pi_n(R)$ სიმრავლესთან. დამტკიცებულია, რომ $\Pi_n(R, *; H)$ ჯგუფის ეკვივალენტობის კლასების სიმრავლე მისი $\pi_1(R, *)$ ოპერატორების ჯგუფის მიმართ ურთიერთცალსახა თანადობაშია $\Pi_n(R, H)$ ჰომოტოპიურ სიმრავლესთან.

MATHEMATICS

S. M. KHAZHOMIA

THE ACTION OF A FUNDAMENTAL SPACE GROUP ON
HOMOTOPIES GENERATED BY HOMOLOGIES

Summary

For a linearly connected space R with the base point the action of its fundamental group on groups $\Pi_n(R, *; H)$ introduced in [1] is defined. The case without base points is considered and the homotopic set $\Pi_n(R, H)$ is

introduced. It is proved that the set $\Pi_n(R)$ (the case when H is the classical singular homology theory) is in the natural one-to-one correspondence with the classical homotopic set $\pi_n(R)$. Finally it is proved that the set of equivalence classes of the group $\Pi_n(R, *, H)$ relative to its operator group $\pi_1(R, *)$ is in the one-to-one correspondence with the homotopic set $\Pi_n(R, H)$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978.
2. W. Hurewicz *et al.* Ann. Math., 49, 1948, 391—406.
3. С. М. Хажомия. Сообщения АН ГССР, 122, № 2, 1986.
4. F. M. Bauer. Math. Annalen, 149, 1963, 105—130.
5. М. М. Постников. Лекции по алгебраической топологии. Основы теории гомотопии. М., 1984.
6. Ху сы цзян. Теория гомотопий. М., 1964.



В. В. МАКЕЕВ

О ПОКРЫТИИ МЕТРИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА
 ЗАМКНУТЫМИ ПОДМНОЖЕСТВАМИ

(Представлено академиком Г. С. Чегошвили 21.11.1987)

Всякому замкнутому покрытию метрического пространства $X = \bigcup_{i=1}^{n+1} \mathfrak{F}_i$ с $\bigcap_{i=1}^{n+1} \mathfrak{F}_i = \emptyset$ сопоставим элемент множества $[X, \partial\Delta]$ гомотопических классов непрерывных отображений $X \rightarrow \partial\Delta$, где

$$\Delta = \left\{ (x_1, \dots, x_{n+1}) \in R^{n+1} \mid x_i \geq 0 \text{ и } \sum_{i=1}^{n+1} x_i = 1 \right\}.$$

Для этого рассмотрим $n+1$ неотрицательную непрерывную функцию f_i без общего нуля со свойством $f_i|_{\mathfrak{F}_i} = 0$ и определим отображение $\Phi: X \rightarrow \partial\Delta$ формулой

$$\Phi(x) = (f_1(x), \dots, f_{n+1}(x)) / \sum_{i=1}^{n+1} f_i(x).$$

Гомотопический класс отображения Φ не зависит от конкретного выбора функций f_i , так как выпуклая комбинация любых двух таких наборов также обладает перечисленными свойствами, а поэтому возникающие отображения гомотопны.

Пусть (X, ρ) — метрическое пространство с такой σ -аддитивной борелевской мерой μ , что мера $\mu(D_\varepsilon(x))$ шара радиуса $\varepsilon > 0$ с центром в точке $x \in X$ есть положительная непрерывная функция аргументов x и ε .

С каждым замкнутым покрытием $X = \bigcup_{i=1}^{n+1} \mathfrak{F}_i$ с $\bigcap_{i=1}^{n+1} \mathfrak{F}_i = \emptyset$ свяжем два отображения $X \rightarrow \Delta$, задавая их формулами

$$\Phi(x) = (\rho(x, \mathfrak{F}_1), \dots, \rho(x, \mathfrak{F}_{n+1})) / \sum_{i=1}^{n+1} \rho(x, \mathfrak{F}_i) \text{ и } \Phi_\varepsilon(x) =$$

$$= (\mu(D_\varepsilon(x) \cap \mathfrak{F}_1), \dots, \mu(D_\varepsilon(x) \cap \mathfrak{F}_{n+1})) / \sum_{i=1}^{n+1} \mu(D_\varepsilon(x) \cap \mathfrak{F}_i)$$

для $\varepsilon > 0$.

По определению, $\Phi(X) \subset \partial\Delta$. Если ε меньше инфимума ε_0 радиусов паров, пересекающих все \mathfrak{F}_i по множеству положительной меры, то $\Phi_\varepsilon(X) \subset \partial\Delta$. В дальнейшем мы предполагаем, что $\varepsilon_0 > 0$. Очевидно, что при $0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0$ все Φ_ε гомотопны.



Л е м м а. Гомотопические классы отображений Φ и Φ_ε отличаются на элемент $[\partial\Delta, \partial\Delta]$ степени $(-1)^n$.

Доказательство для простоты проведем для компактного X . Обозначим $h: \partial\Delta \rightarrow \partial\Delta$ отображение, переводящее каждую точку в прямо противоположную ей относительно центра тяжести Δ . Степень отображения h равна $(-1)^n$.

По построению i -я координатная функция отображения $h \circ \Phi$ положительна на \mathfrak{F}_i , поэтому множество ее нулей лежит вне ε_i -окрестности \mathfrak{F}_i при некотором $\varepsilon_i > 0$.

При $\varepsilon < \min_i \varepsilon_i$ i -я координатная функция отображения Φ_ε также обращается в ноль вне ε -окрестности множества \mathfrak{F}_i , т. е. содержит множество нулей i -й координатной функции $h \circ \Phi$. Значит, отображения Φ_ε и $h \circ \Phi$ гомотопны и лемма доказана.

С л е д с т в и е. Отображения Φ и Φ_ε при $\varepsilon < \varepsilon_0$ либо оба гомотопны постоянному отображению, либо оба являются отображениями на $\partial\Delta$.

Пусть стандартная сфера $S^{n-1} \subset R^n$ покрыта $n+1$ замкнутым множеством \mathfrak{F}_i , ни одно из которых не содержит пару диаметрально противоположных точек сферы. Отображение $\Phi: S^{n-1} \rightarrow \partial\Delta$ переводит диаметрально противоположные точки сферы S^{n-1} в различные точки $\partial\Delta$, так как по построению Φ точки $\Phi(x)$ и $\Phi(-x)$ не имеют нулевых координат с одинаковыми номерами. Следовательно, отображение гомотопно антиподальному и имеет нечетную степень ([1], гл. 5, § 8).

Т е о р е м а. Пусть стандартная сфера $S^{n-1} \subset R^n$ разбита на $n+1$ замкнутое множество \mathfrak{F}_i без общих внутренних точек с угловым диаметром каждого множества $\leq \pi - \delta$, где $\delta > 0$. Если \mathfrak{F}_i разделены между собой спрямляемыми границами, то $(n-2)$ -мерная мера пересечения любой пары множеств \mathfrak{F}_i и \mathfrak{F}_j не меньше меры сферической шапки углового радиуса δ большей $(n-2)$ -мерной сферы $S^{n-2} \subset S^{n-1}$. При $n=3$ эта оценка точна.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Сферическая шапка углового радиуса δ не может пересекать все \mathfrak{F}_i по множеству положительной меры, так как в противном случае некоторая шапка углового радиуса $< \delta$ также пересекает все \mathfrak{F}_i , и то из множеств \mathfrak{F}_i , которое содержит диаметрально противоположную центру этой шапки точку, имеет угловой диаметр $> \pi - \delta$. Значит, по следствию 1 леммы, отображение Φ_δ сюръективно.

Следовательно, для любых i и j найдется сферическая шапка углового радиуса δ сферы S^{n-1} , половину площади которой покрывают множества \mathfrak{F}_i и \mathfrak{F}_j соответственно, поэтому по стандартным изопериметрическим соотношениям (см. [2]) $(n-2)$ -мерная мера их общей границы внутри этой шапки не меньше $(n-2)$ -мерной меры ее пересечения с проходящей через ее центр и центр сферы S^{n-1} гиперплоскостью.

Подтвердим точность данной оценки при $n=3$. Отрежем от сферы $S^2 \subset R^3$ сферическую шапку \mathfrak{F}_1 диаметра $\pi - \delta$. Оставшуюся часть сферы разрежем дугой большой окружности длины $\pi + \delta$ на две равные части \mathfrak{F}_2 и \mathfrak{F}_3 . Пусть A —одна из двух точек множества $\mathfrak{F}_1 \cap \mathfrak{F}_2 \cap \mathfrak{F}_3$. Для $i=2, 3$ выкинем из множества \mathfrak{F}_i содержащую A компоненту δ -окрестности симметричного ему относительно центра сферы множества и положим $\mathfrak{F} = S^2 \setminus (\mathfrak{F}_1 \cup \mathfrak{F}_2 \cup \mathfrak{F}_3)$. Очевидно, \mathfrak{F} пересекается с $\partial\mathfrak{F}_1$ по некоторой

дуге, которую мы между ее концами заменим дугой большой окружности сферы S^2 и полученное расширение \mathfrak{F} обозначим \mathfrak{F}_4 . На рис. 1 изображено построенное покрытие $S^2 = \bigcup_{i=1}^4 \mathfrak{F}_i$. Очевидно, длина $\mathfrak{F}_1 \cap \mathfrak{F}_n$ равна 2δ .

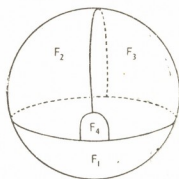


Рис. 1

Ленинградский государственный университет

(Поступило 25.3.1988)

მათემატიკა

3. მაკეევი

მეტრიკული სივრცის დაფარვის უმსახებ ჩაკბილი სივრავლებით

რეზიუმე

შესწავლილია კავშირი მეტრიკული სივრცის ჩაკეტილი დაფარვისა და უწყვეტად განწილებული მასის დაყოფის ამოცანათა შორის.

MATHEMATICS.

V. V. MAKEEV

ON CLOSED COVERINGS OF METRIC SPACE

Summary

The paper deals with problems concerning closed coverings of metric spaces and partition of mass distributions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Спеньер. Алгебраическая топология. М., 1971.
2. Ю. Д. Бураго, В. А. Залгаллер. Геометрические неравенства. JL, 1980.

Р. Ш. АДАМИЯ (член-корреспондент АН ГССР), Б. Р. БАНДЗЕЛАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ВЫЕМОЧНЫХ УСТАНОВОК ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ, ОГРАНИЧЕННЫХ ПО МОДУЛЮ

Разработанный инженерный алгоритм оптимизации конструктивных параметров механических конструкций [1] можно использовать как средство декомпозиции упругих электромеханических систем.

В самом деле, определение условия оптимальности конструктивных параметров в динамическом отношении требует перехода от системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, к одному уравнению высокого порядка относительно одной из переменных. При проведении этих выкладок аналитически определяется поле упругих сил (моментов) действующих в узлах конструкции.

Динамическая нагруженность выемочных установок в первую очередь, зависит от сил резания носящих случайный характер. Для эффективного применения вероятностных методов исследования на стадии проектирования необходимо располагать очень большим объемом экспериментальных данных, что в ряде случаев получить практически возможно либо из-за больших технических трудностей, либо из-за большой стоимости экспериментальных исследований.

Поэтому ставится задача о методах оценки воздействия случайных возмущений на механическую систему при минимально возможной информации о случайных функциях, которую легко получить. Наиболее простым при экспериментальном исследовании является определение поля допуска случайной величины или области возможных значений случайной функции [2].

Так, на резец исполнительного органа выемочной установки действует случайная возмущающая сила, ограниченная по модулю. Пусть величина $F_{рез}(t)$ этой силы задана полем допуска, внутри которого она может изменяться во времени произвольным образом.

Установим наихудший возможный закон изменения $F_{рез}(t)$, при котором упругие силы, возникающие, например, в узлах двухмассовой модели выемочной установки [3], будут максимальными.

Дифференциальное уравнение изменения упругой силы, действующей на резец исполнительного органа при контакте с угольным массивом, согласно принятой модели имеет вид

$$F^{IV} + a_0 F^{II} + a_1 F = B_0 F_{рез}, \quad (1)$$

где a_0 , a_1 , B_0 — постоянные коэффициенты, зависящие от конструктивных параметров системы. При этом нами принято допущение, что вторая производная силы резания $F_{рез}^{II} = 0$.



Обозначим оператор перехода от функции внешнего воздействия $F_{\text{рез}}$ к функции — «отклику» $F(t)$ через оператор L ; так что $F = L F_{\text{рез}}$. Предположим, что действует принцип суперпозиции, который, часто выполняется с достаточной точностью, когда внешние воздействия не слишком велики [4]. Это соответствует работе выемочной установки в мягких породах.

Так, обозначим через $G(t, \tau)$ результат воздействия единичной внешней силы, сосредоточенной в некоторой точке τ , т. е. распределенной с плотностью $\delta(t - \tau)$. Поэтому $G(t, \tau) = L[\delta(t - \tau)]$ является формой отклонения при единичной нагрузке, т. е. функцией Грина для поставленной задачи (δ — функция Дирака).

Чтобы найти функцию Грина, решим обыкновенное неоднородное дифференциальное уравнение четвертого порядка:

$$F^{IV} + a_0 F^{II} + a_1 F = \delta(t - \tau). \quad (2)$$

Применяя к обеим частям этого уравнения преобразования по Карсону при нулевых начальных условиях [5]

$$\begin{aligned} X(p) &\overset{\cdot}{\rightarrow} F(t), & p^2 X(p) &\overset{\cdot}{\rightarrow} F^{II}(t), & p^4 X(p) &\overset{\cdot}{\rightarrow} F^{IV}(t), \\ p e^{-\tau p} &\overset{\cdot}{\rightarrow} \delta(t - \tau), \end{aligned}$$

в силу линейности, получаем следующее решение в операторной форме:

$$X(p) = \frac{p \cdot e^{-\tau p}}{p^4 + a_0 p^2 + a_1}. \quad (3)$$

Оригинал правой части операторного уравнения (3) найдем с помощью теоремы о разложении [5]

$$\frac{M(p)}{N(p)} \overset{\cdot}{\rightarrow} \frac{M(0)}{N(0)} + \sum_{h=1}^4 \frac{M(p_h)}{p_h N'(p_h)} e^{p_h t}, \quad (4)$$

где

$$M(p) = p \cdot e^{-\tau p}, \quad N(p) = p^4 + a_0 p^2 + a_1, \quad N'(p) = 4p^3 + 2a_0 p.$$

Если рассмотреть наихудший случай колебаний исследуемой системы без затухания, чему соответствуют четыре комплексные корни $p_{1,2} = \pm i \beta_1$, $p_{3,4} = \pm i \beta_2$ знаменателя (3), то после несложных преобразований будем иметь

$$G(t - \tau) = \frac{\sin \beta_1(t - \tau)}{(a_0 - 2)\beta_1} + \frac{\sin \beta_2(t - \tau)}{(a_0 - 2)\beta_2}.$$

С помощью этой функции Грина можно выразить результат преобразования любой заданной функции силы резания $F_{\text{рез}}(t)$ следующим образом [4]:

$$F(t) = L[F_{\text{рез}}(t)] = \int_0^{t_k} G(t - \tau) F_{\text{рез}}(\tau) d\tau, \quad (5)$$

т. е. для рассмотренного случая

$$\begin{aligned}
 F(t) = & \frac{B_0}{(a_0 - 2)\beta_1} \int_0^{t_k} \sin \beta_1(t - \tau) F_{\text{რეს}}(t) + \\
 & + \frac{B_0}{(a_0 - 2)\beta_2} \int_0^{t_k} \sin \beta_2(t - \tau) F_{\text{რეს}}(t). \quad (6)
 \end{aligned}$$

დღია თბი რაკრერი ოქრეტლენი ურბი რისი, დეიქვუიტი ოქრეტლენი რეზექ, ბილ მადსიმალნიმ ვი ტენიი ვრემენი პროცესი რეზანი, ნე-
 ობხიდიმი, თბი რიდიინტეგრალნი ვრეარენი ვი რივი რატი (6) ბი-
 ლი ზნიკიპოსტოიანიმ, თ. ე. ზნიკი ოქრეტლენი $F_{\text{რეს}}(t)$ — რიზრუნიმ, სლედ-
 იქნიმ ზნიკი რუნქციი $[\sin \beta_1(t - \tau) + \sin \beta_2(t - \tau)]$. რიი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ნიხუდიშიმ ზნიკი ოქრეტლენი რისი რეზანი, დეიქვუიტი ნი ვილუ
 იქსილნიტელნი ოქრეტლენი ვიეოქნივი ოქრეტლენი, იქ ვიქსი ვიზმუიქნი ვი-
 რიანტი, ზნიკინი ვილ დიუქსი. რი ოქრეტლენი დილნი ზნიკი ოქრეტლენი
 ვიზმუიქნი ოქრეტლენი რისი რეზანი სი ოქრეტლენი მადსიმალნიმ, ესლი ნი სტა-
 დიი პროექტირანი რი რეკიტი რისი ოქრეტლენი რისი ოქრეტლენი რი-
 ნიტი იქსილნიტელნი ოქრეტლენი ვიეოქნივი ოქრეტლენი.

აკადემიი ნიკი გრუიკნივი სსრ
 კუთიკნივი კომპლექსნივი
 ნიკი ოქრეტლენი
 ინსტიტუტი მეთალურგიი
 იმ. 50-ლენიი სსსრ

(პოსტუილი 4.3.1988)

მექანიკა

რ. ადამია (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ბანძელაძე

ამ ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ბანსიზლენი სიკიტიხისიტი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი

რეზიუმი

ამ ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი
 ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი ოქრეტლენი

MECHANICS

R. Sh. ADAMIA, B. R. BANDZELADZE

DETERMINATION OF DYNAMIC LOAD OF EARTH-MOVING
 MACHINES UNDER THE ACTION OF RANDOM DISTURBANCES
 RESTRICTED IN MODULUS

Summary

The paper describes the change of the cutting force of the excavating part of an earth-moving machine under the action of random disturbing force



and determines the worst law of this change within the boundaries given by the tolerance zone.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Адамия. Оптимизация динамических нагрузок прокатных станов. М., 1978.
2. В. А. Светлицкий. Механика твердого тела, № 3, 1979.
3. Р. Ш. Адамия, Б. Р. Бандзеладзе. Сообщения АН ГССР, 125, № 3, 1987.
4. Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис. Элементы прикладной математики. М., 1972.
5. И. М. Бабак ов. Теория колебаний. М., 1965.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

СОСРЕДОТОЧЕННАЯ СИЛА, ПРИЛОЖЕННАЯ К ГРАНИЦЕ
 НЕЛИНЕЙНО УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ ИЗ МАТЕРИАЛА
 ГАРМОНИЧЕСКОГО ТИПА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 1.9.1988)

Как известно из линейной классической теории гукowego материала, в непосредственной близости точки приложения сосредоточенной силы, напряжения и смещения перестают быть ограниченными, что, конечно, не соответствует действительности. Поэтому задача о действии сосредоточенной силы в линейной теории упругости рассматривается как определенная абстракция, хотя из нее с известной оговоркой можно получить решение реальной задачи. Это решение имеет смысл только вне указанной окрестности.

В данной работе предлагается новый подход к этой проблеме с позиции нелинейной теории упругости, в частности, для материала гармонического типа. Получено точное решение задачи, согласно которого компоненты напряжений и смещений оказываются ограниченными в окрестности указанной точки.

Пусть рассматриваемая физическая область представляет собой полуплоскость S^- плоскости переменной $z=x+iy$ из указанного материала [1, 2]. Границу S^- обозначим через L . Предположим, что на L заданы только нормальные напряжения, т. е. [3],

$$Y_y = N(x), \quad X_y = 0 \quad \text{на } L, \quad (1.1)$$

где $N(x)$ — непрерывная функция своего аргумента, удовлетворяющая условию $N=O(x^{-1})$. Напряжения и вращение на бесконечности отсутствуют. Ищется упругое равновесие области S^- .

Для решения задачи воспользуемся комплексными представлениями [3]:

$$X_x + Y_y + 4\mu = \frac{(\lambda + 2\mu)}{\sqrt{I}} q\Omega(q), \quad Y_y - X_x - 2iX_y = - \\ - \frac{4(\lambda + 2\mu)}{\sqrt{I}} \frac{\Omega(q)}{q} \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}}, \quad (1.2)$$

$$u + iv = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \int \varphi'^2(z) dz + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\varphi(z)}{\varphi'(z)} + \bar{\psi}(z) \right] - z, \quad (1.3)$$

где X_x, Y_y, X_y — компоненты тензора напряжений Коши; u, v — составляющие вектора упругого смещения; λ, μ — постоянные Ламе; $\varphi(z), \psi(z)$ — аналитические в области S^- функции комплексного аргумента z . Далее

$$\frac{\partial z^*}{\partial z} = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \varphi'^2(z) + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\varphi'(z)}{\varphi'(z)},$$

$$\frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} = -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\varphi(z) \overline{\varphi'(z)}}{\varphi'^2(z)} - \overline{\psi'(z)} \right], \quad (1.4)$$

$$V \bar{I} = \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial \bar{z}} - \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z}, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|, \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + \mu)}{\lambda + 2\mu}. \quad (1.5)$$

Как показано в работе [4], при больших $|z|$

$$\varphi(z) = -\frac{(\lambda + 2\mu)(X + iY)}{4\pi\mu(\lambda + \mu)} \ln z + z + O(1) + \text{const}, \quad (1.6)$$

$$\psi(z) = \frac{(\lambda + 2\mu)(X - iY)}{2\pi\mu(\lambda + \mu)} \left[\frac{1}{2\varphi'(z)} - 1 \right] \ln z + O(1) + \text{const}, \quad (1.7)$$

где (X, Y) — компоненты главного вектора приложенных к L внешних сил. Кроме того,

$$\varphi'(z) \neq 0 \quad \text{для} \quad \forall z \in S^- + L \quad (1.8)$$

Из второго условия (1.1) на основании (1.2), (1.4) следует

$$\overline{\varphi(x)} \varphi''(x) - \varphi'^2(x) \psi'(x) = 0 \quad \text{на} \quad L. \quad (1.9)$$

Но тогда с учетом (1.4) из первой формулы (1.2) находим

$$Y_y = N(x) = \{2\mu(\lambda + \mu) [|\varphi'^2(x)| - 1]\} / [\lambda + \mu + \mu |\varphi'^2(x)|] \quad \text{на} \quad L. \quad (1.10)$$

Эта формула является исходной для дальнейшего рассмотрения. С ее помощью граничное условие (1.1) задачи будет иметь вид

$$|\varphi'(x)| = \sqrt{\frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)}} = f(x) \quad \text{на} \quad L, \quad (1.11)$$

где $f(x)$ — заданная на L действительная положительная функция.

С учетом (1.6) эта граничная задача имеет следующее решение:

$$\varphi'(z) = \exp \left(-\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{F(x) dx}{x - z} \right) \quad \text{при} \quad z \in S^-,$$

$$\text{где} \quad F(x) = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{(\lambda + \mu)}{\mu} \cdot \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)} \right]. \quad (1.12)$$

После определения $\varphi(z)$ другую искомую функцию $\psi(z)$ находим из (1.7), (1.9) известным способом.

Рассмотрим случай, когда нормальные напряжения с интенсивностью N ($N = \text{const}$) действуют лишь на отрезке $[-a; a]$, а остальная часть границы L свободна от внешних воздействий.

Следовательно,

$$N(x) = \begin{cases} -N & \text{при} \quad x \in [-a; a] \\ 0 & \text{при} \quad x \notin [-a; a] \end{cases} \quad (2.1)$$

Учитывая (2.1) в (1.12), после некоторых вычислений получаем

$$\varphi'(z) = \left(\frac{z-a}{z+a} \right)^{\frac{iF_0}{\pi}}, \quad \text{где} \quad F_0 = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu + N}{2(\lambda + \mu) - N} \right]. \quad (2.2)$$

Вычислим вертикальные перемещения точек границы упругой полуплоскости. Для этого воспользуемся формулой (1.3), которую с учетом (1.9) можно представить в виде



$$v = \int \left(\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi'^2(x)|} \right) \operatorname{Im} \varphi'^2(x) dx + \text{const.} \quad (2.3)$$

Подставляя сюда граничные значения функции (2.2) на L , после элементарных вычислений получаем

$$v = \frac{2(\lambda + \mu)}{2(\lambda + \mu) - N} \int \sin \left(\frac{2F_0}{\pi} \ln \frac{a-x}{a+x} \right) dx + \text{const.} \quad (2.4)$$

Предположим теперь, что в точке $x=0$ границы L приложена нормальная сосредоточенная сила величины N_0 , а остальная часть L свободна от внешних воздействий. Этот случай сводится предельным переходом к предыдущему, если отрезок $[-a; a]$ уменьшается бесконечно, но вместе с тем N увеличивается так, чтобы

$$\lim_{\substack{a \rightarrow 0 \\ N \rightarrow \infty}} 2aN = N_0, \quad (3.1)$$

где N_0 — конечное число (то же самое, что и оговоренное выше).

Если проделать эту операцию, то из (2.2) получим

$$\varphi'(z) = \exp \left[\frac{(\lambda + 2\mu) N_0}{4\pi i \mu (\lambda + \mu) z} \right] \quad \text{при } z \in S^-. \quad (3.2)$$

Предположим теперь, что любой элемент, находящийся на расстоянии r от точки приложения силы, испытывает простое радиальное сжатие в радиальном же направлении. Тогда из (1.2), после перехода к полярным координатам, получим $\overset{\vee}{\theta}\theta = 0$, $\overset{\vee}{r}\theta = 0$,

$$\begin{aligned} \overset{\vee}{r}r &= 4\mu(\lambda + \mu) \left[\exp \left(-\frac{(\lambda + 2\mu) N_0 \sin \theta}{2\pi\mu(\lambda + \mu)r} \right) - 1 \right] / \\ & \left\{ 2(\lambda + \mu) - \lambda \exp \left[-\frac{(\lambda + 2\mu) N_0 \sin \theta}{2\pi\mu(\lambda + \mu)r} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Формула (3.3) от своего линейного аналога отличается, во-первых, присутствием в ней упругих характеристик материала и, во-вторых, что особенно важно, при стремлении к точке приложения нагрузки радиальное напряжение оказывается ограниченным. По линейной же теории, как известно, оно там неограниченно велико, что конечно не соответствует действительности. В частности, $\lim_{r \rightarrow 0} \overset{\vee}{r}r = -2\mu$.

Из (2.4) и (3.2) после некоторых вычислений находим также вертикальное перемещение точки L в виде $\left(\theta\theta = \frac{\pi}{2} \right)$

$$v_0 = -\frac{2(\lambda + \mu)}{2(\lambda + \mu) - N_0} \int \sin \left[\frac{(\lambda + 2\mu) N_0}{2\pi\mu(\lambda + \mu)r} \right] dr + \text{const.} \quad (3.4)$$

Отметим, что по линейной классической теории, как известно, [3]

$$\overset{\vee}{r}r = -\frac{2N_0}{\pi r} \sin \theta, \quad \overset{\vee}{\theta}\theta = 0, \quad \overset{\vee}{r}\theta = 0, \quad v_{\theta=\pi/2} = -\frac{(\lambda + 2\mu) N_0}{2\pi\mu(\lambda + \mu)} \ln r + \text{const.} \quad (3.5)$$



Наконец, отметим, что если (3.3), (3.4) представить в виде известных разложений, то линейные слагаемые в полученных формулах будут представлять решение линейной классической теории.

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

(Поступило 2.9.1988)

დრეკადონის თეორია

ლ. დობორჯინიძე

შეყურსული ძალა, მოდებული ჰარმონიული ტიპის მასალის მქონე არაწრფივად დრეკადონის ნახევარსიბრტყის საზღვარზე ნორმალური შეყურსული ძალის მოქმედების ამოცანა. მიღებულია ამოცანის ზუსტი ამონახსენი, რომლის თანახმად საძიებელი დამახულობები და გადაადგილებები არ შეიცავენ განსაკუთრებულობებს.

რეზიუმე

შესწავლილია ჰარმონიული ტიპის მასალის მქონე არაწრფივად დრეკადონის ნახევარსიბრტყის საზღვარზე ნორმალური შეყურსული ძალის მოქმედების ამოცანა. მიღებულია ამოცანის ზუსტი ამონახსენი, რომლის თანახმად საძიებელი დამახულობები და გადაადგილებები არ შეიცავენ განსაკუთრებულობებს.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJINIDZE

CONCENTRATED FORCE APPLIED TO THE BOUNDARY OF A
NONLINEAR ELASTIC HALF-PLANE OF A HARMONIC TYPE
MATERIAL

Summary

The problem on the action of concentrated force at the point of a boundary of a nonlinear elastic half-plane of a harmonic type material is considered from the point of view of the nonlinear theory of elasticity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Communications on Pure Appl. Math., 13, № 2, 1960.
2. А. И. Лурье. Нелинейная теория упругости. М., 1980.
3. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 61, 1979.

И. Б. БОКОЛИШВИЛИ, Г. Г. МАЛИНЕЦКИЙ

ИЗМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИИ УСТОЙЧИВЫХ ЦИКЛОВ
 В ОДНОМЕРНЫХ ОТОБРАЖЕНИЯХ С ОСТРОЙ ВЕРШИНОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Бурчуладзе 13.10.1988)

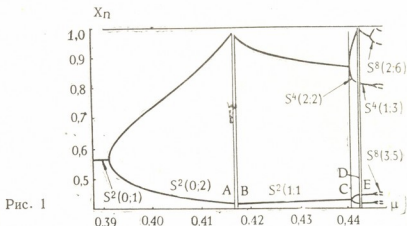
В настоящее время большой интерес вызывает изучение сценариев перехода от упорядоченных режимов к хаотическим при изменении параметров системы. Такие задачи возникают в гидродинамике, физике плазмы, химии, биологии и в других областях [1, 2]. Некоторые из них исследовались с помощью отображений отрезка в себя с гладким кватрартичным максимумом [2, 3].

Однако в ряде прикладных задач [4, 5] возникают более сложные отображения с острой вершиной. Для этих отображений типичны циклы одного и того же порядка, но разной топологии. Они отличаются количеством элементов на правой и левой ветвях. Будем обозначать такие циклы как $S_{(k,m)}^p$, где k и m —число элементов на правой и левой ветвях, $p = k + m$.

В работах [6, 7] было исследовано семейство одномерных отображений

$$x_{n+1} = g(x_n), \quad g(x, \alpha, \mu) = 1 - |x - \mu|^\alpha / (1 + |x - \mu|)^2 \quad (1)$$

и поставлен вопрос, как происходит изменение топологии устойчивых циклов при изменении параметров. Один сценарий перехода с изменением топологии был рассмотрен в работе [8]. В данной работе мы приведем результаты вычислительного эксперимента, указывающие на другой сценарий, возможный в отображениях с острой вершиной и гладким минимумом.



Зафиксируем параметр $\alpha = 0.46$ и будем менять μ . В интервале $[0; \mu_1]$ у отображения g есть устойчивая неподвижная точка. Потеря устойчивости этой точки происходит в результате бифуркации удвоения периода и у отображения появляется устойчивый цикл $S_{(0,2)}^2$, который остается устойчивым до μ_1' (точка А на рис. 1). Потом по параметру μ следует «скачок» и при $\bar{\mu}_1$ появляется цикл $S_{(1,1)}^2$ (точка В). Под «скачком» будем понимать ту область параметра $\mu: (\mu_1, \mu_2)$,



которая разделяет соседние циклы одного порядка S^p и различающейся топологии и в пределах которого нет устойчивых циклов типа S^p .

Цикл $S_{(1,1)}^2$ устойчив до значения параметра μ_2 (точка C), при котором происходит удвоение периода и появляется $S_{(2,2)}^4$. Этот цикл теряет устойчивость при μ_2^1 (точка D), после чего снова имеет место «скачок» по μ и при μ_2 появляется цикл $S_{(1,3)}^4$ (точка E). На рис. 1 приведены циклы до $S_{(3,5)}^8$. В расчетах были прослежены циклы вплоть до $S_{(13,85)}^{128}$. «Скачкам» на рисунке соответствуют изломы на графике $x(\mu)$. Можно ожидать, что такая картина будет характерна и для всей последовательности удвоений.

Выясним, с чем связано изменение топологии циклов. На рис. 2 линия $\alpha(\mu)$ соответствует острому пику одномерного отображения. Для наглядности здесь приведена (в увеличенном масштабе) только нижняя часть бифуркационной диаграммы $x_n(\mu)$ (см. рис. 2). На рисунке видно, что после каждого удвоения ближайший к острому пику элемент цикла S^{2^n} оказывается по другую сторону от пика, это происходит строго поочередно: влево—вправо—влево—..., что и вызывает изменение топологии цикла.

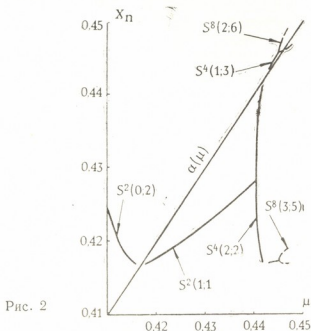


Рис. 2

Можно убедиться, что в типичном семействе отображений с гладкой вершиной $g(x, \mu) = \mu x(1-x)$ после каждого удвоения ближайший к вершине элемент цикла S^{2^n} перескакивает с одной ветви на другую строго поочередно: влево — вправо — влево —... Но в отличие от класса (1) здесь нет «скачков» по параметру μ [3]. Поскольку вершина гладкая, переходы через нее не приводят к усложнению устойчивых циклов, появлению хаотических режимов.

В отображении (1) при $a=0,46$ наблюдалась такая последовательность переходов между устойчивыми циклами:

$$S_{(0,1)}^1 \rightarrow S_{(0,2)}^2 \Rightarrow S_{(1,1)}^2 \rightarrow S_{(2,2)}^4 \Rightarrow S_{(1,3)}^4 \rightarrow S_{(2,6)}^8 \Rightarrow S_{(3,5)}^8 \rightarrow \dots$$

Стрелка означает бифуркацию удвоения периода, двойная стрелка обозначает переход с изменением топологии («скачок» в указанном выше смысле). Тип циклов, возникших в результате «скачков», описывается следующей рекуррентной формулой:

$$S_{[a_{n_1}, 2^{n_1-1}-a_{n_1}]}^{2^{n_1-1}}, \quad a_1=0, \quad a_{n_1}=2a_{n_1-1}+(-1)^{n_1}, \quad n_1=2, 3, \dots \quad (2)$$



Будем говорить, что эти циклы определяют каскад первого уровня. Соответствующие «скачки» тоже будем называть «скачками» первого уровня. Расчеты показывают, что формула (2) характеризует расположение устойчивых циклов определенного типа в диапазоне $0 \lesssim \alpha \lesssim 0,5$.

Рассмотрим более подробно первый «скачок» первого уровня: $S_{(0,2)}^2 \Rightarrow S_{(1,1)}^4$. Результаты расчетов показаны на рис. 3.

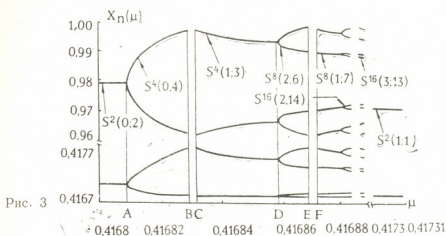


Рис. 3

При значении параметра μ_1 цикл $S_{(0,2)}^2$ теряет устойчивость и из него рождается $S_{(0,4)}^4$ (точка A на рис. 3). Он существует до значения параметра μ_2 (точка B), после чего имеет место «скачок» по μ и при μ_3 появляется цикл $S_{(1,3)}^4$ (точка C). Он устойчив до значения параметра μ_4 (точка D), при котором происходит удвоение периода и появляется $S_{(2,6)}^8$. Этот цикл теряет устойчивость при μ_5 (точка E), после чего снова имеет место «скачок» по μ и при μ_6 (точка F) появляется цикл $S_{(1,7)}^8$. На рис. 3 приведены циклы до $S_{(3,13)}^{16}$. «Скачкам» на ней соответствуют изломы на графике $x_n(\mu)$.

Таким образом, наблюдается следующая последовательность переходов между устойчивыми циклами:

$$S_{(0,2)}^2 \rightarrow S_{(0,4)}^4 \Rightarrow S_{(1,3)}^4 \rightarrow S_{(2,6)}^8 \Rightarrow S_{(1,7)}^8 \rightarrow S_{(2,14)}^{16} \Rightarrow S_{(3,13)}^{16} \rightarrow \dots$$

Двойные стрелки здесь соответствуют «скачкам» второго уровня.

Каскад из циклов, возникших в результате «скачков» второго уровня, будем называть каскадом второго уровня. Их последовательность (так как они наблюдаются и внутри любых «скачков» первого уровня) можно записать рекуррентной формулой:

$$S_{[a_{n_2}, 2^{n_1+n_2-1}-a_{n_2}]}^{2^{n_1+n_2-1}}, \quad a_1=2a_{n_1}, \quad a_{n_2}=2a_{n_2-1}+(-1)^{n_1+n_2+1}, \quad n_2=2, 3, \dots \quad (3)$$

где n_1 , a_{n_1} имеют тот же смысл, что и в формуле (2). В этой формуле число n_1 показывает, в котором «скачке» первого уровня находится данный каскад второго уровня, а n_2 — номер цикла внутри каскада второго уровня.

Если далее уменьшать шаг по μ , то можно обнаружить каскады третьего уровня. Можно ожидать, что существуют каскады следующих уровней, и по аналогии с формулами (2), (3), последовательность циклов в них определяется формулой для каскадов m -го уровня:

$$S_{\left[a_{n_m}, 2^{\sum_{i=1}^m n_i - 1} - a_{n_m} \right]}^{2^{\sum_{i=1}^m n_i - 1}}, \quad a_1=2a_{n_{m-1}}, \quad a_{n_m}=2a_{n_{m-1}}+(-1)^2, \quad n_m=2, 3, \dots \quad (4)$$

$$z = \begin{cases} \sum_{i=1}^m n_i, & i = 2k - 1 \\ \sum_{i=1}^m n_i + 1, & i = 2k \end{cases}, \quad k \in \mathbb{N}.$$

В этой формуле числа n_i ($1 \leq i \leq m$) показывают в каких «скачках» i -го уровня находится данный каскад m -го уровня, а n_m — номер цикла внутри каскада m -го уровня.

Из формул следует, что для областей параметров, в которых существуют устойчивые циклы, характерна очень сложная структура, повторяющая себя на меньших масштабах (каждый «скачок» первого уровня содержит бесконечное количество «скачков» второго уровня, каждый «скачок» второго уровня — бесконечное количество «скачков» третьего уровня и т. д.). Расчеты позволили проследить ограниченное число «скачков», поэтому дальнейшее теоретическое исследование такого множества параметров (либо изучение механизмов, которые ограничивают число «скачков») представляет большой интерес.

Академия наук СССР

Институт прикладной математики
им. М. В. Кельдыша

(Поступило 21.10.1988)

მათემატიკური ფიზიკა

ი. ბოკოლიშვილი, გ. მალინეცკი

მდგრადი ციკლების ტოპოლოგიის ცვლადობა მახვილი წვეროს მქონე ერთგანზომილებიან ასახვის მაგალითზე

რეზიუმე

მახვილი წვეროს მქონე ერთგანზომილებიან ასახვის მაგალითზე განხილულია გადასვლები მოწესრიგებულადან ქაოსურ რეჟიმებზე. ნაჩვენებია, რომ მდგრადი ციკლების ტოპოლოგიის ცვლილება არის უსასრულო რაოდენობის ბიფურკაციის კასკადების შედეგი.

MATHEMATICAL PHYSICS

I. B. BOKOLISHVILI, G. G. MALINETSKY

CHANGES OF STABLE CYCLE TOPOLOGY IN ONE-DIMENSIONAL REFLECTIONS WITH A SHARP VERTEX

Summary

Transitions to chaotic motions are studied with reference to one-dimensional map with a sharp vertex. It is shown that the change of stable cycle topology results from the existence of an infinite number of cascades of bifurcations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. С. Ахромеева, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. Парадоксы мира нестационарных структур. 1985, № 5.
2. M. Feigenbaum. J. of Stat. Phys., 1978, v. 19, № 1, p. 25—52.
3. P. Collet, J.-P. Eckmann. Iterated Maps on the Interval as Dynamical Systems. Basel—Boston—Stuttgart. Birkhäuser, 1980, 248.
4. Старанные аттракторы. М., 1981, 253.
5. «Современные проблемы математики. Новейшие достижения», т. 28, Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР, 1987.
6. И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Препринт ИПМ им. В. М. Келдыша АН СССР, № 158, 1986.
7. И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша АН СССР, № 112, 1987.
8. И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Сообщения АН СССР, 130, № 3, 1988.



Ю. П. САХАРОВ, А. П. АКУЛОВ

СПОСОБ НЕЛИНЕЙНОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.12.1987)

Нечеткую функцию $f(X)$, $X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, $x_i \in X_i$, $i = \overline{1, n}$ рассмотрим как нечеткое отображение с характеристической функцией $\mu_f: X \times Y \rightarrow [0, 1]$, $X = X_1 \times \dots \times X_n$, $Y \subseteq R$. На основании принципа обобщения Заде [1] имеем следующее выражение для функции принадлежности (ф. п.) образа $\mu_Y(y)$ при отображении

$$\mu_f(X, Y) : \mu_Y(y) = \sup_{X \in f^{-1}(Y)} \min \{ \mu_1(x_1), \dots, \mu_i(x_i), \dots, \mu_n(x_n),$$

$v(x_1, \dots, x_n), \mu_f(X, Y) \}$, где $\mu_i(x_i)$, $i = \overline{1, n}$ и $v(x_1, \dots, x_n)$ — ф. п. заданных нечетких подмножеств соответствующих множеств.

В случае четких аргументов функции $f(X)$ при $X = X_0$ имеем $\mu_Y(y) = \mu_f(X_0, y)$, $X_0 = f^{-1}(y)$. В соответствии с [2] примем, что возможность события „ $f(X_0) = y$ “ равна $\mu_f(X_0, y)$. Теперь в случае непрерывности $f(X)$ возможность $\Pi_{f(X)}(\xi)$ события „ $f(X) \geq \xi$ “ может быть оценена интегралом

$$\Pi_{f(X)}(\xi) = \int_{\xi}^{\infty} \mu_f(X_0, y) dy. \quad (1)$$

Используя тот факт, что $\Pi_{f(X)}(\xi)$ совпадает по смыслу со значением характеристической функции $\Theta_{E_{\xi}}(X)$ подмножества $E_{\xi} = \{X : X \in E_n, f(X) \geq \xi\}$ в точке X , обобщим оператор Ψ -преобразования [3] на случай нечеткой целевой функции:

$$\psi(\xi) = m(E_{\xi}) = \int_E \dots \int \mu_f(X, y) dy dx_1 \dots dx_n, \quad (2)$$

где m — мера.

Аналогично обобщается и выражение, полученное в [3] для прохождения координат глобального максимума:

$$\bar{x}_i(\xi) = \frac{\int_E \dots \int x_i(\xi) \cdot \rho(X, \xi) \cdot \int_{\xi}^{\infty} \mu_f(X, y) dy dx_1 \dots dx_n}{\int_E \dots \int \rho(X, \xi) \cdot \int_{\xi}^{\infty} \mu_f(X, y) dy dx_1 \dots dx_n}. \quad (3)$$

Как показано в [3], $\psi(\xi)$ — монотонно невозрастающая функция. Из этого (с учетом (1) и (2)) следует, что при увеличении уровня ξ лебегова

разбиения $0 \leq \xi_1 \leq \xi_2 < \dots < \xi^* = \sup f(X)$ области значения целевой функции численная оценка возможности $\Pi_{f(X)}(\xi)$ достижения значения ξ уменьшается. Налицо двухкритериальная задача принятия решения. Множество эффективных альтернатив зададим функцией

$$\bar{X}(\xi) = (\bar{x}_1(\xi), \dots, \bar{x}_i(\xi), \dots, \bar{x}_n(\xi)),$$

где $\bar{x}_i(\xi)$, $i = \overline{1, n}$ определяются при заданном ξ по формуле (3). Рассмотрим одну из возможных итеративно-диалоговых процедур оптимального выбора. Пусть на j -й итерации достигнуто значение $\xi^{(j)}$ целевой функции, которому соответствует альтернатива $\bar{X}(\xi^{(j)}) = X^{(j)}$ и оценка $\Pi_{f(\bar{X}^{(j)})}(\xi^{(j)}) = \Pi^{(j)}$ возможности события „ $f(\bar{X}^{(j)}) \geq \xi^{(j)}$ “; при этом $0 \leq \Psi(\xi^{(j)}) \leq C$, где $C \leq 1$ — заданная константа. В качестве критериев для оценки альтернатив будем использовать относительное уменьшение оценки возможности, так что переход в точку $(\xi^{(j+1)}, \bar{X}^{(j+1)}, \Pi^{(j+1)})$ происходит по условию

$$\frac{\xi^{(j+1)} - \xi^{(j)}}{\xi^{(j)}} \geq \alpha^{(j)}(\xi^{(j)}, \Pi^{(j)}) \cdot \frac{\Pi^{(j+1)} - \Pi^{(j)}}{\Pi^{(j)}}, \quad (4)$$

где $\alpha^{(j)}(\xi^{(j)}, \Pi^{(j)})$ — коэффициент компенсации. Для нахождения $\alpha^{(j)}$ наиболее естественно использовать зависимость $\tilde{\alpha}(\xi, \Pi)$, аппроксимирующую значения коэффициента компенсации, предварительно определенные в диалоге с лицом, принимающим решения.

Глобальный максимум нечеткой целевой функции определим как значение $f(\tilde{X}(\xi^*))$, где ξ^* является решением экстремальной задачи $\xi \rightarrow \max$ при ограничениях

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_{f(\bar{X})}(\xi)}{d\xi} &\leq \frac{\Pi_{f(\bar{X})}(\xi)}{\xi} \cdot \tilde{\alpha}(\xi, \Pi_{f(\bar{X})}(\xi)), \\ 0 &< \phi(\xi) < C, \\ \varepsilon &\leq \Pi_{f(\bar{X})}(\xi) \leq 1. \end{aligned}$$

Здесь первое неравенство получено из условия (4) предельным переходом а $\varepsilon > 0$ и $C \leq 1$ — заданные константы.

Для полноты изложения осталось зафиксировать вид ф. п. Будем использовать аналитическое выражение $v = \exp(-au^k)$, $u \geq 0$, график которого соответствует по форме психофизическим зависимостям „стимул-реакция“, установленным экспериментально [4]. Указанные зависимости характеризуются двумя пороговыми точками $C_1(u_1, v_1)$ и $C_2(u_2, v_2)$, причем в пределах $0 \leq u \leq u_1$ и $u_2 \leq u < \infty$ субъективная реакция меняется незначительно, а в межпороговой зоне $u_1 \leq u \leq u_2$ реакция весьма чувствительна к изменению стимула. После задания (экспертным путем) C_1 и C_2 можно доопределить параметры k и a : $k = [\ln(\ln v_2 / \ln v_1)] / \ln(u_2 / u_1)$; $a = -(\ln v_1) / u_1^k$. Ф. п. предложенного вида непрерывна, дифференцируема, легко интерпретируема, удовлетворяет аксиомам метрики.

В соответствии со сказанным положим $\mu_f(X, \xi) = \exp(-a|f(X) - \xi|^k)$, где в общем случае $a = a(X)$, $k = k(X)$, а $\Phi(X)$ — „четкий“ аналог расматриваемой функции $f(X)$. Тогда для оценки возможности события „ $f(X) \geq \xi$ “ имеет место выражение

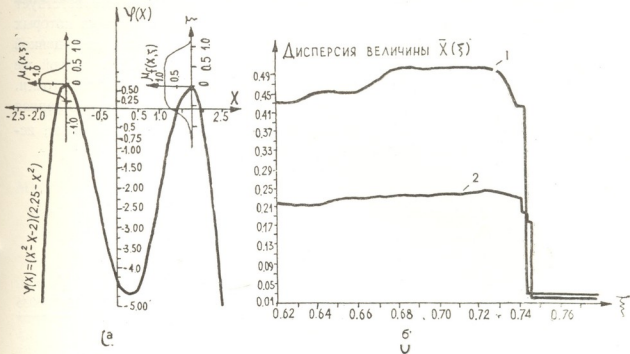


Рис. 1. Поиск глобального максимума нечеткой функции: а) график оптимизируемой функции; б) зависимость дисперсии X-координаты возможного решения от уровня разбиения области значений целевой функции при различных способах зондирования области поиска (1 — ЛПГ последовательности, 2 — псевдослучайные числа)

$$\Pi_{f(X)}(\xi) = \int_{\xi}^{\infty} \mu_f(X, y) dy = 0,5 \left(1 + \frac{\operatorname{sgn}(\varphi(X) - \xi)}{k \cdot T(1 + 1/k)} \right) \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot a^{n+1/k}}{n!(n + 1/k)} \cdot |\varphi(X) - \xi|^{n+1}, \quad (5)$$

где $\Gamma(\cdot)$ — гамма-функция. Заметим, что в соответствии с теорией нечетких множеств оцениваемая возможность отлична от 0 при $\varphi(X) < \xi$ и от 1 — при $\varphi(X) > \xi$, в случае же $\varphi(X) = \xi$ она равна 0,5. Полученное для $\Pi_{f(X)}(\xi)$ выражение позволяет вычислить многомерные интегралы в (2) и 3) также, как это делается при реализации метода Φ -преобразования для нахождения глобального экстремума обычных („четких,“) функций.

Пример. Найдем глобальный экстремум нечеткой функции с „четким“ аналогом $\varphi(x) = (x^2 - x - 2)/(2,25 - x^2)$ и Φ . п. с параметрами $a(X) = -(-61794 \cdot X + 108143)$ и $k(X) = -0,87X + 8,3$. „Четкий“ аналог этой функции имеет, как это видно из рис. 1, а, два экстремума одинаковой величины; на том же рисунке показаны графики $\mu_f(x_1^*, \xi)$ и $\mu_f(x_2^*, \xi)$, где $x_1^* = 1,25$ и $x_2^* = 1,75$ — абсциссы экстремальных точек. На рис. 1, б представлены графики дисперсии величины $\bar{X}(\xi)$ при $\Theta \geq 0,15$ ($\Theta = \int_{\xi}^{\infty} \mu_f \times \times(X, \xi) d\xi$), соответствующие двум способам размещения случайных то-

чек в области поиска $[-2, 3]$. Перепад на этих графиках соответствует моменту разделения этой области на две подобласти, одна из которых $[1, 3; 2, 3]$ содержит искомый экстремум, характеризующийся большей оценкой возможности события, „ $f(X) \geq \xi$ “ при достаточно большом ξ , в другой же подобласти $[-2; 1.3]$ при $\xi \approx 0.745$ практически исчерпываются точки, для которых $\Theta = P_{f(X)}(\xi) \geq 0.15$. После этого решается рассмотренная выше двухкритериальная задача нахождения глобального максимума; исходная для нее зависимость $\Theta(\xi)$ задана.

Институт вычислительной
 математики
 им. Н. И. Мусхелишвили

Академия наук СССР
 Волжское отделение Института
 геологии и разработки горючих ископаемых
 (ВОИГПГИ)

(Поступило 7.1.1988)

კიბერნეტიკა

ი. სახაროვი, ა. აკულოვი

გლობალური ოპტიმიზაციის არაწრფივი მეთოდი
 განუსაზღვრელობის პირობებში

რეზიუმე

განხილულია Ψ -გარდაქმნის მეთოდის განზოგადება არაცხადად მოცემული ფუნქციების შემთხვევის დროს, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა განუსაზღვრელობის მოდელირებისას.

მოყვანილია ასეთი არაწრფივი ფუნქციების გლობალური ოპტიმიზაციის კონსტრუქტიული რიცხვითი ალგორითმი.

CYBERNETICS

Yu. P. SAKHAROV, A. P. AKULOV

THE METHOD OF NONLINEAR GLOBAL OPTIMIZATION UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Summary

The paper deals with the extension of ψ -transformation method in case of fuzzy functions which are used for modelling different uncertainties. A constructive computing algorithm for global optimization of such nonlinear functions is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Орловский. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: 1981.
2. L. A. Zadeh. Fuzzy sets as a basis for a possibility theory. "Fuzzy Sets Syst.", 1978, v. 1, № 1, 3—28.
3. В. К. Чичинадзе. Решение невыпуклых нелинейных задач оптимизации. М., 1983.
4. И. В. Ежкова, Д. А. Поспелов. Изв. АН СССР, сер. «Техническая кибернетика», 1977, № 6, 3—11.

М. И. ДЖИБЛАДЗЕ, Ю. А. ДОРОШ, А. А. ЗЛЕНКО, Г. Н. КЕКЕЛИДЗЕ,
П. П. ПАШИНИН, К. А. ПРОХОРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК СЕЛЕНИДА ЦИНКА МЕТОДОМ РЕЗОНАНСНОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЙЯНИЯ СВЕТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 30.3.1988)

Среди широкозонных полупроводниковых материалов селенид цинка представляет значительный интерес как основа оптоэлектронных приборов, работающих в коротковолновой области световых волн. Способ роста пленки, а также материал подложки являются определяющими для морфологии получаемых гетероструктур [1, 2]. В [3] методами рентгеноструктурного анализа и комбинационного рассеяния света (КРС) показано, что решетка $ZnSe$, первоначально образующаяся на поверхности подложки, имеет параметры $GaAs$. Это приводит к возникновению напряжений. При увеличении толщины пленки снятие напряжений происходит образованием дислокаций в структуре $ZnSe$, и для пленок с толщиной ~ 1 мкм параметр решетки совпадает с параметром объемного образца.

Исследуемые нами эпитаксиальные пленки селенида цинка были выращены МОС-гидридным методом без газа-носителя [1]. В качестве подложки использовался полуизолирующий $GaAs$ марки АП-2, толщиной ~ 500 мкм, с ориентацией (100). Удельное сопротивление $ZnSe$ составляло более 108 ом·см. Из электронографических и рентгеноструктурных анализов следует [2], что ориентация пленки была (100). Спектры КР записывались на двух образцах, представляющих собой прямоугольные пластинки размером $\sim 10 \times 15$ мм. Толщина пленки плавно увеличивалась от $\sim 0,02$ до $\sim 0,07$ мкм для образца № 1 и соответственно от $\sim 0,07$ до $\sim 0,1$ мкм для образца № 2. Возбуждение спектров КР проводилось на четырех длинах волн непрерывного аргонового лазера: 514,5 нм ($h\nu = 2,41$ эв); 488,0 нм (2,54 эв); 476,5 нм (2,60 эв); 457,9 нм (2,71 эв). В последнем случае возбуждение попадает в длинноволновый край поглощения $ZnSe$ (ширина запрещенной зоны $E_g = 2,67$ эв), что соответствует случаю резонансного комбинационного рассеяния света (РКРС).

Излучение лазера с поляризацией, перпендикулярной плоскости падения на образец, фокусировалось линзой с $f = 100$ мм на поверхность образца под углом $\sim 25^\circ$. Свет, рассеянный под углом $\sim 90^\circ$, анализировался двойным монохроматором с $F = 800$ мм. Спектральная ширина щели монохроматора составляла 3 см^{-1} .

На рис. 1,а представлен типичный спектр КР гетероструктуры $ZnSe/GaAs$ при длине волны возбуждения $\lambda = 488,0$ нм, при комнатной температуре. На рис. 1,б для сопоставления приведен спектр КР объемного, компенсированного высокоомного, монокристаллического образца $ZnSe$. Линии, наблюдаемые в этих спектрах, классифицируются по правилам отбора точечной группы симметрии T_d^2 кубической структуры сфалерита, к которой относятся полученные обычным способом монокристаллы $ZnSe$. Линии с частотами 205 и 250 см^{-1} являются соответственно поперечными ТО и продольными LO компонен-

19. „მეცნიერება“, ტ. 134, № 2, 1989

тами полярного оптического фонона симметрии F_2 . Линия 500 см^{-1} — обертона продольного оптического фонона $2LO$, линия 140 см^{-1} — обертона акустического колебания $2TA$ (L), реализуемый в критической точке L ($1/2, 1/2, 1/2$) зоны Бриллюэна. Линии на частотах 268 и 292 см^{-1} являются соответственно TO и LO компонентами полярного оптического фонона в $GaAs$.

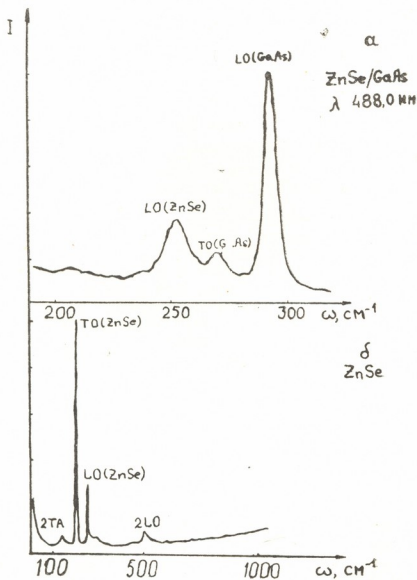


Рис. 1

Интересная особенность спектров — уменьшение полуширины линий $LO(ZnSe)$ при укорочении длины волны возбуждения для гетероструктуры $ZnSe/GaAs$ (см. таблицу). По-видимому [6], это связано с существованием в пленке вблизи частоты LO фонона монокристалла двух колебательных состояний — продольного, с теми же параметрами, что в монокристалле, и поперечного, присущего только тонким пленкам, в случае нерезонансного возбуждения. Это поперечное колебание дает основной вклад в спектрах пленок толщиной $\sim 0,1\text{ мкм}$.

Отсутствие линии TO фонона в спектрах пленок объясняется двумя факторами: во-первых, при энергиях возбуждения, близких ширине запрещенной зоны, резонансно увеличивается вклад в рассеяние фрёлиховского взаимодействия [4]; во-вторых, энергия, передаваемая поперечному фонону светом, пропорциональна величине d^2/λ^2 (d — толщина пленки) и при малых толщинах пленки $d \ll \lambda$ поглощение на частоте TO фонона отсутствует [5].



При возбуждении монокристалла $ZnSe$ квантом света, энергия которого попадает в край зоны проводимости, в спектре наблюдается широкая полоса фотолюминесценции (ФЛ), положение максимума которой соответствует ширине запрещенной зоны в $ZnSe$ $E_g = 2,67$ эв. В этих условиях ФЛ «забывает» линии КР. В спектрах КР тонких пленок ФЛ отсутствует.

В таблице представлены результаты исследования гетероструктуры $ZnSe/GaAs$ для разных длин волн возбуждения и толщины напыленного слоя. За определяющую величину взято соотношение интенсивностей линий $LO(ZnSe)$ и $LO(GaAs)$. Эта величина может служить хорошей характеристикой толщины напыленного слоя по кристаллу в случае использования фиксированной длины волны, а также показывает динамику изменения свойств КРС и РКРС при укорочении длины волны возбуждения. При возбуждении $\lambda = 514,5$ нм осуществляются нерезонансные условия для $ZnSe$ и резонансные для $GaAs$. Этим объясняется значительный вклад в рассеяние от подложки из $GaAs$. При увеличении толщины слоя $ZnSe$ от $\sim 0,02$ до $\sim 0,1$ мкм происходит заметное увеличение интенсивности линии $LO(ZnSe)$. Интересно, что в работе [7] при температуре 12К для пленок, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии, интенсивность линии $LO(GaAs)$ уменьшалась до достижения критической толщины $\sim 0,2$ мкм, после чего введение дислокаций в решетку вызвало увеличение ее интенсивности. В нашем случае для пленок, выращенных МОС-гидридным методом, с толщиной меньше критической, что свидетельствует о наличии напряжений в решетке, не было замечено заметного уменьшения интенсивности линии $LO(GaAs)$. Уменьшение вклада в рассеяние от подложки проявляется при увеличении энергии возбуждения. В резонансном случае для $ZnSe$ ($\lambda = 457,9$ нм) для пленок толщиной $\sim 0,1$ мкм лишь незначительная часть излучения лазера достигает подложки. Вклад в рассеяние почти полностью приходится на долю $LO(ZnSe)$. Такие четкие различия в спектрах дают широкие возможности использования КРС и РКРС, как, по сути, бесконтактных, не разрушающих структуру методов исследования.

λ , нм		514,5	488,0	476,5	457,9
$\frac{I^{LO}(ZnSe)}{I^{LO}(GaAs)}$, отн. ед.	$d \sim 0,02$ мкм	0,05	0,10	0,3	0,4
	$d \sim 0,07$ мкм	0,08	0,23	1,2	2,1
	$d \sim 0,1$ мкм	0,15	0,35	1,7	11
$\Delta \nu^{LO}(ZnSe)$, см ⁻¹		20	12	10	6

Проведенные нами исследования при разных длинах волн возбуждения показали целесообразность использования вполне определенных лазерных частот при решении различных задач по изучению гетероструктуры $ZnSe/GaAs$. Изменение параметра решетки, влияние подложки, определение толщины слоя напыления удобно производить в случае нерезонансного Кр при $\lambda = 514,5$ нм, $\lambda = 488,0$ нм. В то же время ФЛ и свойства селенида цинка целесообразно изучать методом РКРС при $\lambda = 457,9$ нм и меньших длинах волн возбуждения.

Таким образом, методами КРС и РКРС можно предсказать кристаллическое строение гетероструктуры $ZnSe/GaAs$, являющейся определяющей для оптических и электрических свойств образцов, полученных различными способами.

Тбилисский государственный
университет

Академия наук СССР
Институт общей физики

(Поступило 1.4.1988)

ფიზიკა

ა. ჯიგლაძე, ი. დოროში, ა. ზლენკო, გ. კეკელიძე, პ. პაშინინი,
კ. პროხოროვი

ცინკის სელენიდის თხელი აფსკებზე გამოკვლევა სინათლის
კომბინაციური გაბნევის მეთოდით

რეზიუმე

ნაჩვენებია $ZnSe$ თხელ აფსკებში რეზონანსული და არარეზონანსული კომბინაციური გაბნევის სპექტრების ხარისხობრივი სხვადასხვაობა. ნაჩვენებია კომბინაციური გაბნევის სპექტრის დინამიკა აღმგზნები ტალღის სიგრძის ცვლილების დროს და $ZnSe/GaAs$ პეტეროსტრუქტურის დაფენილი ფენის სისქის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის.

PHYSICS

M. I. JIBLADZE, Yu. A. DOROSH, A. A. ZLENKO, G. N. KEKELIDZE,
P. P. PASHININ, K. A. PROKHOROV

RESONANT RAMAN STUDY OF THIN $ZnSe$ LAYERS

Summary

The qualitative difference between Raman and resonant Raman scattering spectra of thin $ZnSe$ layers on $GaAs$ substrates is presented. The dynamics of Raman and resonant Raman scattering properties alteration for $ZnSe/GaAs$ heterojunction while changing the excitation wavelength is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Жук, А. А. Зленко. Тез. докл. IV Всесоюз. совещания «Применение металлоорганических соединений для получения неорганических покрытий». М., 1986, 152.
2. Б. В. Жук, Е. З. Разов, Е. Е. Коротышева и др. Тез. докл. V Всесоюз. совещания «Применение металлоорганических соединений для получения неорганических материалов». М., 1987, 234.
3. T. Matsumoto *et al.* Japanese J. of Appl. Phys., vol. 26, №5, 1987, p. 576.
4. Scott *et al.* Phys. Rev., vol. 188 №3, 1969, p. 1285.
5. Л. К. Водопьянов, Е. А. Виноградов. ФТТ, т. 16, вып. 5, 1974, 1432.
6. Е. А. Виноградов и др. ФТТ, т. 21, вып. 9, 1979, 2744.
7. D. J. Olego. Appl. Phys. Lett. 51 (18), 1987, p. 1422.



О. О. ГАЧЧИЛАДЗЕ, Н. И. КУФДИАНИ, Э. Р. КУТЕЛИЯ,
 А. А. МИРЦХУЛАВА, В. Б. ОСВЕНСКИЙ, Б. Г. ЭРИСТАВИ

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ВТОРИЧНУЮ ИОННУЮ ЭМИССИЮ В КОМПЕНСИРОВАННЫХ ОБРАЗЦАХ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 25.2.1988)

В технологии изготовления полупроводниковых приборов широкое применение находит лазерный отжиг ионнолегированных областей полупроводникового материала. Передача кристаллу за короткий промежуток времени большой энергии приводит к разрыву химических связей в облученном кристалле — к «расплавлению» материала [1]. Не исключено, что после рекристаллизации может сохраниться некоторая разупорядоченность структуры, которая способна оказать влияние на параметры изготавливаемых полупроводниковых приборов. Поэтому представляется интересным изучение вопроса о дефектообразовании на поверхности полупроводника после облучения лазером.

В качестве метода исследования нами выбран метод вторичной ионной масс-спектрографии (ВИМС), который очень чувствителен к нарушениям структуры твердого тела [2]. При изменении условий формирования вторичных ионов матрицы меняется и основной параметр ВИМС — коэффициент выхода вторичных ионов Ga^+ , что приводит к вариации вторичного ионного тока (I_{Ga}^+). Нарушение структуры твердого тела однозначно вызывает увеличение или уменьшение I_{Ga}^+ в зависимости от типа нарушения.

В силу последнего необходимо в отдельных случаях при интерпретации данных по ВИМС иметь в виду возможные искажения данных из-за стехиометрических отклонений на поверхности. Целесообразно проводить исследования в этом направлении для сопоставления результатов измерений с известной структурой дефектов.

В настоящей работе изучено влияние облучения лазером и быстрыми нейтронами на величину эмиссии вторичных ионов Ga^+ из высокоомного арсенида галлия. Образцы арсенида галлия получали методом компенсации относительно чистых электронных кристаллов ($n \sim 10^{15} \text{ см}^{-3}$) окисью хрома ($GaAs : Cr_2O_3$). Электрические параметры после компенсации были: $n \sim 1,6 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$, $\mu \sim 4000 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ при 291°K , $N_{Cr} \sim 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

Образцы облучали разными потоками энергии: 0,65; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 Дж/см² наносекундного импульса рубинового лазера ($\lambda = 0,694 \text{ мкм}$).

На рис. 1 показано распределение тока вторичных ионов Ga^+ по глубине кристалла. Как видно из рисунка, после лазерного облучения потоком 0,8 Дж/см² на профиле распределения тока Ga^+ появляется заметный пик на расстоянии 1500 Å от облученной поверхности. По-

вышенное значение тока простирается до глубины 4500 Å. При увеличении потока до $1,0 \text{ Дж/см}^2$ растут высота пика и глубина простираения так называемого «хвоста» тока. Дальнейшее увеличение потока энергии приводит к увеличению площади под кривой без изменения высоты максимума. Из данных рис. 1 можно оценить пороговую энер-

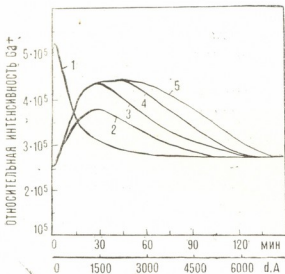


Рис. 1. Относительная интенсивность вторичных ионов Ga^+ для необлученных лазером $GaAs:Cr_2O_3$ кристаллов дозами W : 1—необлученного; 2— $0,8 \text{ Дж/см}^2$; 3— $1,0 \text{ Дж/см}^2$; 4— $1,2 \text{ Дж/см}^2$; 5— $1,4 \text{ Дж/см}^2$

гию лазерного импульса, вызывающую появление устойчивых дефектов $W_{\text{порог}} 0,8 \text{ Дж/см}^2$. Различие между формой кривой 1 и остальными кривыми рис. 1 можно объяснить эффектом связывания кислорода, адсорбированного на поверхности образцов, в химически более пассивные комплексы, стимулированного ионизирующим воздействием лазера [3].

Совокупность представленных на рис. 1 результатов удовлетворительно согласуется с данными [1] по лазерному отжигу имплантированного арсенида галлия.

Если передача большой энергии кристаллу с помощью лазерного луча может привести к остаточной разупорядоченности, в результате

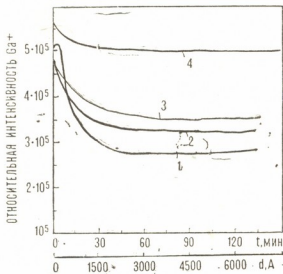


Рис. 2. Относительная интенсивность вторичных ионов Ga^+ для необлученного и облученных нейтронами $GaAs:Cr_2O_3$ кристаллов дозами Φ : 1—необлученного; 2— $4 \cdot 10^{14} \text{ н/см}^2$; 3— $8 \cdot 10^{14} \text{ н/см}^2$; 4— $1,5 \cdot 10^{15} \text{ н/см}^2$

которой увеличивается ток вторичных ионов, то к аналогичному результату должен привести и иной способ передачи значительной энергии большой группе атомов— облучение быстрыми нейтронами (создание разупорядоченных областей—РО). В качестве контрольного

эксперимента кристаллы $GaAs:Cr_2O_3$ облучали быстрыми реакторными нейтронами. Для предотвращения проникновения тепловых нейтронов образцы были помещены в кадмиевые контейнеры. Потоки нейтронов составляли $\Phi_1 = 4 \cdot 10^{14}$ н/см², $\Phi_2 = 8 \cdot 10^{14}$ н/см² и $\Phi_3 = 1,5 \cdot 10^{15}$ н/см², которым соответствовали концентрации РО $N_1 = 3 \cdot 10^{15}$ см⁻³, $N_2 = 0,2 \cdot 10^{15}$ см⁻³ и $N_3 = 1,1 \cdot 10^{16}$ см⁻³. Как видно из рис. 2, увеличение дозы нейтронов приводит к постепенному увеличению выхода вторичных ионов Ga^+ . Резкое увеличение наблюдается при облучении наибольшим потоком. Это можно понять, если учитывать экспоненциальный рост доли объема, занимаемого РО, с увеличением их концентрации. Тот факт, что формы кривых для случаев лазерного облучения и воздействия нейтронов различаются, можно, видимо, объяснить малой глубиной слоя, содержащего остаточные дефекты, тогда как быстрые нейтроны создают дефекты по всей толщине образца.

Для возможного объяснения структуры остаточных дефектов после лазерного облучения нами принято, что РО в соединениях A^3B^5 и, в частности, в $GaAs$ представляют собой аморфные включения материала [4, 5], чем, видимо, обусловлено увеличение ионного тока Ga^+ [6]. Тогда аналогичное увеличение ионного тока в случае лазерного облучения, возможно, указывает на то, что остаточные дефекты представляют собой аморфизированные области.

Тбилисский государственный университет
 Проблемная НИЛ
 физики полупроводников

(Поступило 26.2.1988)

ფიზიკა

ო. ბაჩიჩილაძე, ნ. ჭურღიანი, ე. ჭუთელია, ა. მიცხულავა,
 ვ. ოსმენსკი, ბ. ერისთავი

გამოსცემის გავლენა მეორადი იონების ემისიაზე
 კომპენსირებულ გალიუმის არსენიდის ნიმუშებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ლაზერული იმპულსის გავლენა მეორადი Ga^+ იონების დენზე მაღალმიან გალიუმის არსენიდის კრისტალებისათვის. ნაჩვენებია, რომ ლაზერული სხივის ენერჯიის ზრდით იზრდება მეორადი იონების დენი. ეს მოვლენა მიეწერება ნარჩენი დეფექტების არსებობას ნიმუშის ლაზერული გამოწვის შედეგად. ამ ექსპერიმენტის შედეგები ხარისხობრივად და რაოდენობრივად ემთხვევა ლაზერით დასხივების შედეგს. გამოთქმულია ვარაუდი, რომ ლაზერული გამოწვის შედეგად გალიუმის არსენიდის მაღალმიან კრისტალში რჩება ნარჩენი დეფექტები მოუწესრიგებელი არეების სახით.

O. O. GACHECHILADZE, N. I. KURDIANI, E. R. KUTELIA, A. A. MIRTSKHULAVA,
 V. B. OSVENSKY, B. G. ERISTAVI

THE EFFECT OF IRRADIATION ON SECONDARY ION EMISSION IN COMPENSATED GaAs SAMPLES

Summary

The influence of laser impulse on secondary ions of Ga from GaAs crystals has been studied. It is shown that the growth of laser beam energy causes the growth of the secondary ion current. It is suggested that different residual imperfections after laser annealing are responsible for this phenomenon. Experimental results agree both qualitatively and quantitatively with the results of laser irradiation. It is proposed that laser annealing causes some imperfections, such as disordered areas, in highly resistive GaAs crystals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Фоти. «Ионная имплантация в полупроводники и другие материалы». М., 1980, 131—145.
2. Р. Пукас, Г. Зубаускас, Г. Балчайгас, А. Сакалас, Л. Пранявичус. Литовский физ. сб., XXIV, № 4, 1984, 65—69.
3. О. О. Гачечиладзе, Б. Г. Эристави, Н. И. Курдиани, А. А. Мирцхулава. Всесоюзное совещание по GaAs. Сб. трудов, т. I. Томск, 1987, 179—181.
4. Р. Ф. Копотева, В. Л. Литвинов, Н. А. Ухин. Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий. М., 1971, 58.
5. Н. В. Барамидзе, Н. И. Курдиани, Э. Р. Кутелия. Сообщения АН ГССР, III, № 2, 1983, 273—275.
6. Г. Вернер. В кн.: «Электронная и ионная спектроскопия твердых тел». М., 1981.



П. А. ДАЛАКИШВИЛИ

К ТЕОРИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ
 ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАЗМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. Г. Ломинадзе 22.3.1988)

В работе [1], на основе [2], рассматривалась устойчивость резкой границы холодной электронной плазмы, находящейся в поле однородной высокочастотной волны накачки с учетом релятивистских эффектов.

В настоящем сообщении в нерелятивистском приближении учитывается вклад второй гармоники волны накачки, нормально падающей на границу плазмы, и показано, что он определяет инкремент развития параметрической неустойчивости на частоте квазистатических поверхностных волн. Отметим, что для случая слабонеоднородной плазмы такой эффект рассматривался в [3].

Рассмотрим нормальное падение электромагнитной волны частоты ω_0 и амплитуды \vec{E}_1 , направленной вдоль оси x

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_1(z) e^{-i\omega_0 t} + \text{к. с.} \quad (1)$$

Имея в виду большую инерцию ионов, будем описывать взаимодействие электромагнитного поля (1) с плазмой системой уравнений холодной гидродинамики электронной жидкости

$$\frac{dn_e}{dt} + \text{div } n_e \vec{V}_e = 0, \quad (2)$$

$$\frac{d\vec{V}_e}{dt} + (\vec{V}_e \vec{\nabla}) \vec{V}_e = \frac{e}{m} \vec{E} + \frac{e}{m_e c} [\vec{V}_e \vec{B}], \quad (3)$$

дополненную уравнениями Максвелла для электрического \vec{E} и магнитного \vec{B} полей

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{d\vec{B}}{dt}, \quad (4)$$

$$\text{rot } \vec{B} = \frac{1}{c} \frac{d\vec{E}}{dt} + \frac{4\pi e}{c} n_e \vec{V}_e. \quad (5)$$

Здесь: e , m_e , n_e , \vec{V}_e — заряд, масса, плотность и скорость электронов.

Основное состояние плазмы, устойчивость которого будет исследоваться, описывается следующими соотношениями, вытекающими из уравнений (2)–(5) в предположении малости амплитуды осцилляции электрона на удвоенной частоте волны накачки по сравнению с характерным масштабом неоднородности:



$$n^{(0)} = \langle n \rangle + n_2 e^{-2i\omega_0 t} + \text{к. с.}, \quad (6)$$

$$\vec{V}^{(0)} = \vec{V}_1 e^{-i\omega_0 t} + \vec{V}_2 e^{-2i\omega_0 t} + \text{к. с.}, \quad (7)$$

$$\vec{E}^{(0)} = \langle \vec{E} \rangle + \vec{E}_1 e^{-i\omega_0 t} + \vec{E}_2 e^{-2i\omega_0 t} + \text{к. с.}, \quad (8)$$

$$\vec{B}^{(0)} = \vec{B}_1 e^{-i\omega_0 t} + \text{к. с.} \quad (9)$$

Здесь

$$\langle n \rangle = n_0(z) + \frac{1}{4\pi m_e \omega_0^2} \frac{d^2}{dz^2} |\vec{E}_1|^2, \quad (10)$$

$$n_2 = \frac{e^2}{8m_e \omega_0^4} \frac{d}{dz} \left(\frac{n_0}{\epsilon_2^{(0)}(z)} \frac{dE_1^2}{dz} \right), \quad (11)$$

$$\vec{V}_1 = \frac{ieE_1}{m_e \omega_0} \vec{e}_x, \quad (12)$$

$$\vec{V}_2 = \frac{ie^2}{4m_e^2 \omega_0^3} \frac{1}{\epsilon_2^{(0)}(z)} \frac{dE_1^2}{dz} \vec{e}_z, \quad (13)$$

$$\langle \vec{E} \rangle = \frac{e}{m_e \omega_0^2} \frac{d}{dz} |\vec{E}_1|^2 \vec{e}_z, \quad (14)$$

$$\vec{E}_2 = \frac{\omega_p^2}{(2\omega_0)^2} \frac{e}{2m_e \omega_0^2} \frac{1}{\epsilon_2^{(0)}(z)} \frac{dE_1^2}{dz} \vec{e}_z, \quad (15)$$

$$\vec{B}_1 = -\frac{ic}{\omega_0} \frac{dE_1}{dz} \vec{e}_y. \quad (16)$$

В предположении малости ширины переходного слоя по сравнению со скинковой глубиной $\delta = \frac{c}{\omega_0} (|\epsilon_1^{(0)}|)^{-1/2}$, распределение поля волны накачки в плазме определяется выражением

$$E_1 = 2E_0 \exp \left\{ -\frac{\omega_0}{c} \sqrt{|\epsilon_1^{(0)}|} z \right\}, \quad (17)$$

где E_0 — амплитуда электромагнитного излучения в вакууме; $\epsilon_1^{(0)}(z) = 1 - \frac{\omega_p^2(z)}{\omega_0^2}$ — диэлектрическая проницаемость плазмы на основной частоте

$\epsilon_2^{(0)}(z) = 1 - \frac{\omega_p^2(z)}{(2\omega_0)^2}$ — диэлектрическая проницаемость плазмы на удвоенной частоте волны накачки; $\omega_p(z)$ — плазменная частота; $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$ — единичные орты осей x, y, z .

Перейдем к исследованию устойчивости основного состояния (6) — (9). Учитывая одномерный характер неоднородности, пространственную зависимость возмущенных величин в направлении оси y , перпендикулярной градиенту плотности плазмы, примем $\sim e^{iky}$. Временную зависимость возмущений представим в виде разложения в ряд по гармоникам волны накачки. Уравнение, описывающее параметрическую связь гармоник тангенциальной компоненты электрического поля возмущений δE_{yn} , может быть записано в виде

$$\begin{aligned} \frac{d}{dz} \left\{ \frac{\epsilon_n}{\kappa_n^2} \frac{\partial E_y^n}{\partial z} - \frac{i\omega_p^2}{\omega_n^2} \frac{\partial}{\partial z} \left[V_0^{(0)} \left(\frac{1}{\omega_{n-2}\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} - \frac{1}{\omega_{n+2}\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} \right) \right] - \right. \\ \left. - \omega_p^2 \frac{n_2}{n_0 \omega_n} \left(\frac{1}{\omega_{n+2}\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} + \frac{1}{\omega_{n-2}\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} \right) - \frac{iV_0^{(0)}}{\omega_n} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} \right) + \frac{iV_0^{(0)}}{\omega_n} (E_y^{n-2} - E_y^{n+2}) \right\} - \epsilon_n E_y - ik_y^2 \frac{\omega_p^2}{\omega_n^2} V_0^{(0)} \left(\frac{1}{\omega_{n-2}\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} - \right. \\ \left. - \frac{1}{\omega_{n+2}\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} \right) + \frac{\omega_p^2 n_2}{n_0} \left(\frac{E_y^{n+2}}{\omega_{n+2}} + \frac{E_y^{n-2}}{\omega_{n-2}} \right) = 0. \end{aligned} \quad (18)$$

Граничные условия получаются путем интегрирования (18) по узкому переходному слою, ширина которого затем устремляется к нулю и имеет вид

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{\epsilon_n}{\kappa_n^2} \frac{\partial E_y^n}{\partial z} \right\} \Big|_{-0}^{+0} - \frac{i\omega_p^2}{\omega_n^2} \frac{\partial}{\partial z} \left[V_0^{(0)} \left(\frac{1}{\omega_{n-2}\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} - \frac{1}{\omega_{n+2}\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} \right) \right] \Big|_{-0}^{+0} - \\ - \frac{\omega_p^2}{\omega_n} \frac{n_2}{n_0} \left(\frac{1}{\omega_{n+2}\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} + \frac{1}{\omega_{n-2}\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} \right) \Big|_{-0}^{+0} - \frac{iV_0^{(0)}}{\omega_n} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\kappa_{n-2}^2} \frac{\partial E_y^{n-2}}{\partial z} - \right. \\ \left. - \frac{1}{\kappa_{n+2}^2} \frac{\partial E_y^{n+2}}{\partial z} \right) \Big|_{-0}^{+0} - \frac{iV_0^{(0)}}{\omega_n} (E_y^{n-2} - E_y^{n+2}) \Big|_{-0}^{+0} = 0, \end{aligned} \quad (19)$$

$$E_y^n \Big|_{-0}^{+0} = E_y^{n-0} \quad (20)$$

Подставляя в (19) и (20) выражения для поля

$$\delta E_y^n = \begin{cases} \delta E_y^n(0) e^{-\kappa_n^{(p)} z} & z > 0 \\ \delta E_y^n(0) e^{\kappa_n^{(v)} z} & z < 0 \end{cases},$$

получаем дисперсионное уравнение

$$\begin{aligned} \left(\frac{\epsilon_1^{(p)}}{\kappa_1^p} + \frac{1}{\kappa_1^v} \right) \left(\frac{\epsilon_1^{(p)}}{\kappa_{-1}^p} + \frac{1}{\kappa_{-1}^v} \right) = \left[\frac{\omega_p^2}{\omega_0^2} \frac{V_E^2}{c^2} \frac{\epsilon_1^{(0)}}{\epsilon_2^{(0)}} \right]^2 \times \\ \times \left(\frac{1}{\kappa_{-1}^p} - \frac{c}{\omega_{-1} \sqrt{|\epsilon_1^{(0)}|}} \right) \left(\frac{1}{\kappa_1^p} + \frac{c}{\omega_1 \sqrt{|\epsilon_1^{(0)}|}} \right). \end{aligned} \quad (21)$$

Решая уравнение (21) в квазистатическом пределе

$$\left(k^2 c^2 \gg \omega_p^2, \quad \omega_0 = \frac{\omega_p}{\sqrt{2}} \right),$$

можно получить соответствующий инкремент

$$\gamma_{\max} = \frac{\omega_p}{\sqrt{2}} \frac{V_E^2}{c^2} \frac{ck}{\omega_p}. \quad (22)$$

Из (22) видно, что полученное выражение для инкремента в $\frac{ck}{\omega_p}$ раз превышает соответствующее значение, полученное в работе [1], где учитывались только эффекты релятивистского уменьшения массы. Из (22) видно также, что наиболее быстро развиваются коротковолновые поверхностные колебания. Включение диссипации поверхностных волн $\bar{\gamma}$, связанное с затуханием Ландау на электронах, начинает

проявляться с длин волн $\lambda < k_0^{-1} \cong r_{De}$, где $r_{De} = \frac{v_{Te}}{\omega_p}$ — дебаевский радиус электронов; v_{Te} — средняя тепловая скорость электронов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 1.4.1988)

ფიზიკა

პ. დალაკიშვილი

ელექტრულ პლასმაში ზედაპირული ტალღების კარამეტრული
 აღგზნების თეორიისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ნახევრადშემოსაზღვრული მკვეთრსაზღვრიანი ცივი პლაზმის მდგრადობა. მიღებულია არამდგრადობის გამოსახულება ზედაპირული ტალღის სიხშირეზე. ნაჩვენებია, რომ კვაზისტატიკურ მიახლოებაში დატუმბვის ტალღის მეორე ჰარმონიკა იძლევა განმსაზღვრელ წვლილს ინკრემენტში მასის რელატივისტური ცვლილებისა და მაგნიტური ველის გენერაციის ეფექტებთან შედარებით.

PHYSICS

P. A. DALAKISHVILI

FOR THE THEORY OF PARAMETRIC EXCITATION OF SURFACE WAVES IN AN ELECTRON PLASMA

Summary

Stability of a half-bounded cold plasma with a sharp boundary is studied. The expression for the growth rate of instability at a surface wave frequency is derived. It is shown that in the quasistatic limit accounting of the second harmonic effect is decisive as compared to the contribution of the effects of relativistic variation of electron masses and generation of quasistatic magnetic fields.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Д. Поладзе, Л. Г. Керашвили. Письма в ЖЭТФ, т. I, вып. 23, 1975.
2. Н. Л. Цинцадзе. ЖЭТФ, т. 59, 1970, 1251.
3. А. М. Домрин, Р. Р. Рамазашвили. КСФ, ФИАН СССР, № 7, 1970.

Г. С. МАРТҚОПЛИШВИЛИ

ВОЗВРАТ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОГО НИОБИЯ КРАТКОВРЕМЕННЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 18.4.1988)

Известно, что в металлах избыточное количество точечных дефектов можно создавать с помощью различного вида внешних воздействий: облучением высокоэнергетичными частицами, закалкой или холодной деформацией. Удаление точечных дефектов при отжиге из кристалла происходит благодаря нагреванию образца до температур, соответствующих значениям тепловой энергии, достаточным для их рекомбинации или для их перемещения к стокам. Для определения энергии активации движения точечных дефектов и кинетики отжига из экспериментальных данных пользуются разными методами, которые подробно описаны в монографии А. Дамаска и Дж. Динса [1].

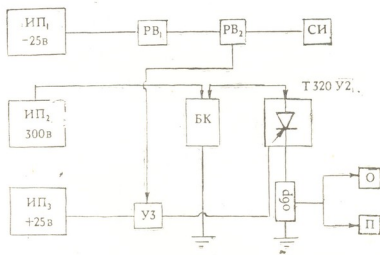


Рис. 1. Блок-схема установки

В данной работе предлагается новый экспериментальный метод для изучения процессов возврата и стадий отжига точечных дефектов в металлах. Суть метода заключается в следующем. Через металлический образец, предварительно подвергнутый внешнему воздействию, в результате которого в нем возникает неравновесное количество точечных дефектов, пропускаются кратковременные импульсы электрического тока большой плотности. Образец при этом находится при температуре жидкого азота. Измеряется электрическое сопротивление до и после пропускания импульсов тока. В результате импульсно-токовой обработки электрическое сопротивление образца уменьшается, т. е. протекает процесс, аналогичный процессу возврата, который имеет место при проведении изотермических или изохронных отжигов. Однако в данном случае температура образца, контролируемая датчиком, заметно не изменяется, а электрическое сопротивление образца уменьшается. С увеличением энергии импульса происходит плавное

изменение электрического сопротивления образца. В качестве источника энергии используется конденсаторная батарея, постоянно запитываемая от маломощного электронисточника и периодически замыкаемая на образец через тиристорный разрядник, формирующий импульс требуемой силы тока и длительности. Блок-схема установки, с по-

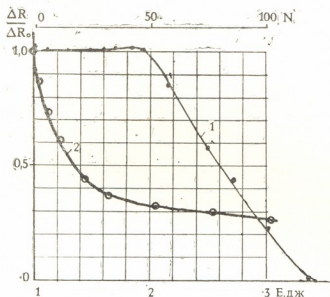


Рис. 2. Зависимость изменения электросопротивления от энергии и количества импульсов

мощью которой можно провести импульсно-токовую обработку, приведена на рис. 1. ИП1, ИП2, ИП3 — источники постоянного тока, РВ1, РВ2 — реле времени, СИ — счетчик импульсов, ТЗ20 У2 — управляющий диод, О — осциллограф, П — потенциометр, УЗ — схема управления запуска, БК — батарея конденсаторов.

Эксперименты с использованием данной методики были проведены на холоднодеформированных образцах ниобия с содержанием кислорода $4,5 \cdot 10^{-2}$ вес. % в твердом растворе. Прокатка проводилась при

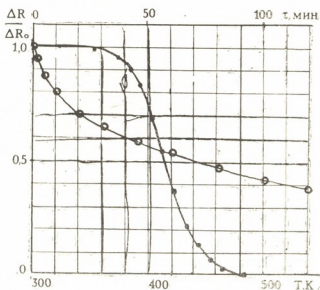


Рис. 3. Зависимость изменения электросопротивления от температуры отжига

комнатной температуре. На рис. 2 даны зависимости изменения электрического сопротивления от энергии (кривая 1) и количества импульсов заданной энергии (кривая 2). Длительность импульса составляет $0,7 \cdot 10^{-3}$ сек, а плотность тока достигает $5 \cdot 10^9$ А/м².

На рис. 3 представлены кривые изотермического и изохронного отжига холоднодеформированного ниобия. Содержание кислорода такое же, как и в предыдущем случае. Время выдержки при каждой

температуре в процессе изохронного отжига составляет 15 мин. Электросопротивление после каждой ступени изохронного отжига измерялось при температуре жидкого азота. Температура в ванне с жидким азотом контролировалась с помощью контрольного образца. Изотермический отжиг проводился при температуре 403 К.

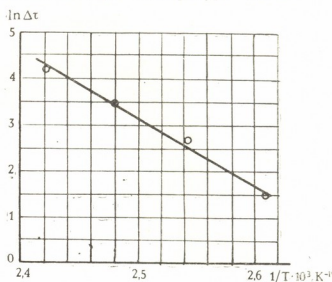


Рис. 4. Расчет энергии активации по данным изохронного и изотермического отжигов

Для определения энергии активации процессов отжига по кривым изотермического и изохронных отжигов строят зависимости $\ln \Delta\tau$ от обратной температуры, где $\Delta\tau$ — время, необходимое для достижения заданного уровня возврата при изотермическом отжиге, а T — соответствующая температура, определенная из кривой изохронного отжига.

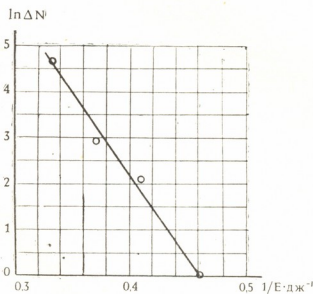


Рис. 5. Расчет энергии активации по данным импульсной обработки

На рис. 4 приведены зависимости $\ln \Delta\tau = f\left(\frac{1}{T}\right)$, полученные из данных изотермического и изохронного отжигов. Значение энергии активации процесса возврата составляет 1,10 эВ. В формулу для расчета энергии активации при использовании данной методики вместо тепловой энергии kT необходимо ввести энергию электрического импульса E , а вместо времен $\Delta\tau$ — количество импульсов ΔN заданной энергии.

На рис. 5 представлены зависимости $\ln \Delta N = f\left(\frac{1}{E}\right)$. Величина энергии активации, рассчитанная данным способом, составляет 1,14 эВ. В интервале температур 400—500 К в холоднодеформированном ниобии



наблюдается так называемая III стадия отжига, которую связывают с движением кислородных атомов [2] либо с движением комплексов кислород-вакансия [3]. Энергия активации этого процесса равняется 1,17 эВ. Целью настоящей работы не является обсуждение механизма процесса возврата на данной стадии. Приведенные в работе результаты указывают на возможность получения такой же информации об энергетических параметрах точечных дефектов, какую получают из трудоемких и длительных экспериментов по изотермическому и изохронному отжигам.

Следует подчеркнуть, что при применении данного метода весь процесс эксперимента легко поддается автоматизации. Кроме того, предлагаемым методом можно получить информацию об энергетических параметрах точечных дефектов при проведении длительных внутриреакторных экспериментов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 28.4.1988)

ფიზიკა

ბ. მარტყოფლიშვილი

ცივად დეფორმირებული ნიობიუმის ელექტროწინალობის აღდგენა მოკლე ხანგრძლივობის დენის იმპულსებით

რეზიუმე

შესწავლილია მოკლე ხანგრძლივობის მაღალი სიმკვრივის ელექტრული დენის იმპულსების გავლენა ელექტროწინალობის აღდგენის ხასიათზე ცივად დეფორმირებულ ნიობიუმში. ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული მეთოდით შესაძლებელია წერტილოვანი დეფექტების გამოწვის სტადიებისა და აქტივაციის ენერგიის მნიშვნელობის განსაზღვრა.

PHYSICS

G. S. MARTKOPLISHVILI

ELECTRIC RESISTANCE RECOVERY IN COLD-WORKED NIOBIUM BY SHORT ELECTRIC CURRENT PULSES

Summary

In the present paper the influence of short high-density electric current pulses upon the character of the electric resistance recovery in cold-worked niobium is investigated. It is shown that the mentioned method makes it possible to determine the recovery stages and the value of the process activation energy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Дамаск, Дж. Динс. Точечные дефекты в металлах. М., 1966.
2. R. K. Powers, M. V. Doyle. J. Appl. Phys., 30, 1959.
3. И. А. Наскидашвили, Г. С. Марткоплишвили, И. Витинг, Н. А. Майсурадзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1972.



УДК 537.874.4

ФИЗИКА

Г. В. ДЖАНДИЕРИ, А. А. СЕМЕРИКОВ

СРЕДНЕЕ ПОЛЕ ПУЧКА ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СРЕДЕ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. Г. Ломинадзе 21.4.1988)

Известно, что фазовые искажения и искажения вследствие частотно-зависимого затухания приводят к деформации огибающей импульса [1]. В работе [2] методом геометрической оптики исследовался вопрос об искажении импульса среднего поля плоской волны в среде с пространственно-временными флуктуациями, не обладающей дисперсией. Следует заметить, что результаты, полученные в [2], справедливы только в области слабых флуктуаций уровня волны [3].

В данной работе мы снимем идеализацию плоской волны, т. е. будем рассматривать распространение импульсного пучка, причем за счет того, что в работе применяется локальный метод [4] для замыкания исходного уравнения. Полученные результаты справедливы и для сильных флуктуаций уровня волны [5].

Запишем волновое уравнение для электрического поля E в диэлектрике в пренебрежении эффектами деполяризации в виде

$$\left(\Delta - \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} [\tilde{\epsilon} E(\vec{r}, t)], \quad (1)$$

где $\tilde{\epsilon} = \frac{\epsilon(\vec{r}, t) - \epsilon_0}{\epsilon_0}$, $u = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_0}}$. Диэлектрическую проницаемость $\epsilon(\vec{r}, t)$ будем считать стационарной и однородной случайной функцией со средним значением ϵ_0 . Предположим, что волна распространяется вдоль оси z , а граничное условие при $z=0$ задается следующим образом:

$$E(0, \vec{\rho}, t) = e^{-i\omega_0 t} \exp\left\{-\frac{t^2}{T_u^2}\right\} \exp\left\{-\frac{\rho^2}{L_n^2}\right\}, \quad (2)$$

где $\vec{\rho} = \{x, y\}$; T_u — длительность импульса, L_n — ширина пучка в плоскости $z=0$ ($L_n \gg \lambda$, $T_u \gg \lambda$).

В случае плавных пространственно-временных неоднородностей $l \gg u/\omega_0$, $T_{\omega_0} \gg 1$ и слабых флуктуаций фазы волны на масштабе неоднородности ($\epsilon^2 k^2 l_{\text{эфф}} \ll 1$ (l и T — соответственно характерные пространственный и временной масштабы изменения диэлектрической проницаемости $\epsilon(\vec{r}, t)$, $l_{\text{эфф}} = l u T [l^2 + (uT)^2]^{-1/2}$) в пренебрежении рассеянием назад для спектральной амплитуды

$$u(\vec{x}, \omega, z) = \frac{1}{(2\pi)^3} \int_{-\infty}^{\infty} E(\vec{\rho}, z, t) \exp\{i\omega t - i\vec{x}\vec{\rho} - ih(\omega, \vec{x})z\} d\vec{\rho} dt \quad (3)$$

получим интегральное стохастическое уравнение

$$u(\vec{x}, \omega, z) = u_0(\vec{x}, \omega, z) - k_{\omega}^2 \int_0^z dz' \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\tilde{\epsilon}(\vec{x}', \omega - \nu)}{2i\sqrt{k^2 - \nu^2}} u(\vec{x} - \vec{x}', \nu) \times$$



$$\times \exp \{ iz' [h(\nu, \vec{z} - \vec{z}') - h(\omega, \vec{z})] \} d\nu d\vec{z}'. \quad (4)$$

После усреднения (4) по ансамблю реализации и размыкания корреляции в правой части уравнения локальным методом [4] можно получить уравнение для средней спектральной амплитуды поля [5]

$$\frac{\partial}{\partial z} \langle u(\omega, \vec{z}, z) \rangle = - \frac{k_{\omega}^2 \langle u(\omega, \vec{z}, z) \rangle}{4h(\omega, \vec{z})} \int_0^{\infty} d\xi \int_{-\infty}^{\infty} d\Omega \int_{-\infty}^{\infty} d\vec{x}' \Phi_{\varepsilon}(\Omega, \vec{z}', \xi) \frac{k_{\omega}^2}{h(\omega - \Omega, \vec{z} - \vec{z}')} \exp \{ i [h(\omega - \Omega, \vec{z} - \vec{z}') - h(\omega, \vec{z})] \xi \}, \quad (5)$$

где $h(\vec{z}, \omega) = (k_{\omega}^2 - \kappa^2)^{1/2}$, $k_{\omega} = \frac{\omega}{u}$, $\Phi_{\varepsilon}(\Omega, \vec{z})$ — Фурье-образ корреляционной функции диэлектрической проницаемости $B(\vec{r}, \tau) = \langle \varepsilon(\vec{r}_1, t); \varepsilon(\vec{r}_1 + \vec{r}, t + \tau) \rangle$, а $\Phi_{\varepsilon}(\Omega, \vec{z}_{\perp}, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_{\varepsilon}(\Omega, \vec{z}) \exp \{ i \kappa_{\parallel} \xi \} d\kappa_{\parallel}$.

Решая уравнение (5), переходя при помощи обратного преобразования Фурье к среднему полю $\langle E(z, \rho, t) \rangle$, получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} \langle E(z, \vec{\rho}, t) \rangle = & \left\{ \frac{L_{\Pi}}{\sqrt{\gamma}} \exp \left(- \frac{\rho^2}{\gamma} \right) \right\} \left\{ \left(1 + \frac{z}{T_u^2 u^2} \int_0^{\infty} B d\xi \right)^{-1/2} \times \right. \\ & \times \exp \left[- \frac{\left[t - \frac{z}{u} \left(1 + \frac{1}{4u} \int_0^{\infty} \left(\frac{\partial}{\partial \tau} B - \frac{u}{2} \xi \Delta_{\perp} B \right) d\xi \right)^2}{T_u^2 + \frac{z}{u^2} \int_0^{\infty} B d\xi} \right] \right\} \times \\ & \times \left\{ \exp \left[- i \omega_0 t (1 - \beta) + i \frac{\omega_0 z}{u} (1 - \beta) - \frac{\omega_0^2 z}{4u^2} (1 - \beta) \int_0^{\infty} B d\xi + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{i \omega_0 z}{4u^2} \int_0^{\infty} \frac{\partial}{\partial \tau} B d\xi - \frac{i \omega_0 z}{8u} \int_0^{\infty} \xi \Delta_{\perp} B d\xi \right] \right\}, \quad (6) \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \gamma = L_{\Pi}^2 - \frac{2iz}{k} + z \int_0^{\infty} \left(B + \frac{\xi}{2u} \frac{\partial}{\partial \tau} B \right) d\xi + iz \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial \tau} B + \frac{\xi}{2\omega_0 u} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} B \right) d\xi, \\ \beta = \frac{z \int_0^{\infty} B d\xi}{u^2 T_u^2 + z \int_0^{\infty} B d\xi}, \end{aligned}$$

причем во всех выражениях корреляционная функция $B(\rho_x, \rho_y, \rho_z, \tau)$ берется в точке $(0, 0, \xi, \xi/u)$, $k_0 = \frac{\omega_0}{u}$. Выражение в первой фигурной скобке описывает уширение пучка как за счет дифракции в однородной среде, так и за счет рассеяния на пространственно-временных неоднородностях среды. Вторая фигурная скобка описывает временную часть импульсного пучка, а третья — затухание среднего поля плоской волны и дополнительные фазовые добавки, связанные с неоднородностями.

Из выражения (6) видно, что по мере распространения импульса среднего поля в случайно-неоднородной среде его длительность увеличивается:

$$T_u^2(z) = T_u^2 + \frac{z}{u^2} \int_0^{\infty} B d\xi, \quad (7)$$

а время задержки импульса на неоднородностях по порядку величины $t_e \sim \max \left\{ \langle \epsilon^2 \rangle \frac{z}{u}, \langle \epsilon^2 \rangle \frac{z l}{T u^2} \right\}$. Из (7) следует, что для неискаженной передачи информации в рассеивающей среде необходимо, чтобы период следования импульсов был больше $T_u(z)$.

Для ширины пучка из (6) будем иметь

$$L_{\Pi}^2(z) = L_{\Pi}^2 + z \int_0^{\infty} \left(B + \frac{\xi}{2u} \frac{\partial}{\partial \tau} B \right) d\xi + \frac{\left[z \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_0} \frac{\partial}{\partial \tau} B + \frac{\xi}{2\omega_0 u} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} B \right) d\xi + \frac{2z}{k_0} \right]^2}{L_{\Pi}^2 + z \int_0^{\infty} \left(B + \frac{\xi}{2u} \frac{\partial}{\partial \tau} B \right) d\xi} \quad (8)$$

Следует заметить, что (8) в области геометрической оптики и области дифракции Фраунгофера упрощается:

$$L_{\Pi}^2(z) = \begin{cases} L_{\Pi}^2, & \text{при } \lambda z \ll L_{\Pi}^2, \\ \left(\frac{2z}{k_0} \right)^2 \frac{1}{L_{\Pi}^2 + z \int_0^{\infty} \left(B + \frac{\xi}{2u} \frac{\partial}{\partial \tau} B \right) d\xi}, & \text{при } \lambda z \gg L_{\Pi}^2. \end{cases} \quad (9)$$

Отсюда видно, что временные флуктуации диэлектрической проницаемости среды в неквазистатическом случае ($uT \ll l$) оказывают существенное влияние на уширение пучка.

Из выражения (6) нетрудно видеть, что неоднородности среды приводят к уменьшению как частоты заполнения импульса, так и величины волнового вектора среднего поля:

$$\frac{\Delta \omega(z)}{\omega_0} = \frac{\Delta k(z)}{k_0} = -z \int_0^{\infty} B d\xi / u^2 T_{\Pi}^2(z). \quad (10)$$



Затухание среднего поля за счет рассеяния на пространственно-временных неоднородностях среды равно $\frac{\omega_0^2 z}{4u^2} (1 - \beta) \int_0^\infty B d\xi$. Анализ (10)

показывает, что сначала на малых расстояниях относительное изменение средней частоты и волнового вектора уменьшается линейно, но затем этот рост замедляется, так как длительность импульса также начинает зависеть от расстояния. Этот эффект связан с тем, что в диэлектрике из-за рассеяния сильнее затухают более высокие гармоники и спектр среднего поля деформируется в сторону низких частот.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 3.5.1988)

ფიზიკა

ბ. ჯანდიერი, ა. სემერიკოვი

გამოსხივების იმპულსური კონის საშუალო ველის შესახებ სივრცულ-დროით არაერთგვაროვან გარემოში

რეზიუმე

გამოთვლილია გამოსხივებული იმპულსური კონის საშუალო ველის ჯგუფური სიჩქარე, სიხშირისა და ტალღური ვექტორის საშუალო მნიშვნელობები. შესწავლილია სივრცულ-დროითი არაერთგვაროვნების გავლენა იმპულსის ხანგრძლივობაზე და კონის სიგანის ცვლილებაზე.

PHYSICS

G. V. JANDIERI, A. A. SEMERIKOV

MEAN FIELD OF PULSE ROTATION BEAM IN THE MEDIUM WITH SPACE-TIME INHOMOGENEITIES

Summary

Group velocity and mean values of frequency and of wave vector of the mean field for a pulse radiation beam are calculated. The effect of space-time inhomogeneities on pulse duration and beam width is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Вайнштейн, Д. Е. Вакман. Разделение частот в теории колебаний и волн. М., 1983.
2. В. Г. Гавриленко, Г. В. Джандиери. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1984, 293—296.
3. С. М. Рытов, Ю. А. Кравцов, В. И. Татарский. Введение в статистическую радиофизику, ч. II. М., 1978.
4. Л. А. Чернов. Волны в случайно-неоднородных средах. М., 1975.
5. В. Г. Гавриленко, Н. С. Степанов. Изв. вузов, Радиофизика, т. 30, № 1, 1987, 3—35.
6. В. Г. Гавриленко, С. С. Петров, А. А. Семериков. Изв. вузов, Радиофизика, т. 29, № 6, 1986, 684—690.

А. М. АНДРЕЕВ, В. М. ГИЗБУРГ, Н. М. РАМИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПЛЕОБРАЗОВАНИЯ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ САМОРЕПРОДУКЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Л. Цинцадзе 26.1.1989)

Бесконтактные методы измерения формы отражающей или преломляющей свет поверхности, разработанные для поверхности раздела жидкость—газ и описанные в [1], не ограничиваются применением только к поверхности жидкости, а являются универсальными. Они могут найти применение при исследовании весьма обширной группы поверхностных явлений, охватывающей практически любые взаимодействия жидких и твердых тел: явления смачивания, процессы, приводящие к образованию и растеканию капель жидкости, процессы растворения инородных жидкостей, течения жидкостей, формирование тонких пленок и т. д. [2].

Фундаментальной количественной характеристикой смачивания является краевой угол (или угол смачивания Θ), величина которого определяется условием равновесного состояния капли под воздействием сил поверхностного натяжения на границе трех фаз: твердого тела, жидкости и газа. Это условие было получено Юнгом в 1804 г и имеет вид $\cos \Theta = (\sigma_{\tau} - \sigma_{\tau\lambda})/\sigma_{\lambda}$, где σ_{τ} , $\sigma_{\tau\lambda}$, σ_{λ} — соответственно, коэффициенты поверхностного натяжения для границ раздела твердое тело—газ, твердое тело—жидкость и жидкость—газ.

Ввиду отсутствия прямых методов измерения силы поверхностного натяжения для границ раздела твердое тело—газ и твердое тело—жидкость, величина Θ измеряется экспериментально, например, проектированием капли на экран и непосредственным измерением угла.

Основным недостатком этого метода является допущение, что поверхность твердого тела является энергетически однородной и шероховатости распределены на ней изотропно (тем самым не учитывается асимметричность форм капли). Кроме того, измерение краевых углов малых капель или тонких пленок таким способом очень затруднительно и неточно. Особые трудности возникают при измерении краевых углов расплавов металлов и при исследовании растекающихся капель и пленок жидкости.

Очевидно, что измерение истинной формы капель и пленок с использованием метода лазерной саморепродукции, описанного в [1], позволит значительно точнее измерять краевые углы для симметричных и асимметричных капель. Получение количественных данных о форме поверхности капель таким методом производится путем измерения смещения элементов решетки $\delta(x)$ в плоскости саморепродукции. В процессе формирования изображения саморепродукции происходит отражение дифрагированного на решетке света от исследуемой поверхности. Для определения формы осесимметричных поверхностей

достаточно использовать одномерные решетки, в случае же несимметричных поверхностей решетки должны быть двумерными (например, точечные растры).

При освещении исследуемой капли на просвет со стороны плоской прозрачной подложки и при выполнении условий малости углов падения и преломления светового луча на капле ($\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \gamma \approx \gamma$ и при $a \gg z(x)$, где a — расстояние от основания капли до плоскости регистрации, $z(x)$ — функция, описывающая профиль капли) дифференциальное уравнение, описывающее форму поверхности, принимает вид

$$\delta(x) = -[a(n-1)] \cdot \frac{dz}{dx}, \quad (1)$$

где n — показатель преломления жидкости. Решение уравнения (1) при граничных условиях $x=x_0$, $z(x_0)=0$ имеет вид

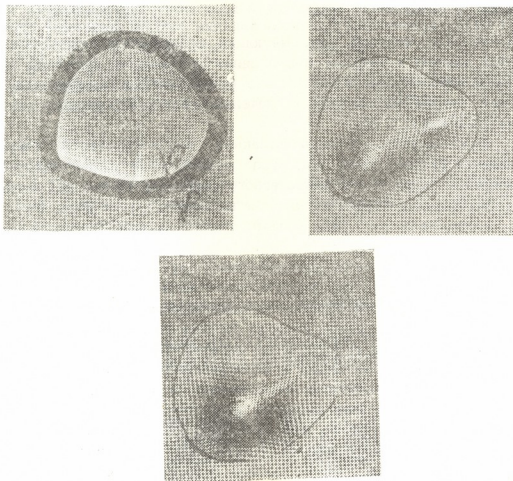


Рис. 1.а — Изображение капли трансформаторного масла на стекле; б,в — процесс слияния капель трансформаторного масла на капле машинного масла

$$z(x) = \frac{1}{a(n-1)} \int_x^{x_0} \delta(x') dx'.$$

При измерении крупных капель, когда для загробления чувствительности метода приходится регистрировать изображения на очень близких расстояниях от поверхности подложки, условия $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \gamma \approx \gamma$ могут не выполняться. В этом случае, функцию $z(x)$ надо определять из уравнения

$$\delta(x) = [a - z(x)] \operatorname{tg} \left[\frac{dz(x)}{dx} - \operatorname{arc} \sin \left(n \sin \frac{dz(x)}{dx} \right) \right]. \quad (2)$$

При необходимости определения только краевых углов, учитывая, что на границе раздела выполняется условие $-\frac{dz}{dx} \Big|_{x=x_0} = \theta$, $z(x_0) = 0$, уравнение (2) упрощается и принимает вид

$$f_n(\theta) = \operatorname{arc} \sin (n \sin \theta) - \theta = A, \quad (3)$$

где $A = \operatorname{arc} \operatorname{tg} [\delta(x_0)/a]$.

Построив зависимость $f_n(\theta)$ для наиболее часто употребляемых жидкостей и определяя величину A экспериментально, можно рассчитывать краевой угол θ в любой точке на границе капли. Очевидно, что такой способ определения краевого угла справедлив, если $0 \leq \theta \leq \theta_{\text{пред}}$, где $\theta_{\text{пред}}$ — угол полного внутреннего отражения для исследуемой жидкости. Для иллюстрации на рис. 1,а приведено изображение капли трансформаторного масла на стеклянной подложке, а на рис. 1,б,в изображения процесса слияния малых капель трансформаторного масла на капле машинного масла. На рис. 1,а,б,в одновременно присутствуют искаженные поверхностями капель изображения растров. Зависимость $f_n(\theta)$, построенная для воды ($n=1,33$) и для трансформаторного масла ($n=1,51$), приведена на рис. 2.

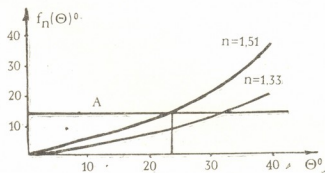


Рис. 2. График зависимости $f_n(\theta)$ для воды и трансформаторного масла

Для капли, изображенной на рис. 1,а в точке P величина $\delta(x_0) = 2,45$ мм. Учитывая, что в данном эксперименте расстояние от основания подложки (стекла) до плоскости саморепродукции составляла величину, равную 10,28 мм и воспользовавшись графиком на рис. 2, легко определить краевой угол в этой точке: $\theta \approx 23,2^\circ$.

Таким образом, применение метода лазерной саморепродукции для изучения процессов взаимодействия материалов в разных фазах дает возможность получения корректной информации о краевом угле θ , следовательно, о силах поверхностного натяжения.

ა. ანდრეევი, ვ. გინზბურგი, ნ. რამიშვილი

წვეთწარმოქმნის პროცესის კვლევა ლაზერული
თვითგამეორების მეთოდით

რეზიუმე

განხილულია წვეთწარმოქმნის პროცესის კვლევის შესაძლებლობა ლაზერული თვითგამეორების მეთოდის გამოყენებით. მოყვანილია მინის ფირფიტაზე სითხის წვეთის ნაპირა კუთხის გაზომვისა და გამოთვლის, აგრეთვე ორი სხვადასხვა სითხის წვეთების შერევის პროცესის ექსპერიმენტული შედეგები.

PHYSICS

A. M. ANDREEV, V. M. GINZBURGH, N. M. RAMISHVILI

INVESTIGATION OF THE DROPLET FORMATION PROCESS BY THE
LASER SELF-REPRODUCTION METHOD

Summary

The paper deals with the possibility of applying the method of laser self-reproduction to investigate the droplet formation process. Experimental results of measurement and calculation of boundary angles of liquid droplets on the glass substrate as well as the results of investigation of the wetting process which takes place when two droplets are mixed are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Андреев, В. М. Гинзбург, Ю. П. Пресняков, Н. М. Рамишвили. Акустический журнал, т. 33, № 1, 1987, 93.
2. Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. Физико-химические основы смачивания и растекания. М., 1976.



Е. М. ЛИНЬКОВ, Л. Н. ПЕТРОВА, Е. Г. ОРЛОВ,
 Д. Д. ЗУРОШВИЛИ

НАБЛЮДЕНИЯ СЕЙСМОГРАВИТАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 9.1.1988)

Колебания Земли с периодами порядка часа и более сопровождаются изменением гравитационного потенциала, что дает основание называть их сейсмогравитационными колебаниями.

К настоящему времени собственные колебания и приливы Земли изучены достаточно полно теоретически и экспериментально [1—6]. Однако детальные исследования сейсмогравитационных колебаний начаты лишь в последние годы ленинградскими сейсмологами. Установлено, что это явление наблюдается в отсутствие сильных землетрясений и имеет устойчивый спектральный состав [7, 8]. Результаты изучения этого нового явления будут полезны для уточнения глубинного строения Земли и выявления роли сейсмогравитационных колебаний в спусковом механизме землетрясений.

Амплитудно-частотную характеристику сейсмогравиметра можно записать в виде [3]

$$U = \frac{V_0(\omega^2 x + \Delta g)}{\sqrt{(\omega_s^2 - \omega^2)^2 + 4\epsilon_s^2 \omega^2}},$$

где V_0 , ω_s и ϵ_s — постоянные сейсмографа, ω — круговая частота колебаний, x — смещение почвы, а Δg — изменение силы тяжести. Оценим величину периода сейсмической волны, на котором сейсмогравиметр будет иметь удвоенное увеличение. Физический смысл этого условия заключается в следующем: воздействие на маятник инерциального ускорения, возникающего вследствие смещения почвы, должно быть равно возмущению силы тяжести, вызванному удалением от центра Земли элемента поверхности при этом смещении, т. е.

$$\omega^2 x = \Delta g. \quad (1)$$

Если считать, что Земля сферичная и ее масса равна M , то на расстоянии R от центра Земли ускорение свободного падения

$$g = GM/R^2,$$

где G — гравитационная постоянная. Следовательно,

$$\frac{dg}{dR} = -2 \frac{GM}{R^3} = -\frac{2g}{R}.$$

Это уравнение дает для вертикального градиента силы тяжести на уровне моря значение 3,086 мкГал/см, которое можно использовать для приближенных расчетов в любой точке на Земле. Полагая $x = 1$ см, из формулы (1) находим $\omega^2 = 3,086 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ или $T \approx 3577$ с.

Для непрерывной и уверенной регистрации сейсмогравитационных колебаний Земли сейсмогравиметр должен иметь увеличение на периоде в 1 час не менее 10, а его амплитудно-частотная характеристика должна быть сформулирована так, чтобы отсечь микросеймы и



земные приливы [3]. Сейсмометрические каналы с такими характеристиками были установлены в Ленинграде и Тбилиси, что позволило провести синхронные наблюдения сейсмогравитационных колебаний Земли. При анализе синхронных записей длиннопериодных сейсмометрических каналов, полученных в ЛГУ и ТГУ, было обнаружено сходство в изменении интенсивности сейсмогравитационных колебаний Земли. При анализе синхронных записей длиннопериодных сей-

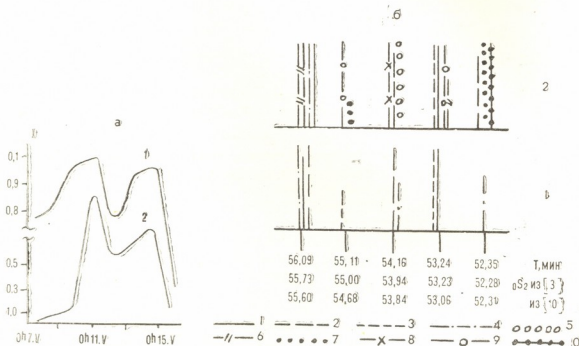


Рис. 1. Изменение интенсивности (а) и структура спектров в области мультиплета $0S_2$ (б) сейсмогравитационных колебаний Земли по данным Ленинграда (1) и Тбилиси (2). Использованы синхронные записи 1986 г.: 1—6—8.V, продолжительность 26,4 часа; 2—8—11.V, 67,9 часа; 3—11—14.V, 70 часов; 4—14—16.V, 45 часов. Записи в Тбилиси: 5—1—4.VI, 58 часов; 6—6—7.VI, 26 часов; 7—7—10.VI, 63 часа; 8—11—14.VI, 62 часа; 9—5—7.I.85, 36,5 часа; 10—19—20.IV.85, 26,4 часа

смометрических каналов, полученных в ЛГУ и ТГУ, было обнаружено сходство в изменении интенсивности сейсмогравитационных колебаний во времени. Иллюстрацией этому может служить рисунок 1, а, на котором изображено изменение средней интенсивности I сейсмогравитационных колебаний, зарегистрированных в ЛГУ и ТГУ (кривая 1) и ТГУ (кривая 2), нормированной на максимальное значение. Видно, что процесс сейсмогравитационных колебаний развивается синхронно в двух достаточно удаленных друг от друга пунктах.

В настоящей работе приведены результаты спектрального анализа в сверхдлиннопериодном диапазоне спектра, включающем в качестве верхней границы основной тон собственных колебаний Земли второго порядка, так называемый мультиплет $0S_2$. Ранние исследования сейсмогравитационных колебаний в этой области показали, что расщепление мультиплета можно наблюдать вне связи с сильными землетрясениями [1, 8]. В данной работе не проводился тонкий анализ расщепления по каждой записи. Структура спектров в области мультиплета представлена рис 1, б, на котором схематически изображено распределение спектральных пиков, наблюдаемое в ряде спектров в ЛГУ и ТГУ. При этом длина вертикального отрезка для каждой записи отражает собой наблюдаемые в ее спектре относительные амплитуды пиков. Из теории собственных колебаний Земли известно, что вследствие вращения Земли мультиплет $0S_2$ должен расщепляться на пять синглетных линий, что для каждого пункта наблюдения существует зависимость амплитуды смещения, ожидаемой в каждой

синглетной линии, от географических координат источника и станции и от механизма источника [9]. Картина осложняется взаимодействием близких гармоник. Вследствие этого результирующая интенсивность колебаний в различных синглетах на удаленных станциях не одинакова, поэтому в спектрах выделяются как совпадающие, так и различающиеся между собой синглеты. Однако из рисунка отчетливо видно, что на обоих пунктах наблюдения выявлены все пять линий мульти-

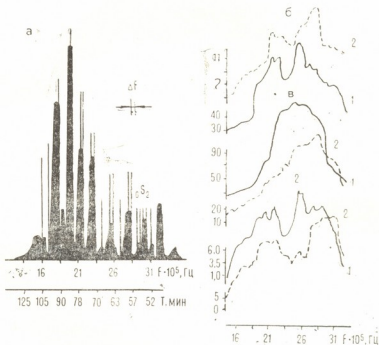


Рис. 2. Спектральный состав сейсмогравитационных колебаний до землетрясения 7 мая 1986 г. (а) и распределение спектральной мощности после него по данным Ленинграда (1) и Тбилиси (2) во времени: б — спустя 12 часов, в — 63 часа, г — 135 часов

плета ${}_0S_2$, что говорит о реальном физическом процессе, охватывающем всю Землю.

Другим, более весомым, по нашему мнению, доказательством реальности существования сейсмогравитационных колебаний и планетарного характера этого явления служат результаты спектрального анализа синхронных записей, полученных в ЛГУ и ТГУ до и после сильного землетрясения на Алеутских островах 7 мая 1986 г. с магнитудой $M=7.8$. Спектральный состав колебаний, зарегистрированных в ТГУ до землетрясения, с 5 по 7 мая в течение 45 часов, как видно из рис. 2, а, почти полностью совпадает с результатами ранних исследований сейсмогравитационных колебаний в отсутствии сильных землетрясений, представленных в работах [3, 8]. Хорошее согласие в распределении спектральной мощности и изменении этого распределения во времени, отчетливо наблюдаемое в сглаженных спектрах синхронных записей после землетрясения на рис. 2, б, в, г, может расцениваться как еще одно доказательство существования и планетарного характера сейсмогравитационных колебаний Земли.

Тбилисский государственный
университет

Ленинградский государственный
университет им. А. А. Жданова
Научно-исследовательский институт
физики

მ. ლინკოვი, ლ. პეტროვა, ე. ორლოვი, ჯ. ჯუროშვილი

დაკვირვება დედამიწის სეისმოგრაჰიკული რხევებზე

რეზიუმე

მოყვანილია სეისმოგრაჰიკული რხევების (50 წთ $\leq T \leq 120$ წთ) სპექტრული ანალიზის შედეგები, რომელიც რეგისტრირებულია თბილისსა და ლენინგრადში გრძელპერიოდური სეისმური არხების საშუალებით. საკვლევ დიაპაზონში გამოვლენილია იდენტურობა რხევითი პროცესის ინტენსივობის ცვლილებასა და დროის მიხედვით სპექტრის სიმძლავრის განაწილებას შორის. დაკვირვებულია oS_2 ტონის გახლეჩა. გაცემებულია დასკვნა სეისმოგრაჰიკული რხევის პლანეტარულ ხასიათზე.

GEOPHYSICS

E. M. LINKOV, L. N. PETROVA, E. G. ORLOV, D. D. ZUROSHVILI

OBSERVATIONS OF SEISMOGRAVITY OSCILLATIONS OF THE EARTH

Summary

Results of the spectral analysis of seismogravity oscillations with the periods from 50 min to 120 min registered by superlong-period seismic channels in Leningrad and Tbilisi are presented.

It is shown that both the variation of oscillation process intensity and the distribution of spectral power in the course of time are identical in two points. Splitting of oS_2 -mode is observed. It is concluded that the seismogravity oscillations appear to be a planetary process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Линьков, Л. Н. Петрова, Н. Г. Савина, Т. Б. Яновская. ДАН СССР, 262, № 2, 1982.
2. Н. Г. Савина, С. Я. Типисев, Е. М. Линьков, Т. Б. Яновская. Физика Земли, № 8, 1984.
3. Е. М. Линьков. Сейсмические явления. Л., 1987.
4. К. Аки, П. Ричардс. Количественная сейсмология. М., 1983.
5. П. Мельхор. Земные приливы. М., 1968.
6. Б. К. Балавадзе, К. З. Картвелишвили. Приливы в твердом теле Земли. Тбилиси, 1984.
7. Е. М. Линьков, Л. Н. Петрова. Сб. «Исследование длинопериодных сейсмических волн». Минск, 1976.
8. Л. Н. Петрова, Н. С. Савина. Сб. «Изучение Земли по сейсмическим данным». Киев, 1986.
9. Собственные колебания Земли. М., 1964.
10. R. Bulland, J. Berger, F. Gilbert. Nature, v. 277, № 5695, 1979.

Е. Л. БАРАМИДЗЕ, В. Ш. МЕСХИЯ

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИПОЦЕНТРА ДЛЯ ДАЛЬНИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 5.3.1988)

Настоящая работа посвящена вопросу нахождения параметров гипоцентра для дальних землетрясений на основе первых вступлений объемных продольных волн P .

В соответствии с поставленной задачей разработан алгоритм определения параметров гипоцентров, который состоит из нескольких этапов.

Начальная информация следующая: координаты землетрясения, координаты всех станций, зафиксировавших данное землетрясение, и времена вступления волны P на эти станции.

На первом этапе вычисляем координаты эпицентра. Для этого задаем нулевое приближение эпицентра (в нашем случае им служат координаты станции, первой зафиксировавшей вступление).

Далее осуществляем уточнение. Находим времена пробега волны от фиксированного эпицентра до рассматриваемых сейсмических станций $\Delta t_i = \frac{\Delta_i}{V}$, где Δ_i — эпицентральное расстояние, а $V = 5$ км/сек — средняя скорость верхнего слоя, и времена в эпицентре $t_{0i} = t_i - \Delta t_i$ (t_i — время вступления). Составляем функционал

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |t_{0i} - t_{\text{оср}}|, \quad (1)$$

$$t_{\text{оср}} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{0i}}{n},$$

где n — количество станций, участвующих в определении эпицентра.

Аналогичные функционалы составляем и для других четырех точек, окружающих первую, выбранную в качестве первого приближения.

Передвигаемся в сторону убывания функционала с некоторым шагом до тех пор, пока не получим минимальный функционал для центральной точки, после чего шаг уменьшаем вдвое и процесс повторяем до достижения шагом заданной точности, и тогда координаты центральной точки считаем за координаты эпицентра, которые в дальнейшем уточняем в процессе нахождения гипоцентра.

На втором этапе за нулевое приближение координат гипоцентра берем координаты эпицентра, погруженные на глубину 50 км. Глубина начального погружения не влияет на конечный результат, а чис-

ло 50 выбрано на основе статистического анализа землетрясений. Далее, как в случае нахождения эпицентра, составляем аналогичный функционал. Для минимизации функционала в данном случае от точки, принятой за первое приближение гипоцентра, передвигаемся по шести направлениям до достижения желаемой точности. Координаты центральной точки, в которой функционал минимален по сравнению с окружающими ее точками, считаем за координаты очага землетрясения.

Для нахождения времен пробега сейсмических волн для рассматриваемой модели Земли вначале решалось интегральное сингулярное уравнение

$$\Delta = P \int_{r_0}^{r_p} r^{-1} \left(\frac{r^2}{V^2} - P^2 \right)^{-1/2} dr + P \int_{r_p}^R r^{-1} \left(\frac{r^2}{V^2} - P^2 \right)^{-1/2} dr \quad (2)$$

относительно лучевого параметра $P = r \sin i / V$, где i — угол между радиусами и направлением скорости, r_0 — радиус залегания гипоцентра, r_p — радиус максимального погружения луча, R — радиус Земли, а Δ — известное эпицентральное расстояние. Для избавления от сингулярности в работе [1] дается уравнение, которое мы рассматривали вместо уравнения (2), применяя метод интегрирования по частям, впервые предложенный в работе [2].

Для нахождения значения r_p , а вместе с ним и P вначале проводили луч на поверхности Земли (эпицентр-станция). Землю разбивали на блоки, боковые грани которых являлись плоскостями, проходящими через центр и меридианы и параллели, а основаниями служили поверхности раздела сред, т. е. каждый слой состоял из 180—360 блоков, внутри которых скорости распространения сейсмических волн рассматривали как полиномы n -го порядка относительно радиуса. Такое представление дало возможность одновременно учитывать океаническую и континентальную структуру Земли.

Затем уточняли структуру блоков по поверхности эпицентр-станция с шагом 1° . Для этого приходилось решать систему линейных уравнений, которая описана в работе [1].

Далее за нулевое приближение радиуса максимального погружения $r_p^{(0)}$ траектории сейсмической волны брали нижний радиус поверхности раздела той среды, в которой находится очаг, после чего вычисляли правую часть уравнения (2). Полученный результат сравнивали с известным эпицентральным расстоянием Δ . Если правая часть уравнения (2) не превышала Δ , то траектория луча погружалась, т. е. за r_p брали следующее приближение $r_p^{(1)}$, причем $r_p^{(1)} < r_p^{(0)}$ и т. д. до тех пор, пока не достигали таких двух приближений $r_p^{(n)}$ и $r_p^{(n+1)}$, для одной из которых правую часть (2) получали больше Δ , а для другой меньше, и затем методом деления отрезка $(r_p^{(n)}, r_p^{(n+1)})$ попадаем с нужной точностью находили истинное значение r_p .

По известному значению P и r_p вычисляли времена прохождения исследуемой волны согласно формуле

$$T = \int_{r_p}^{r_0} \frac{r}{V^2} \left(\frac{r^2}{V^2} - P^2 \right)^{-1/2} dr + \int_{r_p}^R \frac{r}{V^2} \left(\frac{r^2}{V^2} - P^2 \right)^{-1/2} dr. \quad (3)$$

Во время счета времени пробега моделью Земли брали модифицированную модель Дзевонского и др. [3], а именно блокам, расположенным под океаном, приписывали океаническую структуру, а под континентом — континентальную.

Для опробации вышеописанного алгоритма был произведен расчет двух известных землетрясений. С целью уменьшения времени счета для первого землетрясения, взятого из бюллетеня [4], вместо 200 станций было взято только 8. Нами были получены следующие результаты: $\varphi=23,79$, $\lambda=32,03$, $h=69,39$, а в бюллетене: $\varphi=23,78$ N, $\lambda=32,63$ E, $h=25 \pm 9,2$ км.

Во втором случае было рассмотрено Иордано-Сирийское землетрясение с полным представлением станции данных в бюллетене. В этом случае значения для координат гипоцентра получены следующие: $\varphi=34,39$, $\lambda=35,95$, $h=42,84$, а в бюллетене: $\varphi=34,4$ N, $\lambda=35,94$ E, $h=33$ км.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 7.4.1988)

გეოფიზიკა

ე. ბარამიძე, ვ. მესხია

შორეული მიწისძვრების ჰიპოცენტრის პარამეტრების პოვნის
ალგორითმი

რეზიუმე

განხილულია შორეული მიწისძვრების ჰიპოცენტრის პარამეტრების პოვნის ალგორითმი P ტალღის პირველი შემოსვლების საფუძველზე. დედამიწის სიჩქარული აგებულება მიღებულია ბლოკურად. თითოეულ ბლოკში სეისმური ტალღის გავრცელების სიჩქარე მოცემულია როგორც მესამე რიგის პოლინომი რადიუსის მიმართ. ამ ალგორითმით დათვლილია რამდენიმე ცნობილი მიწისძვრა და წარმოდგენილია მიღებული შედეგები.

GEOPHYSICS

E. L. BARAMIDZE, V. Sh. MESKHIA

AN ALGORITHM FOR THE DETERMINATION OF HYPOCENTRE
PARAMETERS FOR DISTANT EARTHQUAKES

Summary

The paper describes an algorithm for the determination of hypocentre parameters of distant earthquakes on the basis of first events of P waves. The algorithm has been used for the calculation of some of the known earthquakes. The results are adduced.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Л. Барамидзе, В. Ш. Месхия. Доклады расширенных заседаний семинара Института прикладной математики им. И. Н. Веква, т. 2, № 3, 1986.
2. Т. Б. Яновская, Г. Б. Голикова. Сб. «Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн», VII. Л., 1964.
3. A. M. Dziewonski, A. L. Hales, E. R. Lapwood. Parametrically simple earth models consistent with geophysical data.—Amsterdam; Elsevier Scientific Publishing Company, 1975, p 33.
4. Bulletin of the International Seismological Centre. Vol. 18, 1981, November.



УДК 543.544

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, В. Д. ДЖАПАРИДЗЕ, З. А. ИОРДАНИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В ГРУЗИНСКИХ
 ВИНМАТЕРИАЛАХ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛОНОК
 ДЛЯ ИХ РАЗДЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ
 ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 12.11.1987)

Для определения фенолкарбонových кислот в работах [1, 2] была отмечена необходимость концентрирования тяжелой фракции вино-материалов. С этой целью нами была использована газовая экстракция легколетучих компонентов при 40—50°C гелием, благодаря чему объем исходной смеси уменьшился примерно в 5 раз. В полученный концентрат весом 0,5—0,6 г добавляли 0,025 мл метанольного раствора коричневой кислоты при концентрации 0,2725 мг/мл, после чего шприцем вводили 20 мкл пробы в петлевой дозатор.

Для проведения экспериментов использовался жидкостный хрома-тограф фирмы «Altex» модель 344 с блоком из двух насосов для градиентного элюирования (система 112) с системой управления режимом работы модели 421. Детектирование производилось при помо-щи детектора модели «Spectro 8800», позволяющий варьировать дли-ну волны детактирования. Обсчет результатов проводился на интеграторе фирмы «Шимадзу» модели СР-3А. В предыдущих опытах было установлено, что детактирование лучше всего проводить при 280 нм.

Разделение осуществлялось с использованием двух систем раство-рителей А и В, изменяющихся по градиентно-изократическому режиму: А: H₂O — AcOH (980:20) + 0,02M NaOAc, В: H₂O — AcOH — ipron — MeOH (815:25:20:140) + 0,02M NaOAc.

Для исследования был взят коньяк «Тбилиси». После концентри-рования 10 мл образца в 5 раз с удалением легких компонентов пото-ком гелия добавляют стандартный раствор коричневой кислоты. Пробу объемом 20 мкл вводили в хроматограф через петлевой дозатор. Бы-ла использована стандартная колонка 250×4,6 мм, заполненная сорб-ентом сферисорб S5-ODS с размером частиц сорбента 50 мкм.

Режим элюирования: первые 6 мин смесь 90% А + 10% В, далее в течение 19 минут градиентное проявление +4,7% В/мин до 100% В.

№ пика	Наименование вещества	Время выхода, мин	Содержание, мг/л	Коэффициент емкости, K ₁	Коэффициент разделения α
1	п-Гидроксибензойная к-та	17,46	41±35	26,45	—
2	Ванилиновая кислота	19,41	4,2±0,3	28,40	1,115
3	Сиреневая кислота	20,47	17±1,3	30,01	1,057
4	Кофейная кислота	22,02	2,1±0,2	32,36	1,078
5	Ванилин	28,15	19±1,5	41,65	1,287
6	п-Кумаровая кислота	29,50	17±1,2	43,69	1,048
7	м-Кумаровая кислота	30,46	25±19	45,15	1,033
8	Феруловая кислота	34,85	6,7±0,4	51,80	1,147
9	Синаловая кислота	37,93	58±4,1	56,47	1,089
10	Коричневая кислота	55,43	стандарт	82,98	1,469

Представлялось интересным также оценить достигаемую эффективность хроматографической колонки при разделении данной сложной смеси по числу теоретических тарелок N и высоте, эквивалентной теоретической тарелке N . К каждой выпускаемой колонке прикладывается паспорт с хроматограммой смеси модельных веществ и указывается реальное число теоретических тарелок n (или) приведенное на метр длины колонки число теоретических тарелок N_R . Известно, что хорошей колонкой считается та, у которой $N=2 dp$, где dp — диаметр частицы, в нашем случае $dp=5$ мкм, и, следовательно, можно ожидать получения $N_R=100000$.

Была осуществлена обработка хроматограммы по числу теоретических тарелок для ряда наиболее хорошо проявившихся компонентов. В известной формуле для N

$$N = 5,54 (t_R/b1/2)^2$$

величина t_R — время удерживания (переведенная в линейную величину расстояния время выхода максимума пика) определяется с высокой точностью до сотых минуты микропроцессором. Величина ширины пика на полувысоте в $1/2$ существенно различается в зависимости от того, что принято за нулевую линию, от которой ведется отсчет пика. Было рассмотрено три возможных варианта: В1 — нулевая ли-

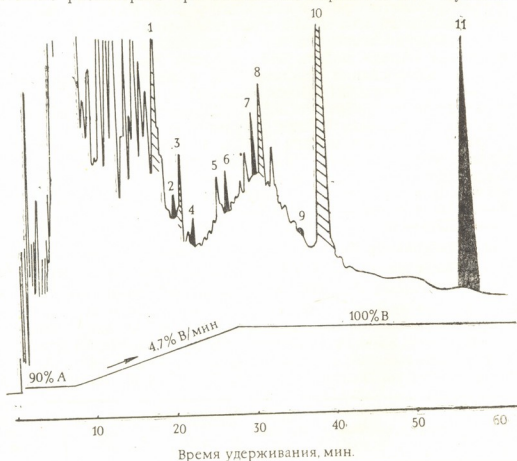


Рис. 1. Хроматограмма разделения смеси тяжелой фракции продуктов ферментации виноградного сока, получения на колонке $250 \times 4,6$ мм, заполненной сорбентом сферичесорб 5S-ОДС с диаметром частиц 5 мкм. Режим градиентно-изокретический. Растворители А: H_2O — $AcOH$, В — такой же с добавкой изопропилового и метилового спиртов. Количественная обработка в таблице: 1 — n -гидроксibenзойная кислота, 2 — ванилановая кислота, 3 — сиреневая кислота, 4 — кофейная кислота, 5 — ванилин, 6 — n -кумаровая кислота, 7 — m -кумаровая кислота, 8 — феруловая кислота, 9 — синальовая кислота, 10 — коричная кислота. Сплошными показаны пики, идентифицированные по прямым меткам; заштрихованы пики, идентифицированные по относительным временам удерживания согласно данным [6, 7]

ния проходит по огибающей нижней части хроматограммы; В2 — по общему наклону дрейфа правой части; В3 — по прямой линии от начала ввода пробы. Стороны пика продлевались до пересечения с нулевыми линиями, измерялась полуширина на полувысоте. Для указанных вариантов положения нулевой линии были рассчитаны величины N_R для ряда пиков, обозначенных на хроматограмме номерами. Полученные данные представлены на рис. 2. Оказалось, что в зависимости от выбранного положения нулевой линии число теоретических тарелок меняется более чем на порядок. По первому варианту оценка величины N_R некоторым пиком давало значение порядка

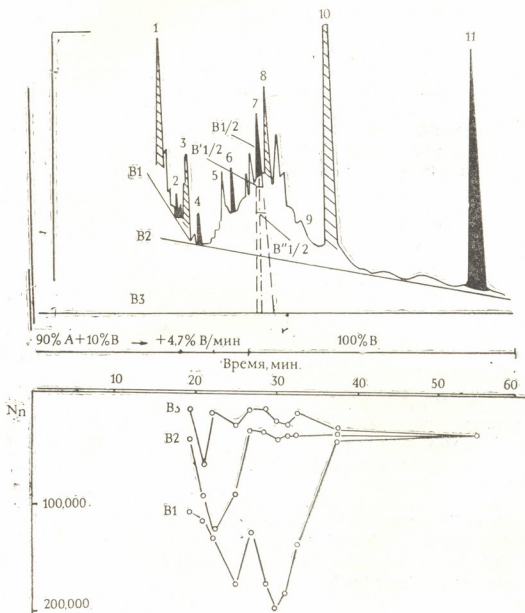


Рис. 2. Хроматограмма фенолкарбоновых кислот (А) с расчетом числа приведенных теоретических тарелок N_R (Б) по ряду пронумерованных компонентов по трем вариантам нулевой линии В1 (по огибающей), В2 (по условной нулевой линии), В3 (по исходной нулевой линии)

200000 теоретических тарелок на М, что соответствовало в нашем случае $H=dp$, т. е. предельно теоретически достижимому. При расчете по двум другим вариантам величина N_R была примерно в 5 и 10 раз меньше, соответственно, что позволяет оценить ту же колонку, при тех же результатах разделения как среднего (вариант В2), так и плохого качества (вариант В3). Вместе с тем, сам вид хроматограммы

и обнаружение на ней почти 60 разделенных пиков несомненно свидетельствуют о том, что колонка была действительно эффективной, несмотря на столь значительное расхождение в величине N_R при расчете по разным вариантам нулевой линии.

Таким образом, осуществлен анализ методом ВЭЖХ тяжелой фракции коньяка «Тбилиси», получены для выбранного режима характеристики удерживания ряда фенолкарбоновых кислот и оценена эффективность использованной хроматографической колонки.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 12.5.1988)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ი. შათირიშვილი, ვ. ჯაპარიძე, ზ. იორდანიშვილი

პართულ ღვინომასალაებში ფენოლკარბონმჟავების განსაზღვრა და მათი დაცილებისათვის სვეტების ეფექტურობის შეფასება გალაღვეფექტური თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

მაღალეფექტური თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით განხორციელებულ იქნა კონიაკ „თბილისი“ მძიმე ფრაქციის ანალიზი. ზოგი ფენოლკარბონმჟავასათვის მიღებულ იქნა დაყოვნების მახასიათებლები და შეფასებულ იქნა გამოყენებული ქრომატოგრაფიული სვეტის ეფექტურობა.

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI, V. D. JAPARIDZE, Z. A. IORDANISHVILI

DETERMINATION OF PHENOL-CARBOXYLIC ACIDS IN GEORGIAN WINEMATERIALS AND THE ASSESSMENT OF COLUMN EFFICIENCY FOR SEPARATING THEM BY THE METHOD OF LIQUID CHROMATOGRAPHY

Summary

Analysis of the cognac "Tbilisi" heavy fraction has been carried out by the method of high-liquid chromatography. For a number of phenol-carboxylic acids retention characteristics have been obtained and the efficiency of the chromatographic column has been assessed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ш. Шатиришвили. Определение фенолкарбоновых кислот в вине методом хроматографии в тонком слое предварительном разделением исходной пробы. Тбилиси, 1986.
2. И. Ш. Шатиришвили. J. of Chromat., № 364, 1986, 183.



УДК 547.653

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. И. НИКИШИН, Р. В. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, Д. Б. РАЗМАДЗЕ,
 Е. Д. ЛУБУЖ, А. А. ДЗАМУКАШВИЛИ

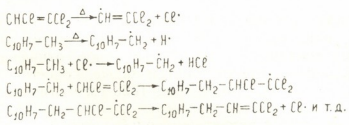
РЕАКЦИЯ ТРИХЛОРЭТИЛЕНА С 1- И 2-МЕТИЛНАФТАЛИНАМИ

(Представлено академиком Л. Д. Меливадзе 18.12.1987)

Как известно, значение хлорорганических соединений огромно. Благодаря разнообразным физическим, физико-химическим и химическим свойствам они используются почти во всех сферах народного хозяйства.

Целью настоящей работы являлось изучение реакции высоко-температурной конденсации трихлорэтилена с 1- и 2-метилнафталином и синтез соединений, содержащих в боковой цепи дихлораллильную группу.

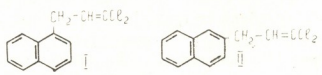
Реакция протекает по известной схеме:



Процесс проводили в пустой кварцевой трубке, помещенной в трубчатую печь. Смесь трихлорэтилена и углеводорода в виде раствора подавали с нужной скоростью в трубку дозатором. Перед началом реакции систему продували гелием. Конденсат при выходе из трубки охлаждали в водяном холодильнике и собирали в приемнике. Несконденсировавшиеся газы пропускали через раствор едкого натра.

В каждом опыте имеются продукты осмоления как в трубке, так и в виде остатка после реакции.

Из 1- и 2-метилнафталинов и трихлорэтилена получены не описанные в литературе 1,1-дихлор-3(нафтил-1)пропен-1 (I) и 1,1-дихлор-3(нафтил-2)пропен-1 (II).

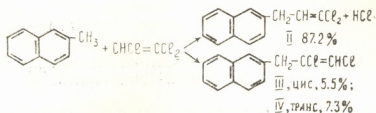


Идентификацию синтезированных соединений проводили определением элементного состава, молекулярной массы эбулиоскопическим методом R_m , ИК-, УФ-, ГИР-спектроскопией, ГЖХ.

При исследовании продуктов конденсации было установлено, что в данной реакции наряду с основным веществом I и II имеет место образование в небольшом количестве изомерных соединений, т. к. наф-



тилметильные радикалы присоединяются по двойной связи хлоролефина не только по группе CHCl , а также частично со стороны CCl_2 группы.



Такое присоединение наблюдалось ранее в реакциях трихлорэтилена с толуолом и метанолом [1].

Продукт реакции с 2-метилнафталином, по данным ГЖХ, представляет собой смесь изомеров в соотношении II:III:IV=16:1:1,3. Преимущественное образование II связано с тем, что промежуточный радикал $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{-CH}_2\text{-CHCl-CCl}_2$ более устойчив, чем $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{-CH}_2\text{-CCl}_2\text{-CHCl}$, кроме того, присоединение со стороны CHCl -стерически менее затруднено.

В спектре ПМР продуктов конденсации присутствуют сильные сигналы протонов -CH_2 -группы в виде дублета и -CH -группы в виде триплетта, относящиеся к основным соединениям I или II. Кроме того, два уширенных синглета очень слабой интенсивности указывают на присутствие изолированных -CH_2 - или -CH -групп, относящихся к изомерам.

В ИК-спектре соединения II, выделенного из смеси дробной кристаллизацией, присутствуют все характеристические полосы, относящиеся к этому соединению [2]. Кроме полос, относящихся к β -замещенному нафталину, имеются интенсивные полосы, относящиеся к группе $\text{-CH}_2\text{-CH=CCl}_2$. Полоса при 1620 см^{-1} относится к валентным колебаниям C=C в заместителе. Две интенсивные полосы при 910 и 625 см^{-1} принадлежат к валентным колебаниям C-Cl в группе =CCl_2 ; внеплоскостные деформационные колебания -CH -группы в заместителе имеют полосу при 860 см^{-1} [3, 4].

Для подтверждения отсутствия цис-транс изомерных продуктов конденсации был снят ИК-спектр смеси, содержащей все три изомера II, III, IV. В спектре смеси присутствуют слабые полосы при 732 и 878 см^{-1} для C-Cl и 788 см^{-1} , относящиеся к -CH - в -CHCl . Все полосы относятся только к цис-изомеру III, что согласуется с литературными данными для этой группы [5, 6].

Полосы для аналогичных колебаний транс-изомера подпадают под полосы колебаний ароматического кольца и маскируются. Поэтому пришлось выяснить наличие транс-формы путем «вычитания». Для луча сравнения поместили чистое вещество II, для основного луча — смесь II, III, IV. На спектре появилась полоса при 815 см^{-1} , относящаяся к C-Cl колебаниям транс-формы. Данные ИКС подтверждают результаты ГЖХ и ПМР, что продукт конденсации, в основном, содержит соединение II и примеси III и IV незначительны.

Синтезированные дихлорнафтилопропены I и II были нами окислены перманганатом калия в ацетоне при комнатной температуре в течение 3 дней. Были получены соответственно α - и β -нафтойные кислоты.

ИК-спектры измеряли на спектрофотометре Specord M-80 в тонком слое для жидкого образца и в таблетке KBr для твердого. УФ-спектры записывали на приборе Specord UV в этиловом спирте.

Спектры ПМР регистрировали на спектрометре Tesla BS-467 (60 МГц) в CCl_4 с ТМС в качестве внутреннего стандарта.

ГЖХ-анализ проводили на приборе ЛХМ-80, ПИД, колонка $3 \text{ м} \times 3 \text{ мм}$ с 10% лукопен Г1000 на хроматоне N—AW, газ-носитель гелий, 40 мл/мин.

Реакция трихлорэтилена с 1-метилнафталином. Смесь 52,56 г (0,4 моля) трихлорэтилена и 28,4 г (0,2 моля) 1-метилнафталина микродозатором пропускали через трубку в течение 315 мин при 488° . При разгонке 55,3 г полученного конденсата отделили 26,05 г трихлорэтилена, 16,3 г 1-метилнафталина и выделили 9,5 г фракции с т. кип. $140\text{--}145^\circ$ (1,5 мм), которая представляет собой, по данным ГЖХ, смесь трех соединений в соотношении 1:цис:транс=17:1:1,2. Остаток в колбе 3 г. Спектр ПМР для фр. $140\text{--}145^\circ$ (1,5 мм) в CCl_4 (б. м. д.): 3,63 д (CH_2 , $J=7$ Гц), 4 уш. с. (CH_2 изомера, сл.), 5,81 т (СН, $J=7$ Гц), 6,08 уш. с. (СН изомера, сл.). УФ-спектр в этаноле, нм: 225, 262, 272, 283, 294, 318 (ϵ 8700, 5331, 7997, 9432, 6562, 205).

Повторной перегонкой в колбе с дефлегматором из фр. $140\text{--}145^\circ$ (1,5 мм) выделен чистый 1,1-дихлор-3(нафтил-1)пропен-1 с т. кип. 141° (1,5 мм), n_D^{20} 1,6270, d_4^{20} 1,2801, найдено R_m 66, вычислено R_m 66,11. ИК-спектр (ν см^{-1}): 3070, 1630, 1570, 820, 760 (все для α -замещенного нафталина), 1660 (C=C в зам.), 900 (C—Cl в группе -C—CH=CCl₂).

Элементный анализ для фр. $140\text{--}145^\circ$ (1,5 мм) и чистого 1,1-дихлор-3(нафтил-1)пропена-1 одинаков.

Найдено: С 66,14; Н 4,15; Cl 30,1%. $M=243$. $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{Cl}_2$.

Вычислено: С 65,82; Н 4,22; Cl 29,96%. $M=237$.

Реакцию трихлорэтилена с 2-метилнафталином проводили аналогично предыдущему опыту в течение 155 мин при 495° . Выделена фр. с т. кип. $135\text{--}138^\circ$ (1 мм), представляющая по данным ГЖХ смесь трех соединений в соотношении II:III:IV=16:1:1,3. Выход 20%. Спектр ПМР для фр. $135\text{--}138^\circ$ (1 мм) в CCl_4 (б. м. д.): 3,5 д (CH_2 , $J=7$ Гц), 3,83 уш. с. (CH_2 изомера, сл.), 5,9 т (СН, $J=7$ Гц), 6,13 уш. с. (СН изомера, сл.). ИК-спектр (ν , см^{-1}): 3020, 3035, 3052, 1600, 1508, 872, 824, 750 (все для β -замещенного нафталина), 1620, 910, 860, 628 (все для группы -C—CH=CCl₂), 878, 732 (C—Cl) для цис), 788 (СН для цис), 815 (C—Cl для транс). УФ-спектр в этаноле, нм: 225, 263, 268, 275, 285 (ϵ 8680, 6400, 6800, 7000, 4700).

Дробной-кристаллизацией из фр. $135\text{--}138^\circ$ (1 мм) в метаноле выделен чистый 1,1-дихлор-3(нафтил-2)пропен-1 (II), т. кип. 135° (1 мм), т. пл. 53° . Элементный анализ для фр. $135\text{--}138^\circ$ (1 мм) и чистого 1,1-дихлор-3(нафтил-2)пропена-1 одинаков.

Найдено: С 65,2; Н 4,21; Cl 30,59%, $M=254$. $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{Cl}_2$.

Вычислено: С 65,82; Н 4,22; Cl 29,96%. $M=237$.

Окисление 1,1-дихлор-3-нафтилпропенов-1. 0,5 г вещества растворили в 20 мл ацетона и при перемешивании по порциям добавляли 1 г перманганата калия в течение 3 дней. Колбу временно слегка подогревали. После окончания реакции раствор профильтровали, фильтрат обработали разбавленной соляной кислотой и охладил. Выпавшие бесцветные кристаллы (0,23 г) профильтровали и просушили при 100° . α -Нафтольная кислота, т. пл. 160° . По лит. данным 162° . β -нафтольная кислота, т. пл. 184° . По лит. данным $185,5^\circ$.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и

органической химии

им. П. Г. Меликишвили

ზ. ნიკიშინი, რ. კერესელიძე, დ. რაზმაძე, ე. ლუბუჟი, ა. ძამუკაშვილი

ტრიქლორეთილენის რეაქცია 1- და 2-მეთილნაფთალინებთან

რეზიუმე

მაღალტემპერატურული კონდენსაციით მიღებულია ნაერთები, რომლებიც ნაფთალინის ბირთვში შეიცავენ დიქლორალილის ჯგუფს. პროცესს ატარებენ 488—494° ცარიელ კვარცის მილში. 1- და 2-მეთილნაფთალინიდან და ტრიქლორეთილენიდან მიღებულია შესაბამისად ლიტერატურაში უცნობი 1,1-დიქლორ-3(ნაფთილ-1)პროპენ-1 და 1,1-დიქლორ-3(ნაფთილ-2)-პროპენ-1, დადგენილია, რომ ძირითად პროდუქტთან ერთად წარმოიქმნება მცირე რაოდენობის იზომერული ნაერთი. 1-მეთილნაფთალინის შემთხვევაში წარმოიქმნება 1,2-დიქლორ-3(ნაფთილ-1)პროპენ-1(ცის-ტრანს), 2-მეთილნაფთალინიდან კი— 1,2-დიქლორ-3(ნაფთილ-2)პროპენ-1(ცის-ტრანს).

ORGANIC CHEMISTRY

G. I. NIKISHIN, R. V. KERESLIDZE, D. B. RAZMADZE, E. D. LUBUZH,
A. A. DZAMUKASHVILI

REACTION OF TRICHLOROETHYLENE WITH 1- AND 2-METHYLNAPHTHALENES

Summary

Compounds with dichloroallyl group in the side chain of substituted naphthalene have been obtained by high-temperature condensation. The reaction was conducted in an empty quartz tube at 488—495°C. From 1- and 2-methylnaphthalenes 1,1-dichloro-3(naphthyl-1) propene-1 and 1,1-dichloro-3(naphthyl-2) propene-1, compounds, hitherto not mentioned in the literature of the subject, have been obtained. It is shown that along with the main product of condensation a small amount of isomeric compound is formed. In case of 1-methylnaphthalene 1,2-dichloro-3(naphthyl-1) propene-1 (cis-trans) is obtained, whereas in case of 2-methylnaphthalene 1,2-dichloro-3(naphthyl-2) propene-1 (cis-trans) is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Никишин, М. И. Дюсенов. Изв. АН СССР, сер. хим., 1967, 2777.
2. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
3. Р. Г. Гасанов. Оптика и спектроскопия, сб. 3. 1967, 76.
4. Л. Г. Зеленская, А. В. Иогансен, Г. И. Романцова. Изв. АН СССР, сер. физ., 1962, 1272.
5. К. Tanabe, S. Saeki. Bull. Chem. Soc. Jap., 1974, v. 47, 2545.
6. L. F. Hatch, J. J. D'Amico, E. V. Ruhnke. J. Am. Chem. Soc., 1952, v. 74, p. 123.



К. Г. ДЖАПАРИДЗЕ, З. М. ЭЛАШВИЛИ

СИЛА ИНДУЦИРОВАНИЯ СПИРАЛИ ХИРАЛЬНЫХ ЭФИРОВ
 БОРНОЙ КИСЛОТЫ В *p*-МЕТОКСИ-*n*'-И-БУТИЛАЗОКСИБЕНЗОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 23.3.1988)

В последние годы внимание ученых привлекают жидкие кристаллы с индуцированной спиральной структурой — смесь немезогенных оптически активных веществ (НОАВ) и нематических жидких кристаллов (НЖК). Создание таких смесей дает возможность широко варьировать шаг спирали. Для НОАВ основной характеристикой является закручивающая способность, или сила индуцирования спирали, — A . Чем больше значение A , тем меньше НОАВ добавляется к НЖК, что обеспечивает сохранение электрооптических свойств НЖК матрицы. В поисках НОАВ с высокой силой индуцирования спирали нами был синтезирован ряд производных 1-ментола и тигогенина [1—6]. Все производные тигогенина обладают высокими значениями A_m [4, 5], в то время как производные 1-ментола имеют высокие значения A_m лишь



1-ментол $C_{10}H_{20}O$



тигогенин $C_{27}H_{44}O_3$



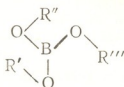
холестерин $C_{27}H_{46}O$

при наличии удлиненных молекул, совместимых с молекулами НЖК [6]. Аналогичного мнения о необходимости соответствия геометрических параметров НЖК и НОАВ придерживаются и ряд авторов [7, 8]. Исключение составляют дисимметричные оптически активные вещества [9] и комплексные соединения пропеллерной формы — трис(пентан-2,4-динафто)металл. Последние характеризуются рекордно высокими значениями A_m (0,93—1,25 в МБА) [10].

В связи с этим представляло интерес изучить A_M для трехлопастных соединений — эфиров борной кислоты, центральная часть молекулы которых имеет плоскую структуру. Вещества были синтезированы на базе природных оптически активных спиртов: l-ментола, тигогенина и холестерина [1].

Наряду с симметричными эфирами борной кислоты, были синтезированы также смешанные эфиры — разнолопастные соединения и изучена их сила индуцирования спирали в НЖК — p-метокси-n-бутил-лазоксibenзоле. Результаты элементного анализа синтезированных эфиров согласуются с приведенными формулами.

При исследованиях оказалось, что значение A_M для l-ментилбората равно 0,21, что на порядок выше, чем у l-ментола, а для тигогенинбората $A_M = 1,05$, т. е. приблизительно в 4 раза больше по сравнению с тигогенином [1]. Холестерилборат имеет значение $A_M = 0,18$ (см. таблицу).



№	R'	R''	R'''	$T_{пл}$, °C	$M [a]_D$	A_M
1	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{43}O_2$	227—230	-595,3	-1,05
2	$C_{10}H_{19}$	$C_{10}H_{19}$	$C_{10}H_{19}$	150—152	-285,6	+0,21
3	$C_{27}H_{45}$	$C_{27}H_{45}$	$C_{27}H_{45}$	108—110	-225,0	-0,18
4	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{10}H_{19}$	212—215	-540,8	-0,61
5	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{10}H_{19}$	$C_{10}H_{19}$	93—96	-294,0	-0,21
6	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{10}H_{19}^{rac}$	189—192	-523,9	-0,66
7	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{10}H_{19}^{rac}$	$C_{10}H_{19}^{rac}$	87—89	-277,0	-0,33
8	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{45}$	188—191	-563,0	-0,67
9	$C_{27}H_{43}O_2$	$C_{27}H_{45}$	$C_{27}H_{45}$	150—153	-507,0	-0,35

Интересными оказались смешанные эфиры — дитигогенин-l-ментил- и тигогенин-ди-l-ментил-бораты, значения A_M которых равны соответственно 0,61 и 0,21. Для выяснения аддитивности парциальных сил индуцирования фрагментов ($1/3$ силы индуцирования трехзамещенных симметричных эфиров — $A_{п} = A_M/3$) были синтезированы смешанные эфиры на базе тигогенина и рацемического ментола. Оказалось, что силы индуцирования спирали тритигогенинбората, дитигогенинментилбората и тигогениндиментилбората находятся в соотношении 3:2:1, т. е. наблюдается аддитивность парциальных сил индуцирования спирали. Значения A_M рацемических соединений больше, чем у соответствующих l-ментоловых эфиров. Это доказывает, что фрагменты тигогенина и l-ментола закручивают спираль в противополож-

ную сторону; с учетом этого аддитивность A_n сохраняется и в этом случае. Силе закручивания спирали A_M соответствует знак «+» для правых спиралей и «-» для левых (см. рисунок). Точно такая же картина получается при механическом смешивании три-1-ментилбората и тритигогенинбората.

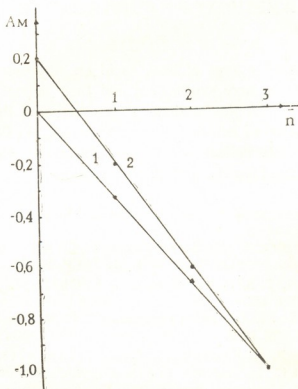


Рис. 1. Сила индуцирования спирали эфиров борной кислоты: A_M — сила индуцирования спирали, n — число фрагментов тигогенина, 1 — эфиры с рацемическим ментолом, 2 — то же с 1-ментолом

Из вышеизложенного можно заключить, что большей силой индуцирования спирали могут обладать не только линейные, но и «двумерные» молекулы оптически активных веществ.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 24.3.1988)

ორგანული ქიმია

ა. ჯაფარიძე, ზ. ელავილი

ბორმეჰავას ქირალური ეთერების სპირალის ინდუცირების ძალა
 p -მეთოქსი- p' -ნ-ბუთილაზოქსიგენოლში

რეზიუმე

სინთეზირებულია ბორმეჰავას ქირალური სრული და შერეული ეთერები 1-მენტოლის, ტიგოგენისა და ქოლესტერინის საფუძველზე. შესწავლილია სპირალის ინდუცირების ძალა ნემატურ თხევად კრისტალში. ნაჩვენებია, რომ ტიგოგენინბორატი და 1-მენტილბორატი ახვევენ საწინააღმდეგო ნიშნის სპირალს და სპირალის ინდუცირების ძალა ქირალური ფრაგმენტების პარციალური ძალების ალგებრული ჯამის ტოლია.

K. G. JAPARIDZE, Z. M. ELASHVILI

HELICAL TWISTING POWER OF CHIRAL ESTERES OF BORIC ACID
IN P-METHOXY-P-N-BUTYLAZOXYBENZENE

Summary

Neutral and mixed esteres of boric acid on the base of l-menthol, tigogenin and cholesterin were synthesized and their helical twisting power in the nematic liquid crystal was studied. It is established that tigogenin borate, having a high value of helical twisting power ($A_m=1.05$), and l-menthylborate produce opposite helical structures. Helical twisting power is equal to the algebraic sum of partial helical twisting power of each fragment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Е. Топчишвили, З. М. Элашвили, Г. С. Чилая, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 1, 1976, 101.
2. Z. M. Elashvili, T. S. Piliashvili, G. S. Chilaya, K. G. Japaridze. Z. Chem. 42, 1979, 453.
3. З. М. Элашвили, Т. С. Пилиашвили, Г. С. Чилая, К. Г. Джапаридзе. А. с. № 681999, 1979.
4. G. S. Chilaya, Z. M. Elashvili, T. S. Piliashvili, K. D. Vinokur, L. N. Lisetski. In: Advances in Liquid Crystal Research and Applications. Akademiai Kiado, Pergamon Press. Oxford, Budapest, 1980, 1185.
5. К. Д. Винокур, К. Г. Джапаридзе, Л. Н. Лисецкий, Г. С. Чилая, З. М. Элашвили. А. с. № 2894674, 1981.
6. К. Д. Винокур, М. А. Гогодзе, К. Г. Джапаридзе, Г. С. Чилая, З. М. Элашвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., II, 1985, 185.
7. G. Gotarelli, B. Samori, C. Stremmenos, G. Torze. Tetrahedron, 37, 1981, 395.
8. E. Bialeska-Florjanzyk, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 82, 1982, 243.
9. J. M. Ruxer, G. Solladie, S. Cardau. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 41, 1978, 109.
10. A. F. Drave, G. Gottarelli, G. Spada. Chem. Phys. Lett. 110, 1984, 630.
11. Н. А. Несмеянов, Р. А. Соколик. Методы элементоорганических соединений. Бор, алюминий, индий, таллий. М., 1964, 243.

Э. Г. АХАЛКАЦИ, И. С. ЛАВСКИП, Т. А. КОКРАШВИЛИ,
В. Г. КОСТЕНКО, В. В. БРЮС

ИЗУЧЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ФУРФУРОЛА ЧЕРЕЗ АЦЕТАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МЕМБРАНЫ РАЗЛИЧНОЙ ПОРИСТОСТИ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 10.2.1988)

При переработке растительного сырья методами кислотного гидролиза практически всегда в тех или иных количествах образуется фурфурол, концентрацию которого желательнее определять непосредственно в потоке. Если для определения фурфурола применять спектрофотометрический метод, то раствор перед определением необходимо разбавить в 200—2000 раз [1]. Для этой цели было предложено применять проточный диализатор [2]. Однако при этом возникает необходимость в получении данных по проницаемости мембран по отношению к фурфуролу в зависимости от температуры, площади диализной поверхности и скоростей потоков, что частично нами было изучено ранее [1].

Цель настоящей работы — изучение механизма проницаемости и определение коэффициентов диализа и диффузии фурфурола в ацетатцеллюлозных мембранах двух типов: МГА-80, МГА-90, МГА-95 и УАМ-500, УАМ-300, УАМ-200 — для выбора типа мембран, в наибольшей степени пригодных к применению в диализаторах автоматических анализаторов.

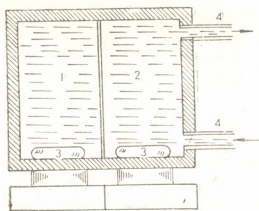


Рис. 1. Двухкамерная ячейка для определения коэффициентов диализа

Измерения коэффициента диализа осуществляли, используя двухкамерную ячейку, разделенную мембраной (рис. 1). Камера 1 заполнялась водным раствором фурфурола, а камера 2 — дистиллированной водой. Перемешивание в обеих камерах осуществлялось с помощью магнитных мешалок 3. Камера 2 снабжена штуцерами 4 для подачи и отвода воды.

Градиент концентрации обуславливает диффузию фурфурола в чистый растворитель. При этом коэффициент диализа β может быть определен по формуле [3]

$$\beta = \frac{V(\lg C_0 - \lg C_1)}{0,4343 \cdot S \cdot t}, \quad (1)$$

где V — объем первой камеры, мл; S — площадь мембраны, см^2 ; c_0 — начальная концентрация фурфурола, %; C_t — концентрация фурфурола в диализате в момент времени t , %.

Графики зависимости $\lg \frac{C_0}{C_t}$ от времени диализа для исследуемых мембран приведены на рис. 2.

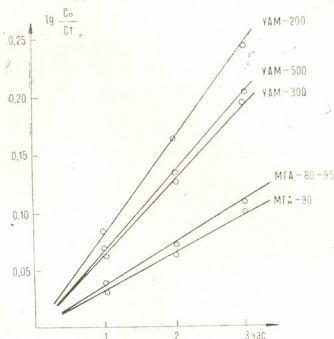


Рис. 2. График зависимости $\lg \frac{C_0}{C_t}$ от времени диализа

Используя значения $\lg \frac{C_0}{C_t}$, рассчитали коэффициенты диализа фурфурола через ацетатцеллюлозные мембраны. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1
Коэффициенты диализа фурфурола через ацетатцеллюлозные мембраны

Марка мембраны	Средний радиус пор, Å	Толщина мембраны $l \cdot 10^{-2}$, см	Коэффициент диализа $\beta \cdot 10^{-5}$, см/с
УАМ-500	250	1,4	37
УАМ-300	150	1,4	35
УАМ-200	100	1,0	44
МГА-80	16	1,0	21
МГА-90	14	1,0	18
МГА-95	10	0,8	21

Следует отметить, что коэффициент диализа фурфурола имеет наибольшую величину в случае использования мембраны УАМ-200, средний радиус пор которой 100 Å , тогда как для мембраны МГА-95, средний радиус пор которой на порядок меньше, коэффициент диализа фурфурола меньше в 2 раза, поэтому для анализа фурфуролсодержащего конденсата целесообразнее использовать мембраны типа МГА, а для анализа гидролизных сред с низким содержанием фурфурола — УАМ-200.

Как известно [4], коэффициент диализа через пористые мембраны при условии постоянства температуры и площади поверхности мембраны зависит от коэффициента диффузии вещества в мембране D_m , пористости f_0 и толщины мембраны l следующим образом:

$$\beta = \gamma \frac{D_m \cdot f_0}{l}, \quad (2)$$

где γ — коэффициент, характеризующий структуру мембраны; D_m — коэффициент диффузии фурфурола в мембране, $\text{см}^2/\text{с}$; f_0 — пористость мембраны; l — толщина мембраны, см .

Из литературных данных также известно [5], что диффузия низкомолекулярных веществ через мембраны, имеющие средний радиус пор порядка 100 Å, происходит с такой же скоростью, как и в свободном растворе, т. е. $D_m = D_0$.

Поэтому, используя численные значения величин D_0 , β , f_0 и l , полученные для мембраны УАМ-200, можно рассчитать величину коэффициента γ :

$$\gamma = \frac{\beta \cdot l}{D_0 \cdot f_0}. \quad (3)$$

Полученное значение коэффициента свидетельствует о том, что структура анализируемой мембраны имеет сквозные и тупиковые цилиндрические поры, направленные под прямым углом к поверхности мембраны [3].

Коэффициент диффузии фурфурола можно определить по формуле

$$D_m = \frac{\beta \cdot l}{f_0}. \quad (4)$$

Как видно из табл. 2, коэффициент диффузии фурфурола в мембране возрастает с увеличением радиуса пор мембраны и достигает величины коэффициента свободной диффузии при среднем радиусе пор больше 100 Å.

Таблица 2

Коэффициенты диффузии фурфурола в ацетатцеллюлозных мембранах
(Коэффициент свободной диффузии D_0 равен $0,67 \cdot 10^{-5}$ $\text{см}^2/\text{с}$)

Марка мембраны	Средний радиус пор, Å	Коэффициент диффузии фурфурола в мембране $D_m \cdot 10^5$, $\text{см}^2/\text{с}$
УАМ-500	250	0,70
УАМ-300	150	0,73
УАМ-200	100	0,66
МГА-80	16	0,33
МГА-90	14	0,29
МГА-95	10	0,27

Механизм селективной проницаемости мембран в процессе диализа можно объяснить, предполагая, что при диализе протекает процесс ультрафильтрации в условиях отсутствия рабочего давления. В соответствии с гипотезой ультрафильтрации [6], в мембранах существуют поры, размеры которых достаточны для того, чтобы пропускать молекулы растворителя, но слишком малы, чтобы пропускать молекулы растворенных веществ.

По-видимому, если мембрана имеет поры, диаметр которых превышает удвоенную толщину сорбированного слоя растворителя, под действием разности концентраций может происходить диализ раство-

рителя и низкомолекулярных веществ. В противном случае процесс будет резко замедлен.

Очевидно, слой связанной воды на поверхности ацетатцеллюлозных мембран приблизительно равен 10 Å. А так как реальные мембраны имеют поры различного диаметра, в том числе и крупные, диализ имеет место во всех приведенных нами случаях.

Следует отметить, что диффузия фурфурола в мембранах типа МГА носит ограниченный характер и составляет 40—50% от диффузии фурфурола в свободном объеме. Это можно объяснить тем, что величина слоя связанной воды на поверхности и в порах этих мембран сопоставима со средним радиусом их пор.

Таким образом, определен коэффициент диализа фурфурола через ацетатцеллюлозные мембраны марок УАМ-500, УАМ-300, УАМ-200, МГА-80, МГА-90, МГА-95. Установлено, что для анализа фурфурол-содержащего конденсата целесообразнее использовать мембраны типа МГА, а для анализа гидролизных сред с низким содержанием фурфурола — УАМ-200. Показано также, что коэффициент диффузии фурфурола в мембранах МГА-80, МГА-90 и МГА-95 носит ограниченный характер и составляет 40—50% от величины коэффициента свободной диффузии фурфурола.

ТНПО «Аналитприбор»

(Поступило 25.2.1988)

ფიზიკური ქიმია

მ. ახალკაცი, ი. ლაევსკი, თ. კოკრაშვილი, ვ. კოსტენკო, ვ. ბრიუსი

ფურფუროლის დიალიზის შესწავლა სხვადასხვა ფორიანობის მქონე აცეტილცელულოზის მემბრანებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ფურფუროლის დიალიზის მექანიზმი, დადგენილია დიალიზის და დიფუზიის კოეფიციენტები ორი ტიპის აცეტილცელულოზის მემბრანებისათვის. ექსპერიმენტულად მიღებულია ფურფუროლის თავისუფალი დიფუზიის კოეფიციენტი წყალში 20°C ტემპერატურაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. G. AKHALKATSI, I. S. LAEVSKY, T. A. KOKRASHVILI, V. G. KOSTENKO
V. V. BRYUS

STUDY OF THE PERMEABILITY OF FURFURAL THROUGH ACETATE CELLULOSE MEMBRANES OF VARIOUS POROSITY

Summary

Permeability mechanism has been studied, and dialysis and diffusion coefficients for furfural in acetate cellulose membranes of two types have been determined. The coefficient of furfural free diffusion in water at 20°C has been determined experimentally.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Г. Ахалкаци, Т. А. Кокрашвили, И. Л. Коричь, О. Д. Дзими-сгаришвили, И. С. Лаевский, В. Г. Костенко. Сообщения АН ГССР, 129, № 1, 1988.
2. В. В. Брюс, В. Г. Костенко. А. с. № 923566 (СССР). Устройство для подготовки пробы жидкости к анализу. БИ, № 16, 1982.
3. И. И. Жуков. Электрокинетические свойства капиллярных систем. М.—Л., 1956.
4. Ю. И. Дытнерский. Обратный осмос и ультрафильтрация. М., 1978.
5. G. K. Ackers, R. L. Steere. Biochem. Biophys. Acta, 59, 1962, 137.
6. Ю. И. Дытнерский. Мембранные процессы разделения жидких смесей. М., 1975.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), С. Н. БАСМАНОВА

ЭЛЕКТРОЛИЗ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ МАРГАНЦА
В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ ХЛОРА

Получение электролитического марганца в промышленном масштабе осуществляется электроэкстракцией его из водных сернокислых растворов с добавкой сульфата аммония. В процессе эксплуатации цеха в заводских растворах было обнаружено наличие ионов хлора, которые могли быть введены в производственные растворы либо с водой, либо с веществами, используемыми для приготовления электролита. Кроме того, поскольку в настоящее время проводятся исследования в области возможности анодного растворения маложелезистого ферромарганца в сернокислых среде с целью замены нерастворимого анода, применяемого на производстве, на растворимый, а для активирования процесса растворения ферромарганца предполагается вводить в электролит ионы хлора и использовать повышенные температуры, необходимо было изучить влияние этих факторов на катодный процесс, т. е. на выделение марганца на катоде.

Для изучения процесса были сняты катодные поляризационные потенциодинамические кривые.

Исходный сернокислый раствор содержал 35 г/л марганца, 150 г/л сернокислового аммония и хлор-ион от 0 до 30 г/л в виде хлористого аммония при температуре от 20 до 80°C.

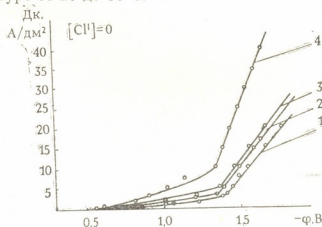


Рис. 1. Зависимость φ -Дк в растворе, содержащем 35 г/л марганца в виде сульфата и 150 г/л сульфата аммония при различных температурах: 1—20°C, 2—30°C, 3—50°C, 4—80°C

Как видно из представленного графика (рис. 1), в отсутствие ионов хлора увеличение температуры приводит к необходимости повышения плотности тока для достижения потенциала разряда ионов марганца. Но более высокие плотности тока, способствуя интенсификации процесса, ухудшают качество отлагаемого металла [1].

Введение в раствор последовательно увеличивающихся количеств ионов хлора, как и следовало ожидать в соответствии с многочисленными работами по получению марганца из сернокислых растворов, не оказывает вредного влияния непосредственно на электрохимическое получение марганца из сернокислых растворов. Наличие ионов хлора в растворе не меняет хода кривых при заданной температуре (рис. 2).

При замкнутом цикле получения металлического марганца обработанный анолит после обеднения по марганцу и обогащения серной кислотой поступает на выщелачивание новых порций руды. После соответствующей очистки и корректировки этот раствор вновь используется для электроэкстракции марганца. Ионы хлора, таким образом, неизбежно будут присутствовать в циркулирующих растворах.

При электролитическом извлечении марганца из сернокислых растворов на производстве используется сплав $Pb+1\% Ag$, способствующий уменьшению образования MnO_2 [2].

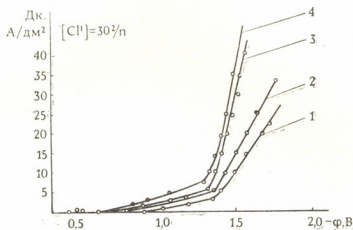


Рис. 2. Зависимость ϕ —Дк в растворе, содержащем 35 г/л марганца в виде сульфата, 150 г/л сульфата аммония и 30 г/л ионов хлора в виде хлористого аммония при различных температурах: 1—20°C, 2—30°C, 3—50°C, 4—80°C

Вопрос анодного поведения свинца в солянокислых растворах марганца рассматривался в работе [3], где показано, что процесс анодного пассивирования свинца сопряжен с частичным его растворением. Входящее в анодный сплав серебро также способно в какой-то мере растворяться.

Ниже приводятся растворимости сернокислого и солянокислого серебра и свинца:

$AgCl$	$-1,5 \cdot 10^{-4}$	г/100 мл H_2O ,
Ag_2SO_4	—0,79	" "
$PbCl_2$	—0,99	" "
$PbSO_4$	$-4,1 \cdot 10^{-3}$	" [4].

Как видно из приведенных данных, растворимость очень низка у $AgCl$ и $PbSO_4$, поэтому при использовании непроточного электролита они не должны влиять на катодный процесс. Растворимость же Ag_2SO_4 и $PbCl_2$ достаточно велика.

Нормальные потенциалы:



Если учесть, что в присутствии ионов хлора из Ag_2SO_4 образуется $AgCl$, которое выходит из сферы влияния, то останется $PbCl_2$, растворимость которого достигает концентрации 10 г/л, что, несомненно, может оказать влияние на разряд ионов марганца на катоде [5].

Поэтому при использовании непроточного электролита наличие хлор-иона в растворе отрицательно влияет на электролиз сернокислых марганцевых растворов при использовании анодов из сплава свинца с серебром.

Немаловажным фактором, который необходимо учитывать при наличии ионов хлора в сернистом растворе, это величина плотности тока, при которой достигается потенциал разряда ионов хлора на аноде.

Как показано в работе [6], потенциал выделения ионов хлора на различных материалах, используемых в качестве анода, достигается при следующих плотностях тока:

- на фосфористом ферромарганце при 25 А/дм²,
- на платине при 10 А/дм²,
- на графитированном угле при 1,6—2,0 А/дм²,
- на свинце при 1,8—2,0 А/дм².

Из представленных данных видно, что именно на аноде из сплава Pb+1% Ag наиболее вероятно взаимодействие хлора с материалом анода. При более низких плотностях тока вероятнее всего анодное растворение с последующим взаимодействием ионов серебра и свинца с ионами хлора, содержащимися в растворе.

Применение проточного электролита (от катода к аноду) позволяет исключить влияние на катодный процесс продуктов анодного растворения анодного сплава, но корродирование анода неизбежно при наличии ионов хлора в растворе.

На основании проведенной работы и анализа литературных данных можно прийти к заключению, что присутствие ионов хлора в сернистом марганцевом электролите приводит к растворению анодов и через них отрицательно влияет на катодный процесс, но при использовании проточного электролита ионы хлора на катодный процесс влияния не окажут.

Наличие ионов хлора в растворе при использовании анодов из сплава Pb+1% Ag должно предусматривать применение проточного электролита.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 19.2.1988)

ელექტროქიმია

რ. აბლაშიძე

(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ს. ბახანაშვილი

ქლორიდების არსებობისას მანგანუმის გომირდმზავა სხნარების
ელექტროლიზი

რეზიუმე

განხილულია ქლორის გავლენა მანგანუმის გამოყოფაზე გომირდმზავა სხნარებიდან. ნაჩვენებია, რომ სხნარში ქლორის იონების არსებობისას 1% Ag-ის შემცველი ტყვიის ანოდები განიცდის კოროზიას. ტყვიის იონები, სხნარში გადასული PbCl₂-ის სახით (ხსნადობა — 10 მ/ლ-მდე), გავლენას ახდენს კათოდურ პროცესზე.

გამდინარე ელექტროლიტის გამოყენება გამოიციხავს ანოდური გახსნის პროდუქტების გავლენას კათოდურ პროცესზე.

R. I. AGLADZE, S. N. BASMANOVA

ELECTROLYSIS OF MANGANESE SULPHURIC SOLUTIONS IN THE PRESENCE OF CHLORIDE IONS

Summary

The influence of chloride ions on the electroextraction of manganese from sulphuric solutions is considered. It is shown that anodes from the Pb+1% Ag alloys are subject to corrosion in the presence of chloride ions. Lead ions (as $PbCl_2$) can influence the cathodic process; solubility of lead can reach 10 gram/l. The use of the running electrolyte allows to eliminate the effect of anodic dissolution products on the cathodic process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Агладзе, Э. М. Унгиадзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. 1. Тбилиси, 1957.
2. Э. М. Унгиадзе, Д. А. Богверадзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. 2. Тбилиси, 1963.
3. С. Н. Басманова. Сб. «Электрохимия марганца», т. 6. Тбилиси, 1976, 17—25.
4. Краткий справочник химика. М., 1954.
5. Н. Т. Гофман, Г. И. Дарчиани, Э. П. Гозалишвили. Сб. «Электрохимия марганца», т. 5. Тбилиси, 1975.



ბ. მღვივანი, ღ. ოტიაშვილი, ვ. ლაღუნაშვილი, ც. სხენიაშვილი,
 ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-
 კორესპონდენტი)

განმუხტული გალვანური ელემენტებიდან ვერცხლისწყლის
 გამოყოფა

თუთია-მანგანუმიანი სისტემის გალვანური ელემენტების შემადგენლობაში მეტალური თუთიის კოროზიისაგან დასაცავად შეყავთ ვერცხლისწყლის ქლორიდი ან ოქსიდი [1]. განმუხტული გალვანური ელემენტების ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავებისას ვერცხლისწყლის ნაწილი გადადის გამოტუტვის შედეგად მიღებულ ხსნარებში [2—7]. ამ ხსნარებიდან ვერცხლისწყლის გამოყოფის შესახებ ლაბარაკია. მხოლოდ ერთ შრომაში [7] (სულფიდური გაწმენდა) და ისიც რაოდენობრივი მონაცემების გარეშე.

წარმოდგენილ სამუშაოში მოტანილია შედეგები, რომლებიც მიღებულია მყავა ხსნარების ვერცხლისწყლის იონებისაგან გაწმენდის პროცესის შესწავლისას, ამ უკანასკნელის ძნელადხსნად ნაერთებში გადაყვანის გზით.

ვერცხლისწყლის შემცველ ხსნარებს ვამზადებდით მეტალური ვერცხლისწყლის აზოტმყავაში გახსნით. ჰარბ მყავას pH-ის საჭირო მნიშვნელობამდე ვანეიტრალბდით თუთიის ოქსიდით. ვერცხლისწყლის შემცველობას ვსაზღვრავდით „ცივი ორთქლის“ მეთოდით სპექტროფოტომეტრ „РТУТЬ 101“-ის გამოყენებით. რეაგენტებად ვიყენებდით ნატრიუმის სულფიდსა და ტეტრაათიოანთიომონატს (შლიბეს მარილი), აგრეთვე თუთიის მტკერს.

ნატრიუმის სულფიდით მყავა ხსნარების Hg^{2+} -იონებისაგან გაწმენდისას



(1) რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი H_2S შეიძლება ისე გადავიდეს აირად ფაზაში, რომ ვერ მოასწროს Hg^{2+} -თან ურთიერთქმედება. ამ შემთხვევაში სრული დემერკურიზაციისათვის საჭირო იქნება ჰარბი Na_2S -ის დამატება.

ლიტერატურული მონაცემებით [8] შლიბეს მარილი მყავა გარემოში იშლება შემდეგი განტოლების თანახმად:



ვერცხლისწყლის იონებთან რეაქციაში შეიძლება შევიდეს როგორც წარმოქმნილი H_2S -ის, ისე Sb_2S_5 -ის გოგირდი.

გასაწმენდ ხსნარზე შლიბეს მარილის ფხვნილის დამატებისას $pH \leq 3$ -ზე მაშინვე მიმდინარეობს (2) რეაქცია და მიღებული ნალექი არათანაბრად ნაწილდება ხსნარში. ამიტომ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ გასაწმენდი ხსნარისათვის ნატრიუმის სულფიდი და ტეტრაათიოანთიომონატი ხსნარების სახით დავამატებინა.

ვერცხლისწყლის შემცველ ხსნარებს ვამატებდით საჭირო რეაგენტის შემცველ გარკვეული რაოდენობის ხსნარს, ორი საათის მორვეის შემდეგ წარმოქმნილ სუსპენზიას ვფილტრავდით და ნალექსა და ფილტრატს ვამოწმებდით ვერცხლისწყლის შემცველობაზე.

ცხრილი 1

რეაგენტების მიერ ხსნარის ვერცხლისწყლისაგან გაწმენდის უნარი (გაწმენდილი ხსნარების ანალიზს ვატარებდით რეაგენტისა და ხსნარის შერევიდან 20 სთ-ის შემდეგ)

დამატებული რეაგენტები	pH 1,5				pH 2,0				pH 2,5				pH 3,0			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Na ₂ S	0,7	290	14,5	6·10 ⁻⁵	0,7	290	14,5	6·10 ⁻⁵	0,4	156	7,8	6·10 ⁻⁵	0,15	60	3	1,2×10 ⁻³
Na ₃ SbS ₄ ·9H ₂ O	0,3	290	14,5	6·10 ⁻⁵	0,3	290	14,5	1,2×10 ⁻⁴	0,16	156	7,8	6·10 ⁻⁵	0,06	60	3	1,6×10 ⁻⁵
Zn-მტვერი	0,1	290	29,0	5,0	0,1	290	23	6,0	0,08	156	15,6	1,6	0,03	60	3	0,14

შენიშვნა:

- 1—ექსპერიმენტისათვის აღებული რეაგენტის რაოდენობა, გ,
- 2—Hg²⁺-ის საწყისი კონცენტრაცია ხსნარში, მგ/ლ,
- 3—Hg-ის საწყისი რაოდენობა ხსნარში, მგ,
- 4—Hg-ის კონცენტრაცია გაწმენდილ ხსნარში, მგ/ლ.

ზემოაღნიშნული რეაგენტების ვერცხლისწყლისაგან ხსნარების გაწმენდის უნარს ვადარებდით საწყის ხსნარებს სხვადასხვა pH-ზე. მიღებული შედეგები მოტანილია 1 ცხრილში.

როგორც ექსპერიმენტის შედეგებიდან ჩანს, თუთიის მტვერით დემერკურიზაციის მეთოდი მოცემული პირობებისათვის გაცილებით უფრო დაბალეფექტურია, ვიდრე ნატრიუმის სულფიდით ან შლიპეს მარილით.

მეორე ცხრილში თავმოყრილია შედეგები, რომლებიც მივიღეთ გაწმენდის ხარისხზე ვერცხლისწყლის იონებთან რეაგენტების შეფარდების გავლენის გამოკვლევისას. ცდებს ვატარებდით pH 2,5-ზე.

ცხრილი 2

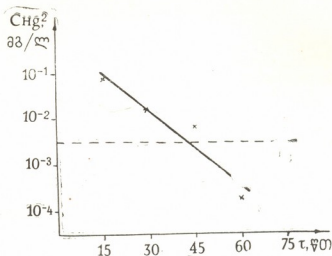
ხსნარის გაწმენდის ხარისხის დამოკიდებულება რეაგენტი : ვერცხლისწყლის თანაფარდობაზე

თანაფარდობა რეაგენტი Hg ²⁺		Hg ²⁺ -ის კონცენტრაცია ხსნარში, მგ/ლ	გაწმენდის ხარისხი, %	შენიშვნა
მასური	მოლური			
1	0,5	183	82,6	რეაგენტი Na ₃ SbS ₄ ·9H ₂ O
1,5	0,75	0,144	99,9	
2,0	1,00	4·10 ⁻³	99,99	
2,5	1,25	1,6·10 ⁻³	—	
3,0	1,50	1,7·10 ⁻⁵	—	
3,5	1,75	—	—	რეაგენტი Na ₂ S
0	0	1070	0	
0	0	1140	0	
0,8	1,48	1000	13,2	
1,2	2,22	260	44,2	
1,6	2,96	1,7	99,8	
2,0	3,70	6,8·10 ⁻²	99,99	
2,4	4,44	3·10 ⁻³	—	
2,8	5,18	1,25·10 ⁻³	—	
3,2	5,32	1,38·10 ⁻³	—	

როგორც მეორე ცხრილიდან ჩანს, ხსნარის სრული დემერკურიზაცია შლიპეს მარილის გამოყენებისას მიიღწევა ამ უკანასკნელის Hg²⁺-ზე 3-ჯერადი (მასის მიხედვით) ან 1,5-ჯერადი (მოლური) სიჭარბისას. ვერცხლისწყალზე სამჯერ მეტი (მასის მიხედვით) ან ხუთჯერ მეტი (მოლუბის მიხედვით) Na₂S-ის დამატებისასაც კი ვერ მიიღწევა ხსნარის გაწმენდის ის ეფექტი, რაც შლიპეს მარილის გამოყენებისას.

შლიბეს მარილის ხსნარის ვერცხლისწყლის შემცველ მკავე ხსნარში შერევისთანავე წარმოიქმნება ნარინჯისფერი Sb_2S_5 . იგი 1—2,5 pH-ზე თანდათან მუქდება და გადადის შავ ნალექში, რომელიც კარგად იფილტრება; 3 pH-ზე ნარინჯისფერი ნალექი ფერს არ იცვლის და ცუდად იფილტრება. ნალექის ნაწილს ფილტრის ქაღალდი ვერ აჩერებს.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ 3 pH-ზე ვერცხლისწყლის იონები ადსორბირდებიან Sb_2S_5 -ზე ვერცხლისწყლის შავი სულფიდის წარმოუქმნელად. pH-ის დაბალ მნიშვნელობაზე კი ვერცხლისწყლის იონების ნაწილი გადადის სულფიდში, რომელიც ილექება Sb_2S_5 -თან ერთად, ან მასზე ადსორბირდება.



სურ. 1. ნარინჯი ვერცხლისწყლის კონცენტრაციის დამოკიდებულება ხსნართა კონტაქტირების დროისაგან (ვერცხლისწყლის საწყისი კონცენტრაცია — 960 მგ/ლ).

სურათზე მოტანილია ვერცხლისწყლის კონცენტრაციის ცვლილება ღროში შლიბეს მარილის ხსნარის დამატების შემდეგ. როგორც სურათიდან ჩანს, დასაშვებ კონცენტრაციას ვერცხლისწყალი აღწევს ერთი საათის განმავლობაში, როდესაც თანაფარდობა $Na_3SbS_5 : Hg^{2+} = 1,25$.

ამგვარად, ჩატარებული კვლევების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ თუთიის შემცველი ხსნარების დემერკურიზაცია შესაძლებელია ნატრიუმის სულფიდის ან ტეტრათიონათიონატის გამოყენებით. ამასთანავე უკეთესი შედეგები მიიღება ამ უკანასკნელის გამოყენებისას. ხსნარების დემერკურიზაციას შეიძლება მივაღწიოთ $Na_3SbS_5 : Hg^{2+} \leq 1,25$ მოლური თანაფარდობისას 1—3 pH-ის დროს და ტემპერატურულ ინტერვალში 20—70°C.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 6.10.1988)

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. М. МДИВАНИ, Д. Г. ОТИАШВИЛИ, М. Т. ДАДУНАШВИЛИ,
 Ц. Ш. СЕХНИАШВИЛИ, Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

ВЫДЕЛЕНИЕ РТУТИ ИЗ РАЗРЯЖЕННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Резюме

Исследована возможность очистки от ртути кислых растворов, полученных гидрометаллургической переработкой разряженных гальва-

нических элементов различными реагентами. Из изученных реагентов более эффективным оказался тетрааюантимонат натрия, при использовании которого остаточная концентрация ртути в очищенном растворе не превышает 10^{-4} мг/л.

CHEMICAL TECHNOLOGY

V. M. MDIVANI, D. G. OTIASHVILI, M. T. DADUNASHVILI,
Ts. Sh. SEKHNIASHVILI, L. N. JAPARIDZE

ON EXTRACTION OF MERCURY FROM DISCHARGED
GALVANIC CELLS

Summary

The possibility of purifying acid solutions obtained due to hydrometallurgical processing of discharged galvanic cells by different agents from mercury has been studied. The most effective of the studied agents is sodium tetraantimonate due to which the residual concentration of mercury in the purified solution is no greater than 10^{-4} mg/l.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Дамье, Н. Ф. Рысухич. Производство первичных химических источников тока. М., 1975.
2. Патент СРР № 87476, 1985.
3. Заявка Японии № 53-37132, 1978.
4. Заявка Японии № 53-18163, 1978.
5. Заявка Японии № 53-25288, 1978.
6. Патент ГДР № 210819, 1984.
7. Заявка ЕПВ № 0158626, 1985.
8. Г. Р е м и. Курс неорганической химии. М., 1963, 724.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Д. Д. ТАБИДЗЕ, Б. В. ЕЖОВ, Л. А. ТИГИШВИЛИ

О ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ЛЕДНИКАХ В РАЙОНЕ оз. ПАРАВАНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошерили 15.11.1988)

Проблему кратности четвертичных оледенений и интенсивности их проявлений на Кавказе нельзя считать окончательно разрешенной. Современное высотное положение снеговых палеограниц, несомненно, завязывается и вследствие неучитывания интенсивных неотектонических поднятий. Слабо изучен вопрос о расчленении вюрма на I и II стадии и интенсивности их проявления. По вопросу ледниковых отложений и форм предпоследнего рисского оледенения в научной литературе высказываются также крайне различные точки зрения с позиций моногляциальной теории и приверженцев мощных многократных четвертичных оледенений, допускающих сползание языков крупных долинных ледников в пределы предгорий.

Наиболее слабо изучены древние оледенения на территории Южно-Грузинского вулканического нагорья, где, по мнению большинства исследователей [1, 2], верхнечетвертичному оледенению подверглись части высоких массивов выше абсолютных отметок 2600—2300 м и лишь отдельные крупные долинные ледники опускались ниже. Однако на более раннем этапе исследования [3—6], было признано наличие сплошного ледникового покрова.

Морфологические следы вюрмского оледенения, главным образом карьер-цирки и троговые долины, на территории Абул-Самсарского хребта сконцентрированы в трех очагах и приурочены к наиболее высоким вулканотектоническим массивам — Диди и Патара Абули и Самсарскому (рис. 1). Эти массивы разобщены между собой вулканотектоническими депрессиями, которые древними ледниками были использованы в качестве путей разгрузки и поэтому переформированы в троговые долины. Однако в последующем в результате вспышки голоценового вулканизма эти долины частично были заполнены лавовыми потоками. Излияние голоценовых лав происходило во многих местах Абул-Самсарского хребта, и по этой причине на его территории трудно получить полное представление о масштабах вюрмского оледенения. Единственный трог вюрмского возраста, не затронутый излияниями голоценовых лав, на территории Абул-Самсарского хребта сохранился в крайней южной его части — на восточном склоне массива Патара Абули. Длина этой троговой долины 5 км, и заканчивается она на абсолютной высоте 2200 м. Патара-Абульский трог даст представление о положении крупных долинных ледников в период максимальной фазы вюрмского оледенения, и так как водосборный бассейн этого трога несколько уступает по площади бассейнам других трогов в Абул-Самсарском хребте, можно полагать, что языки вюрмских ледников в период максимальной фазы этого ледникового периода опускались еще ниже, до отметок 2100—2000 м. Исходя из вышеотмеченного, можно полагать, что вюрмское оледенение Абул-Самсарского хребта характеризовалось высотным положением небольших каровых и цирковых ледников — 2600—2700 м, а ледники долинного типа достигали предгорной зоны, т.е. гипсометрического уровня оз. Паравани [7].

В научной литературе почти отсутствуют материалы о предпоследнем рисском оледенении Джавахетского нагорья. В этом плане представляют интерес геоморфологические наблюдения на восточном, приджавахетском побережье оз. Паравани, проведенные нами летом 1988 г. Здесь западный пологий склон Джавахетского хребта сложен верхнеплиоцен-нижнечетвертичными базальтовыми лавами ахалкалакской свиты. Склон расчленен узкими и слабобрезанными долинами маловодных рек с крутыми симметричными бортами, лишёнными террас. Между этими долинами всюду сохранились фрагменты слабо-наклонного западного склона хребта, во многих местах достигающие озера. Однако в некоторых местах у берега озера образуются наложенные формы рельефа в виде конусов выносов и долин рек — восточных притоков оз. Паравани. У самого берега озера мелкие конусы переоформлены в аккумулятивную озерную террасу и образуют плоскую прибрежную равнину, а крупные конусы сохраняют морфологические черты до береговой линии. Наше внимание привлекло повсеместное

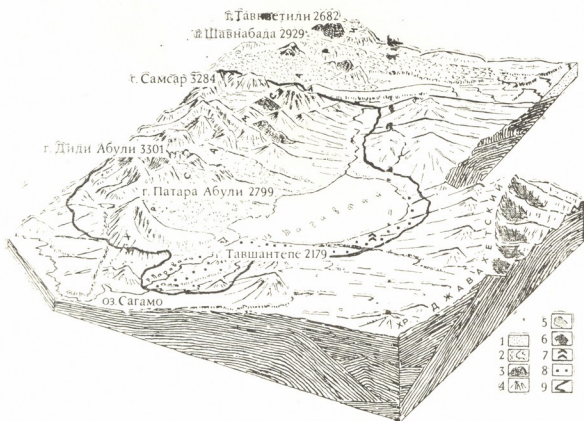


Рис. 1. Ледниковые формы рельефа и отложения Параванской котловины и ее горного обрамления: 1 — аллювиальные равнины, 2 — голоценовые лавовые потоки, 3 — голоценовые вулканические конусы, 4 — вулканотектонические формы рельефа, 5 — трогги, 6 — ледниковые цирки и кары, 7 — коренные выходы моренных отложений, 8 — ареал эратических валунов, 9 — граница распространения рисского оледенения

распространение валунов с диаметром до 1,5 м, лежащих на расстоянии 10—100 м друг от друга. Валуну встречается не только на прибрежных аккумулятивных формах рельефа, используемых для угодий (на которых они собраны населением в кучи), но и на склонах прибрежной части долин и, что наиболее важно, на поверхностях междуречий. Степень окатанности валунов наивысшая в пределах прибрежной аккумулятивной террасы и конусов. Окатанность меньше на склонах речных долин и еще меньше на слабо-наклонной поверхности самого склона Джавахетского хребта. Здесь отсутствует хорошо ока-



ташные, встречаются среднесокатанные и преобладают плохо окатанные валуны и полуокатанные глыбы, характерные для моренного материала. В автомобильных и железнодорожных выемках новой дороги Марабда—Ахалкалаки на слабонаклонной поверхности междуречья, например в створе долины р. Магарадереси, наблюдаются коренные обнажения ледниковых отложений — угловатые полуокатанные валуны с серой глиной, щебнем и полуокатанной галькой. Ледниковые отложения в первичном залегании зафиксированы нами и севернее долины р. Магарадереси, на удалении около 2 км, волизи берега озера. Окатанные и полуокатанные валуны по направлению на юг от оз. Паравани прослеживаются на расстоянии примерно 8 км.

Выше приводились данные о древнеледниковых формах Самсарского хребта. В Джавахетском хребте эти формы представлены крайне ограниченно. Лишь на восточном склоне, в крайней северной его части образовано шесть каров выше абсолютной отметки 2400 м. Вероятно, это результат особенности морфотектонической эволюции хребта, уступающего Самсарскому по высоте почти на 500 м. Очевидно, моренный материал у подножья западного склона Джавахетского хребта следует считать образованием рисских долинных ледников, спускавшихся с восточного склона Самсарского хребта и заволашавших котловину современного оз. Паравани, расположенную на 2000 м абсолютной высоты и межгорной депрессии и, по данным бурения, заполненной толщей рыхлых осадков мощностью 100 м [7]. Можно допустить существование вводного ледника в южном направлении, в сторону Ахалкалакского плато по долине р. Паравани.

Наблюдение, касающееся установления верхней возрастной границы оледенения, сделано в 3 км южнее озера. Здесь железнодорожная выемка прорезает на глубину до 20 м западное подножье шлакового базальтового конуса Тавшантепе. Шлаки (лапиллы, песок, мелкие бомбы) спеклись слабо, химическая цементация отсутствует, порода мало консолидирована. Первичная коническая форма конуса эродирована двумя барранкосами, но не затронута эскарпацией. Между тем, шлаковый конус расположен в районе распространения моренного материала и возраст конуса, вероятно, не моложе позднего плейстоцена (по данным геологической съемки, поздний средний плейстоцен). Описанные проявления ледниковой аккумуляции следует считать результатом деятельности рисского оледенения.

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии

им. Валуши Баграტიони

(Поступило 24.11.1988)

ფიზიკური გეოგრაფია

დ. ტაბიძე, ბ. ეშოვი, ლ. თიბოშვილი

ფარავნის ტბის პლეისტოცენურ მყინვართა შესახებ

რეზიუმე

ფარავნის ტბის სამხრეთით და მის აღმოსავლეთ ნაპირზე, ჯავახეთის ქედის დასავლეთ ფერდობის ძირში, პირველად იქნა აღწერილი მორენული ნაფენები, რის საფუძველზეც გამოითქვა შეხედულება იმის შესახებ, რომ რისული გამყინვარების პერიოდში სამსრის ქედის აღმოსავლეთი ფერდობის ხეობის ტიბის მყინვარები მთლიანად ავსებდა ფარავნის ქვაბულს და მდ. ფარავნის ხეობის გავლით საღამოს ტბამდე ვრცელდებოდა.

D. D. TABIDZE, B. V. EZHOV, L. A. TIGISHVILI

ON THE PLEISTOCENE GLACIERS OF THE LAKE PARAVANI

Summary

Morainic layers on the southern and eastern shores of the lake Paravani and at the bottom of the western slope of the Dzhavakheti range are described for the first time. On account of this consideration it is proposed that during Riss Glaciation the valley glaciers of the Samsari range type completely filled the Paravani basin and were stretched up to the lake Sagramo through the ravine of the river Paravani.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Маруашвили. Южно-Грузинское вулканическое нагорье. В кн.: «Геоморфология Грузии». Тбилиси, 1971.
2. Н. Е. Астахов. Сообщения АН СССР, № 9, 1951.
3. А. А. Грен. Изв. Кавказского отдела Моск. археол. о-ва, т. II. Тифлис, 1907.
4. К. К. Фохт. Изв. Геол. комитета, т. 35, № 1, 1916.
5. П. И. Желтов. Сб. к 45-летию научной деятельности Н. Ф. Погребова. Л., 1937.
6. К. Н. Паффенгольц. Сб. трудов Ин-та геологии и минералогии АН СССР. Тбилиси, 1951.
7. ლ. თივაშვილი. საქ. მეცნ. აკად. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემავამებელი სამეცნ. სესია, თეზისები. თბილისი, 1987.



Н. М. ДАНЕЛИЯ

КРУПНОМАСШТАБНАЯ ВРЕМЕННАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СТОКА РЕК АБХАЗСКОЙ АССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 9.2.1988)

При проведении водохозяйственных мероприятий по многолетней эксплуатации водных ресурсов рек необходима информация о временных масштабах межгодовых изменений погодных характеристик стока. Подобные сведения нужны также для изучения гидрологического режима и долгосрочного прогнозирования речного стока.

Ранее неоднократно указывалось, что в межгодовых изменениях стока проявляются циклические колебания с периодами, характерными для периодов циклических колебаний солнечной активности и отмечалось возможное влияние солнечной активности на метеорологические и гидрологические процессы [1—3].

Накопление новых фактов может приблизить исследователей к решению этой важной задачи.

В настоящей работе использовались средние (H_{cp} , Q_{cp}), максимальные (H_{max} , Q_{max}) и минимальные (H_{min} , Q_{min}) за отдельные годы значения уровней и расходов воды по 8 гидрометрическим постам. Соответствующие наблюдения проводились Абхазской гидрометеорологической обсерваторией. Данные по солнечной активности (числам Вольфа) брались из [4]. Для определения периодов преобладающих циклов использовался спектральный анализ на дискретном множестве точек.

Изучение временных процессов обычно проводится с помощью анализа трендов и спектральных плотностей. При рассмотрении двух связанных друг с другом процессов исследуются также их совместные спектральные плотности (коспектры).

Параметры A и B линейного тренда процесса x

$$T_r[x(t)] = A + Bt \quad (1)$$

определяются методом наименьших квадратов, приводящим к формулам

$$A = \frac{\bar{x} \cdot \bar{t}^2 - \bar{x\bar{t}} \cdot \bar{t}}{\bar{t}^2 - \bar{t}^2}, \quad B = \frac{\bar{x\bar{t}} - \bar{x} \cdot \bar{t}}{\bar{t}^2 - \bar{t}^2}, \quad (2)$$

где t — время, а знак обозначает осреднение по периоду наблюдений. Знак коэффициента B тренда указывает на тенденцию усиления или ослабления процесса в течение рассматриваемого периода.

Для выделения вклада в процессы U и V циклов с различными частотами

$$\hat{f}_n = \frac{n}{N}, \quad (3)$$

где N — число лет наблюдений, а n — номер гармоник, используются нормированные спектральные $\Omega_{uu}(n)$, $\Omega_{vv}(n)$ и взаимные спектральные $\Omega_{uv}(n)$ плотности:

$$\Omega_{uu}(n) = \frac{a_n^2 + b_n^2}{2\sigma_u^2}, \quad \Omega_{vv}(n) = \frac{c_n^2 + d_n^2}{2\sigma_v^2}, \quad \Omega_{uv}(n) = \frac{a_n c_n + b_n d_n}{2\sigma_u \sigma_v}. \quad (4)$$

В формуле (4) a_n , b_n , c_n , d_n — коэффициенты разложений процессов U и V в дискретный ряд Фурье

$$U(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{[N/2]} \left(a_n \cos \frac{2\pi n t}{N} + b_n \sin \frac{2\pi n t}{N} \right),$$

$$V(t) = \frac{c_0}{2} + \sum_{n=1}^{[N/2]} \left(c_n \cos \frac{2\pi n t}{N} + d_n \sin \frac{2\pi n t}{N} \right), \quad (5)$$

а σ_u , σ_v — средние квадратические отклонения процессов.

Нормированные спектральные плотности $\Omega_{uu}(n)$ и $\Omega_{vv}(n)$ характеризуют вклад цикла с частотой f_n в дисперсию процессов U и V , а нормированная взаимная спектральная плотность $\Omega_{uv}(n)$ — в их кор-

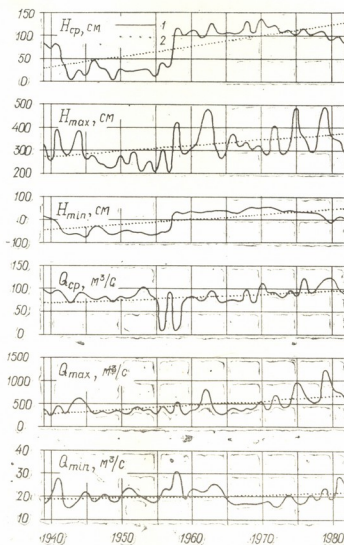


Рис. 1. Многолетние колебания погодических характеристик стока р. Кодори (пост Лата) — 1 и их тренды — 2

реляцию. При выполнении данной работы была составлена программа расчетов трендов и спектральных плотностей и проведены расчеты на ЭВМ ЕС-1022 по описанной выше системе исходных данных.

На рис. 1 на примере р. Кодори (пост Лата) представлены кривые межгодовых изменений погодных параметром уровнем и расходов. Соответственно этим кривым построены их линейные тренды. Все представленные на рис. 1 процессы оказались с положительными трендами. Расчеты по другим рекам показывают, что могут быть и отрицательные тренды. Так, на рр. Бзыбь и Ингури тренды отрицательны.

На рис. 2, наряду со спектрами индекса солнечной активности представлены спектры средних, максимальных и минимальных уровней. На рис. 2 выделены также коспектры рассматриваемых процессов с процессом изменения индекса солнечной активности. Для возможности сопоставления спектральных плотностей на всех графиках повторяется спектр солнечной активности.

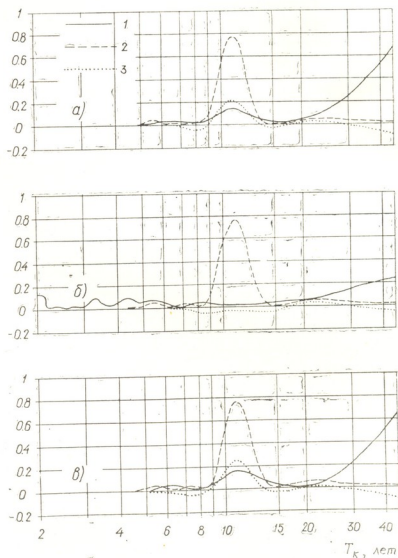


Рис. 2. Нормированные спектральные плотности многолетних колебаний погодных характеристик уровня воды р. Кодори (пост Лата): среднегодовых значений — а, 1, максимальных — б, 1, минимальных — в, 1, индекса солнечной активности — 2, взаимные спектральные плотности среднегодовых значений — а, 3, максимальных — б, 3, минимальных — в, 3

На рис. 2 в спектрах среднегодовых и минимальных уровней отчетливо выделяется цикличность с периодом в 11 лет. Такой же период имеют наиболее выраженные циклы в кривой изменения солнечной активности [3]. Как следует из рис. 2, еще более выражены по



сравнению со спектрами среднегодовых и минимальных уровней 11-летние циклы на соответствующих коспектрах. У кривой межгодовых изменений максимальных уровней такой цикличности не обнаруживается. Однако у нее обнаруживаются циклы с периодами в 2, 3,3 и 4,5 года. Они хорошо согласуются с мелкомасштабной по времени изменчивостью кривой $H_{\max}(t)$ на рис. 1. Кривые $H_{\text{cp}}(t)$ и $H_{\text{min}}(t)$ имеют аналогичный между собой ход, общие черты их изменения во времени отражаются на соответствующих спектрах.

У кривых среднегодовых, максимальных и минимальных расходов 11-летняя цикличность выражена слабее, чем у средних и минимальных уровней, и проявляется она на коспектрах. Для всех погодных характеристик расходов характерны циклы с периодами в 2, 3—4 года. Кроме того, изменение минимальных расходов характеризуется мощным 22-летним циклом.

Результаты расчетов по другим рекам показывают, что в общих чертах спектральная структура их стока аналогична рассмотренным примерам.

Абхазская гидрометеорологическая
обсерватория

(Поступило 12.2.1988)

ჰიდროლოგია

ბ. დანელია

აზხაზეთის მდინარეების მსხვილმასშტაბიანი დინამიკური
სპექტრალური სტრუქტურა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ აზხაზეთის მდინარეებისათვის წყლის საშუალოწლიურ და მინიმალურ დონეთა ციკლურ რყევაში ვლინდება შესამჩნევი 11-წლიანი ციკლები. წყლის დონისა და ხარჯის წლიური მაქსიმუმებისათვის შემჩნეულია აგრეთვე 2- და 3—4-წლიანი ციკლები.

HIDROLOGY

N. M. DANELIA

LARGE-SCALE TIME SPECTRAL STRUCTURE OF RIVERS IN ABKHAZIA

Summary

It has been estimated that in cyclic fluctuations of mean annual and minimum stage of water in Abkhazian rivers 11-year cycles, characteristic for cyclic fluctuations of the index of solar activity, are revealed. For yearly characteristics of water level and discharge the cycles of 2- and 3-to-4-year periods are observed as well.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Андреев. Труды ГГИ, вып. 68, 1959, 3—49.
2. А. А. Гирс. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., 1971.
3. Солнечно-земные связи, погода и климат. Под ред. Б. Мак-Кормака. М., 1982.
4. Solar-Geophysical Data.—Boulder, CO, U. S. Department of Commerce, 1983, № 462, Part 1, p. 13.



Дж. И. МАМАЛАДЗЕ, Н. Ш. ОДИКАДЗЕ

ПАЛЕОМАГНИТНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГУРИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 27.1.1988)

Плиоцен-плейстоценовые отложения Гурии изучены довольно детально. На основе анализа биостратиграфического материала они расчленены и сопоставлены друг с другом. Однако часто некоторые руководящие формы или даже целые комплексы моллюсков, заключенные в этих отложениях, имеют большое вертикальное распространение, что затрудняет их надежную корреляцию. Привлечение палеомагнитных данных способствует решению этой задачи.

Разрез в районе г. Цвермагала (№ 140) является наиболее интересным и полным в палеомагнитном отношении. Он охарактеризован биостратиграфически (как макро-, так и микрофауной) и охватывает две крупные магнитозы.

На серпантинах дороги, ведущей к центральной усадьбе совхоза (разрез № 140), на абс. высоте 70—75 м желтовато-серые песчанистые глины с размывом и угловым несогласием залегают на среднемиоценовых, сильно дислоцированных отложениях. Песчанистые глины на основе мелких микромеланий и комплекса остракод предположительно относятся к гурии [1]. Выше с угловым несогласием залегают отложения, охарактеризованные чаудинской фауной, с прямой полярностью.

Анализ материала позволяет представить здесь два варианта сопоставлений как с другими чаудинскими разрезами Гурии, так и с общей магнитохронологической шкалой А. Кокса [2].

В первом варианте, учитывая, что прямая полярность зафиксирована в отложениях, охарактеризованных чаудинской фауной моллюсков, можно принять, что этот интервал соответствует событию Харамильо. Аналогично можно выделить этот же эпизод в нижних частях разрезов Цвермагала (№ 136), Ахалсепели, Чахвата, Хварбети и Мерия соответствующих чаудинским отложениям Грузии.

Во втором варианте прямую полярность в нижней части Цвермагальского разреза (№ 140) можно сопоставить с субзоной Квемонатанеби. Этот литоцикл с угловым несогласием перекрывается отложениями, охарактеризованным чаудинской фауной, и относится к верхней части гурии. По данным В. А. Зубкова [1], в средней части позднегурийских слоев выделяется аномальная намагниченность с 1,5-метровой зоной прямой полярности. В нашем случае мощность зоны прямой полярности — 4,5 м. Выше идет также аномально намагниченная зона. Характерно, что аналогичная картина наблюдается в разрезе Ахалсепели, а аномальная намагниченность на том же стратиграфическом уровне нами выявлена во втором разрезе Цвермагала (№ 136). Все отмеченное дает повод прямую полярность в нижней части разрезов Цвермагала, Ахалсепели, Чахвата, Хварбети, Мерия считать аналогом квемонатанебской субзоны и сопоставить их друг с другом. Однако на данном этапе исследований этот эпизод мы сопоставляем с эпизодом Харамильо (I вариант).

В разрезе Цвермагала (№ 140) выше аномально намагниченной зоны следует обратная полярность, а затем в отложениях, богато оха-

рактированных чаудинской фауной, наблюдается зона прямой полярности мощностью 3,3 м. Предыдущими исследователями [1, 3] это событие выделяется как в нижней (чахватские слои), так и в верхней (цвермагальские слои) частях разреза. Еще выше четко выражена обратномагнитная зона, в верхней части которой отбивается слой прямой полярности мощностью 10 см.

Заканчивается Цвермагальский разрез прямой полярностью. Палеомагнитная инверсия Брюнс-Матуяма в разрезе Цвермагала нами проводится внутри чаудинских слоев — между глинистыми песчаниками и слабоконсолированными песками.

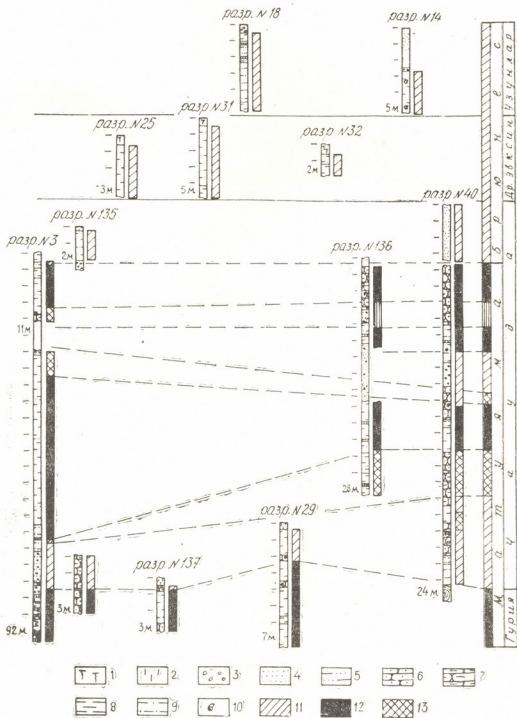


Рис. 1. Корреляция разрезов плио-плейстоценовых отложений Гурви по палеомагнитным данным: 1 — почва, 2 — кора выветривания, 3 — конгломераты, 4 — пески, 5 — пески глинистые, 6 — песчаники, 7 — песчаник глинистый, 8 — глины, 9 — глины песчаные, 10 — фауна, 11 — зона прямой намагнитченности, 12 — зона обратной намагнитченности, 13 — переходные слои с сильным разбросом векторов

По данным В. А. Зубкова [1], эта инверсия проходит также внутри чаудинских слоев, но между шавскими и цвермагальскими слоями, а по материалам А. Н. Гришанова и др. [3], совпадает с границей чауды и древнего эвксина.

Сопоставление (рис. 1) изученных нами отложений показывает, что верхнюю часть Цвермагальского разреза (№ 140) можно коррелировать с аналогичными интервалами в верхней части остальных разрезов. Некоторые отклонения при сопоставлениях — следствие различной детальности изучения разрезов.

Вызывает интерес сопоставление гурийской чауды с отложениями стратотипа м. Чауда. Учитывая, что для нижнечаудинских слоев м. Чауда установлена прямая полярность, всеми исследователями они сопоставляются с верхами гурийской чауды. По нашему мнению, пока нет дополнительных палеомагнитных данных об отложениях м. Чауда, возможны следующие варианты сопоставления: 1) Вслед за предшествующими исследователями можно допустить, что временной интервал чаудинской биоцены Гурии весьма длительный и чаудинские отложения м. Чауды соответствуют только ее верхней части. Тогда выявленная нами прямомагнитная зона в верхней части Цвермагальского и соответственно других разрезов является коррелятивной отложениям м. Чауда. 2) Не следует исключать и возможности иной интерпретации тех же материалов. Во-первых, следует обратить внимание на очень небольшую мощность чаудинских отложений на м. Чауда. Из общей мощности в 6—8 м непригодным для палеомагнитных исследований является 2-метровый известняково-ракушечный детрит. Малопригодными для этих же целей являются и пески в нижней части разреза. Во-вторых, выводы, сделанные на основании фауны, являются настолько противоречивыми и спорными, что, опираясь на них, в настоящее время трудно прийти к однозначному решению вопроса. В-третьих не учитывается возможность сопоставления отложений обоих разрезов и по гипсометрическому уровню, что может дать дополнительный материал для корреляции.

Учитывая все сказанное мы считаем возможным допустить, что прямая полярность чаудинских отложений м. Чауда относится не к самой верхней части гурийской чауды.

Что касается разрезов Уреки, Омпарети и Цкалцминда, их корреляция облегчается тем, что все они прямо намагничены и помещаются в ортозоне Брюнес.

Разрезы с. Омпарети (№ 25, 32) и у ст. Уреки (№ 31) представлены однородными породами голубовато-серых глин древнего эвксина и имеют прямую полярность. Их принадлежность к эпохе Брюнес, так же как и их синхронность, не вызывает сомнений. Обратная полярность, выделенная ранее [4], несмотря на многолетние палеомагнитные исследования этих отложений, нами не подтверждается.

Разрезы в с. Цкалцминда (№ 14) и на левом берегу р. Сефа (№ 18) представлены еще более молодыми образованиями, и для них характерна также прямая полярность. Возраст отложений узуларский и они также хорошо коррелируют между собой.

Суммируя данные, можно подчеркнуть, что палеомагнитные исследования плиоцен-плейстоценовых отложений Западной Грузии показали наличие двух событий в конце эпохи Матуяма после эпизода Харамильо, а в изученной части эпохи Брюнес — отсутствие соответствующих R событий.

ჯ. მამალაძე, ნ. ოდიკაძე

გურის კლიოცენ-პლეისტოცენური ნალექების პალეომაგნიტური
კორელაცია

რეზიუმე

გურის პლიოცენ-პლეისტოცენური ნალექების დეტალური პალეომაგნიტური კვლევის შედეგად გამოყოფილია გეომაგნიტური ველის ახალი ეპიზოდები და დაზუსტებულია აღნიშნული ნალექების კორელაცია.

GEOLOGY

J. I. MAMALADZE, N. Sh. ODIKADZE

ON PALEOMAGNETIC CORRELATION OF PLIOCENE-PLEISTOCENE
SEDIMENTS OF GURIA

Summary

Based on detailed paleomagnetic investigations of Pliocene-Pleistocene sediments in Guria, new episodes have been distinguished and the correlation of these sediments has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Зубаков, В. В. Кочегура, Г. И. Попов. Сб.: «Колебания уровня мирового океана в плейстоцене». Л., 1975, 98—113.
2. A. Cox. Science. v. 163, 1969, 237—245.
3. А. Н. Гришанов, В. Н. Еремин, З. А. Имнадзе, Т. Г. Китовани, Ш. К. Китовани, Э. А. Молостовский, Р. И. Торозов. Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода, № 52, 1983, 18—28.
4. В. А. Зубаков, В. В. Кочегура. XXVIII. Герценовские чтения. Геология. Научные доклады Л., 1976, 31—35.



УДК 551.762.23:549.623.7 (479.22)

ПЕТРОЛОГИЯ

Ш. А. АДАМИЯ, Г. Г. ГУГУНИШВИЛИ, Д. М. КУПАРАДЗЕ,
 М. Б. ЛОРДКИПАНИДZE, О. Д. ХУЦИШВИЛИ

**ДОВЕРХНЕЮРСКИЙ СЕРПЕНТИНИТОВЫЙ МЕЛАНЖ
 В ЮЖНОЙ ГРУЗИИ (САДАХЛО)**

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 16.5.1988)

На восточной периферии Локского выступа кристаллического фундамента, близ пос. Цопи издавна известен выход серпентинита, который в течение ряда лет разрабатывался как цементное сырье [1, 2]. В пятидесятых годах возникновение серпентинита связывалось с гидротермально-метасоматической переработкой сеноманских известняков на контакте с мощным (10—12 м) силлом «роговообманкового порфирита» [2]. Сегодня несостоятельность подобного взгляда на генезис серпентинитов не требует специальных доказательств. Известно, что серпентиниты представляют собой продукты гидратации ультраосновных пород, часто относящихся к офиолитовой ассоциации, т. е. представляющих собой реликты океанической коры и мантии. Вместе с тем, в залегающих над серпентинитами Цопи известняках, долгое время относимых к сеноману, недавно была обнаружена верхнеюрская фауна [3]. Таким образом, возникла необходимость повторного изучения серпентинитов Цопи с целью выяснения их генезиса и геологических взаимоотношений с верхнеюрскими известняками.

В заброшенном Цопском карьере обнажается интенсивно тектонизированный серпентинит (видимая мощность — 4,5—5 м). Порода местами превращена в серпентинитовый меланж — содержит глыбы микритовых известняков и лимонитизированных вулканитов. В западной части серпентинитового выхода полого залегает тело гидротермально измененного диабаз (3,5 м), сильно раздробленное и буднированное. Его первичное взаимоотношение с серпентинитом неясно. Сил «роговообманкового порфирита», описанный в ранних работах, отсутствует — скорее всего уничтожен в процессе эксплуатации карьера.

Серпентинит сложен в основном мелковолокнистым хризотилом, который интенсивно замещается кальцитом и тальком. Местами порода приближается к офиокальциту, поскольку густая сеть трещин в серпентините заполнена кальцитом, иногда совместно с лимонитом. Интенсивные гидротермальные изменения наблюдаются в верхнем контакте диабазового тела, вдоль которого развита розовая отторочка, внешне похожая на родингит. Микроскопия показала, что розовая порода представляет собой гидротермально измененный — замещенный альбитом, эпидотом и кварцем — диабаз. Скопление крупных кристаллов гидрограната, интенсивно замещаемых кальцитом и эпидотом, обнаружено в единственном шлифе. Каргина указывает, что метасоматоз осуществлялся как минимум в два этапа. Рентгеноструктурное изучение эпидота, альбита и кварца, произведенное Р. А. Ахвледиани, показало, что формирование названных минералов происходило в температурном интервале 300—350°.

В контакте серпентинита с осадочными породами развита густо ольвяково-зеленая отторочка (0,5—7 м), состоящая из кристаллического кальцита и эпидота; в небольшом количестве присутствует альбит, сохраняются участки мелковолокнистого серпентинита.

Над серпентинитами залегает вулканогенно-осадочная толща (элементы залегания СВ $30^\circ < 50^\circ$), в основании которой непосредственно за серпентинитами следуют:

1. Пачка турбидитов, представленная чередованием полимиктовых алевролитов и песчаников, вулканокластических и известковистых песчаников. Породы обнаруживают отчетливую градационную слоистость и в том или ином количестве содержат обломки серпентинита. Мощность — 5,5 м.

2. Густо оливково-зеленая порода, сложенная кристаллическим эпидитом, кальцитом и альбитом. Содержит реликты серпентинита и, возможно, является продуктом гидротермального преобразования серпентинитового песчаника (0,8 м).

3. Олистостромовая пачка, в которой известковистые песчаники, содержащие деформированные обрывки слоев окремислых микритовых известняков, чередуются с конгломерат-брекчиями, густо-сиреневыми известковистыми алевролитами, песчаниками и известковистыми туффитами (4,5 м).

Конгломерат-брекчия залегают в виде слоев и линз. Они состоят из обломков (до 10 см) микритовых известняков, лимонитизированных базальтов и андезитов, которые сцементированы песчаником. Последний содержит зерна лимонитизированного серпентинита и вулканитов. Песчаники и туффиты этой пачки характеризуются градационной слоистостью. Ювенильный пирокластический материал в туффитах андезитового и дацитового состава.

4. Чередование серых известковистых туффитов с вулканокластическими песчаниками и туфами, андезитового и дацитового состава (16 м). В верхней части пачки известковистые туффиты содержат фауну гастропод киммеридж-титонского возраста [3].

5. Серо-зеленые пятнистые известняки со стяжениями хлорита (2,5 м).

6. Чередование известковистых туффитов, туфо-алевролитов и туфопесчаников с туфами андезитового и дацитового состава (105 м). После 15 м перерыва обнажаются:

7. Белые мергелистые известняки с прожилками кальцита, содержащие комплекс микрофауны, по определению В. А. Тодрия, характерный для киммериджа-валанжин (12 м).

8. Светло-серые мраморовидные известняки (50 м).

9. Фиолетовые вулканокластические песчаники (4 м).

10. Коричневые песчаные известняки с гастроподами, руднестами и кораллами — нижний сеноман [3].

Вышеприведенный разрез не оставляет сомнения, что серпентинитовый меланж Цопи трансгрессивно перекрыт турбидитно-олистостромовой пачкой позднейшего возраста, за которой в восходящем разрезе согласно следуют мелководно-морские песчаники, вулканиты андезит-дацитового состава, известковистые туффиты, мергели, известняки, пачки 4—7, содержащие фауну со стратиграфическим диапазоном киммеридж-валанжин. Однако не исключено, что возраст этих пород не выходит за пределы киммериджа, поскольку в мергелистых известняках, идентичных таковым пачки 7, которые широко распространены в районе восточнее с. Ульяновки, Д. М. Купарадзе обнаружил микрофауну, среди которой, по определению французского микрпалеонтолога Ж. Э. Фуркада, присутствует форма, руководящая для верхнего оксфорда-нижнего киммериджа [3].

Следует подчеркнуть, что серпентиниты размывались на всем протяжении формирования верхнеюрской вулканогенной толщи окрестностей пос. Цопи, причем часть серпентинитовых обломков обнаруживается признаки выветривания на суше.

Пирокластический материал в верхнеюрской толще андезит-дацитовый. Восточнее Цопи пирокластита замещается лавами анало-

ტიჩного состава, которые до сегодняшнего дня относились к сеноману. Необходимо подчеркнуть, что андезит-дацитовый вулканизм весьма характерен для верхней юры Локско-Карабахского пояса. Однако он резко отличается по составу от базальтоидов т. н. шулаверской свиты, которые в исследуемом районе по стратиграфическому положению отнесены к верхней юре [4].

Наконец, касаясь генезиса серпентинитового меланжа Цоли, следует отметить, что его принадлежность к «расчлененной офиолитовой ассоциации» представляется весьма вероятной, хотя для подтверждения этой концепции необходимо провести детальное изучение геохимии серпентинита и обломков в серпентинитовом меланже.

Поскольку подошва меланжа не обнажена, в настоящее время не представляется возможным сделать однозначный вывод об аллохтонном либо автохтонном его залегании. Возможны несколько вариантов его формирования:

1. До поздней юры или в поздней юре до кимериджа серпентиниты были шарьированы с юга, из Малокавказской ветви Тетиса, или же с севера, из бассейна, предположительно разделявшего Южно- и Северо-закавказские сегменты юрской островной дуги [5].

Это предположение кажется наиболее вероятным в свете новых данных о доверхнеюрской обдукции офиолитов в Локско-Карабахской зоне [6] и в северной Турции, в том числе и на пограничном с Грузией Артвинском массиве [7]. Наличие замкнувшегося в средней юре Палеотетиса к северу от Локского выступа предполагает И. П. Гамкрелидзе [8].

2. Серпентинитовый меланж совместно с перекрывающей его верхнеюрской вулканогенно-осадочной толщей был шарьирован из Севано-Акеринской зоны перед сеноманом. Общая геологическая картина района допускает залегание сеноманских известняков под серпентинитами.

3. Серпентинитовый меланж обнажается в приподнятом блоке и представляет собой часть меланократового фундамента юрской островной дуги, которая, судя по бонинит-толеитовому типу вулканизма, по крайней мере, частично сформировалась на океанической коре [9].

Для успешного решения проблемы, имеющей существенное значение для реконструкции геодинамической эволюции Кавказа, крайне желательно вскрыть бурением подошву серпентинитового меланжа и провести повторное крупномасштабное картирование района.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джanelидзе

(Поступило 26.5.1988)

პეტროლოგია

ა. ავაშია, ზ. ლუღუნიშვილი, დ. ყუფარაძე, მ. ლორთქიფანიძე,
 ო. ხუციშვილი

ზედაიურამდელი სერპენტინიტული მელანჟი სანხრემთ
 საქართველოში

რეზიუმე

სოფ. წოფის აღმოსავლეთით მდებარე სერპენტინიტების და მათზე განლაგებული წყებების შესწავლამ შესაძლებლობა მოგვცა გამოგვეთქვა მოსახრება სერპენტინიტული მელანჟის ზედაიურამდელი ობდუქციის შესახებ.

Sh. A. ADAMIA, G. G. GUGUNISHVILI, D. M. KUPARADZE,
 M. B. LORDKIPANIDZE, O. D. KHUTSISHVILI

PRE-UPPER JURASSIC SERPENTINITE MELANGE IN SOUTHERN
 GEORGIA (SADAKHLO)

Summary

A study of serpentinites and overlying deposits located east of the village of Sadakhlo suggests the possibility of the pre-Upper Jurassic obduction of the serpentinite melange.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Соболев. Ультрабазиты Большого Кавказа. М., 1952.
2. Р. Г. Макашвили. Вестник АН ГССР, т. XXIV, № 4, 1960, 423—428.
3. Р. А. Гамбашидзе, Г. Г. Гугунишвили, Д. М. Купарадзе. Сообщения АН ГССР, 132, № 2, 1988, 321—324.
4. Д. М. Купарадзе. Geologicky zbornik-Geologica Carpathica, 38, 1, 1987, p. 101—110.
5. М. Б. Лордкипанидзе, Ш. А. Адамия, Б. В. Асанидзе. Сб. «Палеоокеанология». М., 1984, 231—242.
6. Т. А. Гассанов. Офиолиты Малого Кавказа. М., 1985.
7. Y. Yılmaz, A. M. C. Sengör. Ophioliti, № 10, 1985, p. 485—505.
8. I. P. Gatskrelidze. Tectonophysics, 127, 1986, p. 261—277.
9. Г. С. Закариадзе, Р. Г. Магакян, О. П. Цамерян, А. В. Соболев, Г. М. Колесов. Сб. «Строение сейсмофокальных зон». М., 1987, 150—167.



УДК 622.268.001.2

საბადმოთა დაშუაზიება და ზამიღრეება

ლ. ჯავახიძე

ქანების ანიზოტროპულ მასივში ზღვრული წონასწორობის თაღის საანგარიშო ზომების დაღვინა

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა რ. ზურაბაშვილმა 15.11.1988)

აღრე [1] ნაშრომში მოცემული იყო მყიდვდმსხვრევაღი ქანების მასივში წონასწორობის თაღის ზღვრული ზომებისა და გვირახის განიკვეთის ოპტიმალური ფორმის დასადგენი ანალიზური აპარატი. იგი სამართლიანია მთლიანი ან მოუწესრიგებლად (ქაოსურად) დაბზარული ქანებისათვის, რომლებიც შეიძლება განხილული იქნეს როგორც ერთგვაროვანი და იზოტროპული მასივები და რომლის სიმტკიცის მახასიათებლად გამოიყენება ე. წ. „ხანგრძლივი სიმტკიცე“ — $\sigma_0 = k_s k(t) \sigma_{\text{შ}}$, დამოკიდებული მასივის ბზარების გავლენით სტრუქტურული შესუსტების k_s კოეფიციენტზე, დროში შესუსტების $k(t)$ კოეფიციენტზე და ქანის ნიმუშის სიმტკიცის $\sigma_{\text{შ}}$ ზღვარზე სუფთა კუმშვისას.

ახლა განვიხილოთ იგივე ამოცანა იმ გეომექანიკური შემთხვევებისათვის, როცა შრეობრიობა და კანონზომიერი ბზარიანობა განაპირობებენ ქანების მასივის გეომეტრიულ ანიზოტროპიას.

ავღნიშნოთ σ'_0 და E' -ით, შესაბამისად, ქანების სიმტკიცე და დეფორმაციის მოდული ქანის ნიმუშის კუმშვისას შრეობრიობის ნორმალის მიმართულეებით, ზოლო σ''_0 და E'' -ით იგივე, კუმშვისას შრეობრიობის გასწვრივ. λP და P აღნიშნავს ქანების ხელუხლებელ მასივში შრეობრიობის შესაბამისად, გასწვრივ და მისი ნორმალის მიმართულეებით მოქმედ მთავარ ნორმალურ ძაბვებს (1. დაშრეების კუთხე ავღნიშნოთ α -თი. (სურ. 1).

გვირახის საექსპლოატაციო უნარის პირველი ზღვრული მდგომარეობის სიმტკიცის პირობად აქ, ისევე როგორც [1] ნაშრომში, მიიღება გაუმავრებელი გამონამუშევრის კონტურის ნებისმიერ წერტილში გამჭიმავი ძაბვების დაუშვებელობა —

$$\sigma_{\min} \geq 0 \tag{1}$$

და მაქსიმალური მკუმშავი ძაბვების შემოფარგვლა მათი ზღვრული მნიშვნელობით —

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_0 \tag{2}$$

ორივე ამ პირობის ერთდროულად დაკმაყოფილების თვალსაზრისით გვირახის განიკვეთის ყველაზე ხელსაყრელ ფორმას წარმოდგენს ელიფსი, რომლის ღერძები მიმართულია შრეების და მათი ნორმალის ანუ ანიზოტროპიის ღერძების გასწვრივ.

ელიფსურხვრელიანი ანიზოტროპული მასივის დრეკადი წონასწორობის ბრტყელი ამოცანის ამოხსნით [2] დგინდება, რომ ელიფსის კონტურისა და

(1 აქ და შემდგომ ყველგან დაღებთად აღნიშნულია მკუმშავი ნორმალური ძაბვები.

ღერძების გადაკვეთის წერტილებში მოქმედი ნორმალური ძაბვების ექსტრემალური მნიშვნელობები გამოისახება ფორმულებით

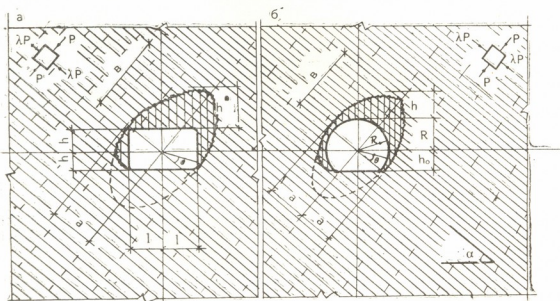
$$\sigma_{\theta=0} = P \left[\lambda \left(1 + \frac{k}{m} \right) - c \right]; \quad (3)$$

$$\sigma_{\theta=\frac{\pi}{2}} = P \left[1 + \frac{m}{c} k - \frac{\lambda}{c} \right], \quad (4)$$

სადაც მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$$m = a/b; \quad c = \sqrt{E'/E''}; \quad k = \sqrt{(c+1)^2 + 2\nu_1(c-1)}, \quad (5)$$

ν_1 ქანის პუასონის კოეფიციენტი იზოტროპიის სიბრტყეში; θ პოლარული კუთხეა, რომელიც აითვლება P მოქმედების ღერძიდან, ანუ შრეობრიობის ნორმალის მიმართულებიდან (სურ. 1).



სურ. 1

ამ გამოსახულებათა ჩასმით გაუმარბეელი გვირგობის პირველი ზღვრული მდგომარეობის (1) და (2) კრიტერიუმებში მიიღება ანიზოტროპულ მასივში გაყვანილი ელიფსური კვეთის გვირგობის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად საჭირო ნახევარღერძთა ფარდობის ზღვრული მნიშვნელობები. კერძოდ, გამჭიმავი ძაბვების დაუშვებლობის პირობებს ექნებათ სახე:

$$\text{როდესაც } \lambda \leq 1 \quad - \quad m \leq \frac{\lambda k}{c - \lambda}; \quad (6)$$

$$\text{როდესაც } \lambda \geq 1 \quad - \quad m \geq \frac{\lambda - c}{k}; \quad (7)$$

მაქსიმალური მკუმშავი ძაბვების შეზღუდვის პირობები კი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\text{როდესაც } \lambda \leq 1 \quad - \quad m \leq \frac{\lambda - c}{k} + \frac{\sigma'_0}{P} \frac{c}{k}; \quad (8)$$

$$\text{როდესაც } \lambda \geq 1 \quad - \quad m \geq \frac{\lambda k}{c - \lambda + \sigma'_0/P}. \quad (9)$$

(6)–(9) გამოსახულებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გამჭიმავი ძაბვების დაუშვებლობა კონტურის ნებისმიერ წერტილში ყოველთვის შეიძლება მიღწეული იქნეს m -ის შერჩევით თუ $\lambda > 0$, ე. ი. თუ ხელუხლებელ მასივში არ მოქმედებს გამჭიმავი ძაბვები, რაც დამახასიათებელია პრაქტიკი-

სათვის. რაც შეეხება მკუმშავი ძაბვების მოქმედებაზე სიმტკიცის პირობის უზრუნველყოფას, ეს შესაძლებელია, ანუ გაუმარებელი გვირაბის მდგრადი ფორმა საზოგადოდ არსებობს თუ კონკრეტული სამთო-ტექნიკურ პირობებში გვექნება პირობა

$$\left(\frac{\sigma'_0}{P} - c + \lambda\right) \left(\frac{\sigma'_0}{P} c + c - \lambda\right) \geq \lambda k^2, \quad (10)$$

ხოლო მკუმშავი ძაბვების მიმართ მდგრადი ელიფსური კონტურის ნახევარღერძების ზღვრულ საანგარიშო ფარდობად აიღება უმცირესი (6) და (8) ფორმულებით განსაზღვრული მნიშვნელობებიდან, როცა $\lambda \leq 1$, და უდიდესი (7) და (9) მნიშვნელობებიდან, როცა $\lambda \geq 1$.

შესაბამისად, მყოფედმსხვრევადი, ანიზოტროპული ქანების მასივში, სადაც შრეების დახრა თარაზულთან შეადგენს α კუთხეს, მდგრადი ელიფსური კვეთის ნახევარღერძების ზღვრული საანგარიშო სიდიდეები, გვირაბების განივკვეთის ტექნოლოგიურად საჭირო ფორმისა და ზომებისაგან დამოკიდებულებით განისაზღვრება შემდეგნაირად:

l -ნახევარსივანისა და $h = l/n$ ნახევარსივანის მართკუთხა კვეთის (სურ. 1. ა) გამოწვევისათვის —

$$a = \sqrt{(l \cos \alpha + h \sin \alpha)^2 + m^2(h \cos \alpha - l \sin \alpha)^2}; \quad (11)$$

$$b = a/m; \quad (12)$$

R -რადიუსიანი წრიული ან ნალისებური განივკვეთის (სურ. 1, ბ) გამოწვევისათვის —

$$a = R; \quad b = \frac{R}{m}. \quad (13)$$

გვირაბის საანგარიშო სქემისათვის საჭირო ყველა ზომა შეიძლება დადგინდეს იქნეს ტექნოლოგიურად საჭირო ფორმისა და ზომების გვირაბის კვეთის კონტურის ჩახაზვით კონკრეტული სამთო-ტექნიკური პირობებისათვის დამახასიათებელ მდგრად ელიფსში, რომლის ნახევარღერძების ზღვრული საანგარიშო ფარდობაა $m = a/b$.

ამრიგად, განსაზღვრული ჩამოქცევის თაღის საანგარიშო სიმაღლე $2l \times 2h$ ზომების მართკუთხა კვეთის გვირაბის თავზე იქნება

$$h_m = h \left[\frac{\cos \alpha}{m} \sqrt{(n \cos \alpha + \sin \alpha)^2 + m^2(\cos \alpha - n \sin \alpha)^2} - 1 \right]; \quad (14)$$

ხოლო R -რადიუსიანი წრიული ან ნალისებური კვეთის გვირაბისათვის

$$h_m = R \left(\frac{1}{m} - 1 \right),$$

სადაც, როგორც უკვე აღნიშნული იყო, m განისაზღვრება (6) და (8) ფორმულებით, როცა $\lambda \leq 1$, და (7) და (9)-ით, როცა $\lambda \geq 1$.

მათი საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს საანგარიშო დატვირთვები, მზიდი და მომპირკეთებელი სამაგრების პარამეტრები და დადგინდეს ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით ოპტიმალური კონსტრუქციული გადაწყვეტა მყოფედმსხვრევადი შრეობრივ-ანიზოტროპული ქანები მასივში გაყვანილი გვირაბისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წულუკიძის სახელობის სამთო მექანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 8.12.1988)

РАЗРАБОТКА И СБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Л. А. ДЖАПАРИДЗЕ

 УСТАНОВЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАЗМЕРОВ ПРЕДЕЛЬНОГО
 СВОДА РАВНОВЕСИЯ В ХРУПКОРАЗРУШАЕМОМ
 АНИЗОТРОПНОМ МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Резюме

В работе дан аналитический аппарат для установления предельных размеров свободообразования и оптимальной формы сечения выработки в хрупкоразрушаемом слоистом массиве горных пород с упорядоченной трещиноватостью.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

L. A. JAPARIDZE

 DETERMINATION OF DESIGN DIMENSIONS OF THE
 LIMITING ARCH OF BALANCE IN BRITTLE
 ANISOTROPIC ROCK MASS

Summary

The paper presents analytical apparatus for the determination of design dimensions of bridging and the optimum shape of the opening section in a brittle-layered mass with ordered jointing.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. ჯაფარიძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შიკამბე, 131, № 3, 1988.
2. С. Г. Лехницкий. Теория упругости анизотропного тела. М., 1977.



МЕТАЛЛУРГИЯ

Т. О. ДАДИАНИ, Э. В. ДОКАДЗЕ, З. У. ДЖАБУА, Т. С. ЛОЧОШВИЛИ,
Л. Н. ГЛУРДЖИДЗЕ, В. В. САНАДЗЕ

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МОНОАНТИМОНИДА
ТУЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 20.4.1988)

Моноантимониды редкоземельных элементов являются малоизученными материалами с интересными свойствами как с практической, так и теоретической точки зрения [1], поэтому представляют определенный интерес разработка технологии приготовления тонких пленок этих соединений и исследование их электрофизических свойств.

В данной работе разработана технология получения тонких пленок моноантимонида тулия методом вакуумного термического испарения из двух независимых источников тулия и сурьмы. Исходными материалами служили сурьма марки Су 0000 и дистиллят тулия. В качестве подложек использовались поликристаллический ситалл, монокристаллический кремний и лейкосапфир. Толщина приготовленных пленок варьировалась в пределах 0,1—0,5 мкм. Фазовый состав и кристалличность приготовленных пленок проверялись рентгенодифрактометрическими исследованиями. Дифрактограммы снимались на установке ДРОН-1 при излучении CuK_α с никелевым фильтром в режиме непрерывной записи со скоростью 1 град/мин. Типичная дифрактограмма тонкой пленки моноантимонида тулия, приготовленной на лейкосапфировой подложке, приведена на рис. 1. Эксперименты показали, что на всех использованных материалах подложки образуются кристаллические пленки. Как известно, объемные кристаллы TmSb имеют кубическую структуру типа NaCl с параметром решетки 6,090 Å [2]. Параметр решетки приготовленных нами пленок равняется $6,065 \pm 0,008$ Å, что хорошо согласуется с соответствующей величиной для объемного кристалла. Сравнение показало, что пленки TmSb более устойчивы к воздействию атмосферного воздуха, чем пленки диантимонида иттербия и моноантимонида самария, полученные нами в работах [3, 4].

Для определения электрофизических параметров на приготовленные пленки вакуумно-термическим напылением были нанесены двухслойные контактные площадки из хрома (нижний слой) и меди. Измерения эффекта Холла и удельного сопротивления проводились на постоянном токе в области температур 80—300 К, а величина постоянного магнитного поля составляла $\sim 2 \cdot 10^4$ Э.

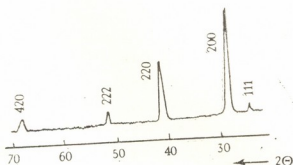


Рис. 1. Дифрактограмма тонкой пленки моноантимонида тулия (материал подложки-лейкосапфир, излучение $\text{CuK}\alpha$)

Как и в случае пленок моноантимонида самария [4], в пленках TmSb электрофизические параметры имеют величину, характерную для соединений с промежуточной валентностью F3 иона. Электросопротивление составляет $(0,2-1) \cdot 10^{-4}$ Ом·см и слабо растет с увеличением температуры. Абсолютные значения постоянной Холла, холловской подвижности и дифференциальной термо-э. д. с. соответственно равны $(10^{-4}-10^{-5})$ см³/Кул., < 5 см²/Вс, < 4 мкВ/К (проявляется вклад носителей заряда обоих типов в процессах электропереноса).

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 29.4.1988)

მეცნიერებათა
 აკადემია

თ. დადნანი, ე. დოკაძე, ზ. ჯაბუა, თ. ლორთქიფანი, ლ. ბლუზგიძე,
 ვ. სანაძე

ტულიუმის მონანტიმონიდის თხელი ფირების მიღება

რეზიუმე

დამუშავებულია TmSb თხელი ფირების მიღების ტექნოლოგია Tm და Sb ორი დამოუკიდებელი წყაროდან ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მე-
 თოდით. 80—300 К ტემპერატურულ ინტერვალში გაზომილია კუთრი ვლექ-
 ტროწინალობა, ჰოლის მუდმივა და დიფერენციალური თერმო-ე. მ. დ.

T. O. DADIANI, E. V. DOKADZE, Z. U. JABUA, T. S. LOCHOSHVILI,
L. N. GLURJIDZE, V. V. SANADZE

PREPARATION OF THIN THULIUM MONOANTIMONIDE FILMS

Summary

A technique has been developed for the production of thin TmSb films by vacuum thermal deposition from the two independent sources of Tm and Sb. Unit electrical resistance, Hall constant and differential thermoelectromotive force have been determined within the range 80—300 K.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Соединения редкоземельных элементов. Гидриды, бориды, карбиды, фосфиды, нитриды, халькогениды (М. Е. Кост, А. Л. Шилов, В. И. Михеева и др.). М., 1983.
2. Г. В. Самсонов, М. Н. Абдусаламова, Х. Шокиров, С. А. Пряхина. Изв. АН СССР, Неорг. материалы, т. 10, 1974, 1951—1954.
3. Т. О. Дадяни, З. У. Джабуа, З. В. Докадзе, Л. Н. Глурджидзе, В. В. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987, 605—607.
4. Л. Н. Глурджидзе, Т. О. Дадяни, З. У. Джабуа, Э. В. Докадзе, М. С. Тактакишвили, В. В. Санадзе. ФТТ, 28, вып. 9, 1986, 2860—2862.



УДК 624.07.534

МАШИНОВЕДЕНИЕ

М. М. ТЕДОШВИЛИ, М. А. ЧЕЛИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ СУБГАРМОНИКИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 20.1.1988)

Эффективным методом исследования динамики нелинейных вибровозбудителей является математическое моделирование, позволяющее воспроизводить на ЭВМ экстремальные режимы работы машин [1].

Была исследована работа электромагнитного вибровозбудителя на комплексе АВК-32 с помощью дифференциальных уравнений, описывающих динамику такой системы

$$m\ddot{x} + \varepsilon\dot{x} + kx = P(x, t), \quad (1)$$

$$W\ddot{\Phi} + \frac{r}{\mu_0 SW} (\delta - x)\Phi = U \sin \omega t. \quad (2)$$

Обозначения в уравнениях (1), (2) те же, что в [2].

При определенных соотношениях между членами уравнений (1), (2) создаются благоприятные условия для генерирования субгармоник порядков 1/2 и 1/4.

Для решения конкретной задачи были взяты параметры однотактной машины ПЭВИ-1 в малогистерезисном исполнении [2]. В отличие от принятых схем питания машины осуществляется синусоидальным током без предварительного выпрямления, что приводит к эффекту удвоения вынуждающей частоты ω_n [3]. Жесткость упругой системы была настроена на собственную частоту $\omega_0 = 26$ Гц, а частота питания варьировалась в пределах $\omega_n = 10-60$ Гц.

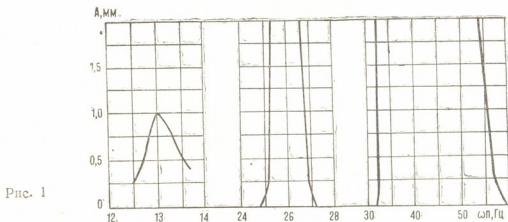


Рис. 1

На рис. 1 дана амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) вибровозбудителя в режимах основного ($\omega_n = 12,5-13,5$ Гц), субгармонических 1/2 ($\omega_n = 25-27$ Гц) и 1/4 ($\omega_n = 32-58$ Гц) колебаний. При построении АЧХ было соблюдено постоянство величины вынуждающей силы для каждого резонансного режима, с целью создания идентичных условий проведения математического эксперимента.

В режимах субгармоник $1/2$ и $1/4$ амплитуда колебаний имеет нарастающий характер. Основной режим не характеризуется ростом амплитуды колебаний и поэтому с целью показа АЧХ напряжение питания предварительно было снижено, чтобы предотвратить в приведенной системе выбег всего воздушного зазора $\delta = 2$ мм, которому в реальной машине соответствует ударный режим работы.

Ширина АЧХ основного и субгармонического режима $1/2$ находится в пределах общезвестного [4], тогда как область частот для генерирования субгармоники $1/4$ получается достаточно широкой $\omega_b = 2\omega_n = 2(32-58)$ Гц.

На рис. 2 показаны осциллограммы напряжения питания U , тока i , перемещения x и вынуждающей силы P ввода, установления и выбега субгармоники $1/4$.

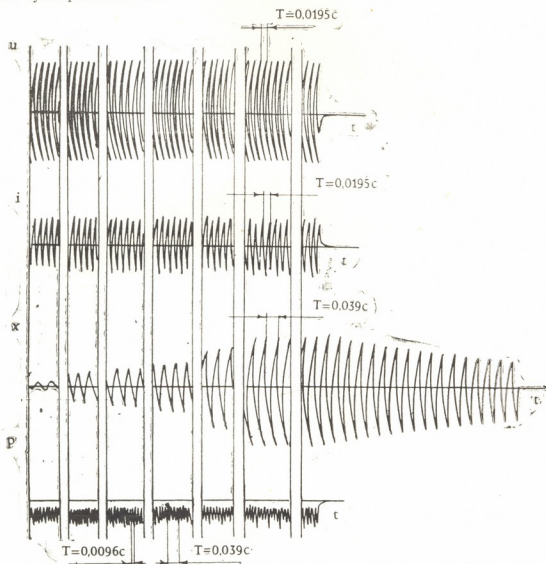


Рис. 2

Осциллограммы показывают, что при вводе машины в $\omega_b = 104$ Гц-ом импульсах вынуждающей силы по мере увеличения амплитуды колебаний (усиливается влияние нелинейного члена $\frac{r}{\mu_0 SW} (\delta - x)$ уравнения (2)) появляется составляющая с частотой, равной собственной частоте $\omega_0 = 26$ Гц. Установившийся режим и выбег идет с собственной частотой при коэффициенте демпфирования $\Psi = 0,04$.

На рис. 3,а показан режим субгармоники $1/4$ для минимальной частоты питания $\omega_n = \omega_b/2 = 32$ Гц; на рис. 3,б — для максимальной частоты $\omega_n = \omega_b/2 = 58$ Гц.

Осциллограммы показывают, что при уходе от точной резонансной настройки $\omega_0/(\omega_b = 2\omega_n) = 26/104 = 1/4$ имеет место некоторое биение амплитуды колебаний, вызванное циклически меняющимся смещением фазы тока питания в процессе зарождения субгармоники.

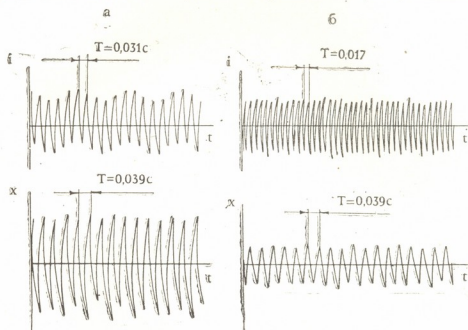


Рис. 3

Для ввода машины в резонанс субгармонических колебаний порядка $1/4$ требуется $\approx 100-150$ циклов, в то время как для субгармоники $1/2$ достаточно $\approx 40-60$ циклов, а для основного режима $\approx 10-15$ циклов с учетом того, что диссипация энергии во всех случаях одинакова. Результаты исследований приведены в таблице.

ω_0 , Гц	ω_n , Гц	ω_b , Гц	U , В	i , А	P , Н	x , мм
26	31	62	136,4	13,2	350	0
	32	64	136,4			1,9
	40	80	162,8			1,9
	52	104	220			1,9
	57	114	231			1,9
	58	116	233,2			0,3
	59	118	235,4			0
	25	50				0
	26	52	88	9,0	200	1,9
	27	54		0		
	12,5	25		0,2		
	13	26	35,2	4,5	80	1,0
	13,5	27		0,5		

Анализ таблицы показывает, что по сравнению с основным режимом потребляемый ток и мощность для субгармоники $1/2$ увеличиваются в $1/5-2$ раза [2], а для субгармоники $1/4$ — в $3-3,5$ раза.

Исследования, проведенные с помощью вычислительного эксперимента, показали, что в рассмотренной малогистерезисной системе возможно генерировать субгармонические колебания порядка $1/4$ с расширенной зоной частот и можно использовать их для практических целей.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 20.1.1988)

მანქანათმშენობა

ა. თედოშვილი, მ. ჯელიძე

მაღალი რიგის სუბჰარმონიკის კვლევა მათემატიკური
 მოდელირების საშუალებით

რეზიუმე

მათემატიკური მოდელირების და გამოთვლითი ექსპერიმენტის გამოყენებით დადგენილია $1/4$ რიგის სუბჰარმონიკული რხევის სიხშირული დიაპაზონი დიდი არაწრფივობის მქონე ელექტრომაგნიტურ რეზონანსულ სისტემებში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

M. M. TEDOSHVILI, M. A. CHELIDZE

INVESTIGATION OF THE HIGH-ORDER SUBHARMONIC WITH THE HELP OF THE MATHEMATICAL SIMULATION

Summary

In the electromagnetic resonance system with great nonlinearity with the help of the mathematical simulation and the computing experiment the frequency range of $1/4$ subharmonic oscillations was established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Хвингия. Динамика и прочность вибрационных машин с электромагнитным возбудителем колебаний. М., 1980.
2. М. М. Тедошвили, М. В. Хвингия. Сообщения АН ГССР, 93, № 3, 1979.
3. В. А. Бауман, И. И. Быховский. Вибрационные машины и процессы в строительстве. М., 1977.
4. Т. Хаяси. Нелинейные колебания механических систем. М., 1973.



А. Н. АБУРДЖАНИЯ, Л. Ф. СИГУА, Е. Д. ГАБУНИЯ, Т. П. ВЕКУА,
А. И. ИДЗИКОВСКИЙ, Г. А. НИКУРАДЗЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом З. Е. Круашили 25.6.1988)

Математическое моделирование индуктивно связанных измерительных преобразователей является одной из главных задач теории цепей информационно-измерительной техники [1, 2]. Существующие произвольные математические модели реальных физических установок, естественно, приводят к неоднозначному и неправильному решению задач анализа и синтеза [3, 4]. Ведутся дискуссии, предлагается множество опять-таки произвольных моделей и теорий выбора из них наиболее подходящих [5].

Нам представляется, что электромагнитные явления индуктивно связанного измерительного преобразователя правильно может описываться при помощи лишь одной математической модели. Все остальные, как незакономерные и неправильно отображающие реальные физические явления, подлежат изъятию из литературы.

Исходя из такой концепции, ниже приведены примеры моделирования некоторых индуктивно связанных измерительных преобразователей.

Математическая модель индуктивно связанного измерительного преобразователя составляется на основе физических законов электромагнитного поля и предназначена для определения расчетной зависимости выходного напряжения от измеряемой величины [6, 7].

Согласно второму закону Кирхгофа, уравнения равновесия для измерительного преобразователя, суммирующего приращения двух сопротивлений (рис. 1,а), выражаются как

$$\begin{aligned} u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\ 0 &= r_2 i_2 - L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\ 0 &= r_3 i_3 - L_{31} \frac{di_1}{dt} + L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}. \end{aligned} \quad (1)$$

Выходное напряжение, измеряемое идеальным вольтметром, определяется как

$$U = r_1 i_2 + r_2 i_3 = k u_1 (\Delta r_1 + \Delta r_2). \quad (2)$$

Для измерительного преобразователя, выполняющего операцию вычитания приращений двух сопротивлений (рис. 1,б), уравнения равновесия выражаются системой (1), а выходной сигнал определяется как

$$U = r_1 i_2 - r_2 i_3 = k u_1 (\Delta r_1 - \Delta r_2). \quad (3)$$

Аналогично предыдущему составляется математическая модель и для измерительного преобразователя, выполняющего суммирование трех сигналов u_1, u_2, u_3 .

Для схемы рис. 2,а

$$\left. \begin{aligned} u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\ u_2 &= r_2 i_2 + L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\ u_3 &= r_3 i_3 + L_{31} \frac{di_1}{dt} + L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\ -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} + L_{42} \frac{di_2}{dt} + L_{43} \frac{di_3}{dt}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

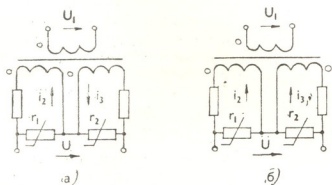


Рис. 1

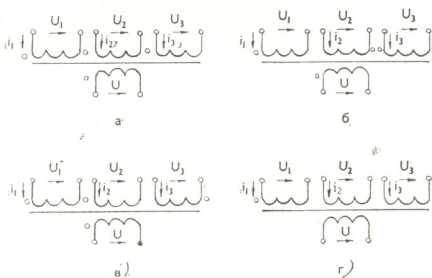


Рис. 2

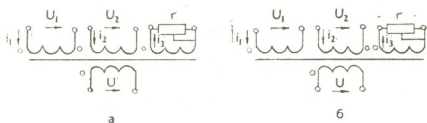


рис. 1

$$U = \omega W_4 \lambda (W_1 I_1 + W_2 I_2 + W_3 I_3), \quad (5)$$

для схемы рис. 2,б



$$\left. \begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_2 &= r_2 i_2 - L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_3 &= r_3 i_3 + L_{31} \frac{di_1}{dt} - L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\
 -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} - L_{42} \frac{di_2}{dt} + L_{43} \frac{di_3}{dt}, \\
 U &= \omega W_4 \lambda (W_1 I_1 - W_2 I_2 + W_3 I_3),
 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

для схемы рис. 2,в

$$\left. \begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_2 &= r_2 i_2 + L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_3 &= r_3 i_3 - L_{31} \frac{di_1}{dt} - L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\
 -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} + L_{42} \frac{di_2}{dt} - L_{43} \frac{di_3}{dt}, \\
 U &= \omega W_4 \lambda (W_1 I_1 + W_2 I_2 - W_3 I_3),
 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

для схемы рис. 2,г

$$\left. \begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_2 &= r_2 i_2 - L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_3 &= r_3 i_3 - L_{31} \frac{di_1}{dt} + L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\
 -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} - L_{42} \frac{di_2}{dt} - L_{43} \frac{di_3}{dt}, \\
 U &= \omega W_4 \lambda (W_1 I_1 - W_2 I_2 - W_3 I_3).
 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$U = \omega W_4 \lambda (W_1 I_1 - W_2 I_2 - W_3 I_3). \quad (11)$$

На рис. 3,а приведена схема суммирующего измерительного преобразователя, выходное напряжение которого зависит от переменного сопротивления r . Соответствующая математическая модель выражается как

$$\left. \begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_2 &= r_2 i_2 + L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\
 0 &= r_3 i_3 - L_{31} \frac{di_1}{dt} - L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\
 -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} + L_{42} \frac{di_2}{dt} - L_{43} \frac{di_3}{dt}, \\
 U &= k(r) (U_1 + U_2).
 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$U = k(r) (U_1 + U_2). \quad (13)$$

Для вычитающего измерительного преобразователя, выходное напряжение которого зависит от переменного сопротивления r (рис. 3,б), математическая модель определяется как

$$\left. \begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + L_{11} \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt}, \\
 u_2 &= r_2 i_2 - L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt}, \\
 0 &= r_3 i_3 - L_{31} \frac{di_1}{dt} + L_{32} \frac{di_2}{dt} + L_{33} \frac{di_3}{dt}, \\
 -u &= L_{41} \frac{di_1}{dt} - L_{42} \frac{di_2}{dt} - L_{43} \frac{di_3}{dt},
 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

$$U = k(r) (U_1 - U_2). \quad (15)$$

Предложенные математические модели однозначно отображают физические явления соответствующих измерительных преобразователей и дают возможность применить современные вычислительные машины для решения задач анализа и синтеза.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

ВНИИАТ НПО «Аналитприбор»

(Поступило 30.6.1988)

ელექტროტექნიკა

ა. აბურჯანია, ლ. სიგუა, ე. გაბუნია, თ. ვეკუა, ა. იძიკოვსკი, გ. ნიკურაძე

ინდუქციურად დაკავშირებული გამზომი გარდამსახების
მათემატიკური მოდელირება

რეზიუმე

ელექტრომაგნიტური ველის ფიზიკური კანონების საფუძველზე შედგენილია ზოგიერთი ინდუქციურად დაკავშირებული გამზომი გარდამსახის მათემატიკური მოდელი.

ELECTROTECHNICS

A. N. ABURJANIA, L. Ph. SIGUA, E. D. GABUNIA, T. P. VEKUA,
A. I. IDZIKOVSKI, G. A. NIKURADZE

MATHEMATICAL SIMULATION OF INDUCTIVELY COUPLED INSTRUMENT TRANSDUCERS

Summary

Mathematical models for some inductively coupled instrument transducers are formed on the basis of electromagnetic field laws.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Трансформаторные измерительные мосты». Под ред. чл.-корр. АН СССР К. Б. Карандеева. М., 1970, 3—11.
2. А. Н. Абурджания. Сообщения АН ГССР, 112, № 1, 1983, 129—132.
3. А. А. Кольцов. Электрические схемы уравновешивания. М., 1976, 3—9.
4. Сб. «Электрические измерения». Под ред. Е. Г. Шрамкова. М., 1972, 286—287.
5. А. В. Нетушил, В. Г. Герасимов, Э. А. Меерович. Электричество, № 5, 1986, 43—47, 71—74.
6. Д. К. Максвелл. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1952, 276—279.
7. А. Н. Абурджания и др. Сообщения АН ГССР, 126, № 1, 1987, 121—124.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

А. А. МАРГАЛИТАШВИЛИ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ
ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ НЕОДНОРОДНЫХ
МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 10.10.1988)

В известных подходах, в частности [1—3], основным критерием оценки эффективной производительности многопроцессорных вычислительных комплексов (МВК) является степень (коэффициент) загрузки вычислительных ресурсов МВК и цель диспетчеризации параллельных работ (подзадач, ветвей) по процессорам МВК — наиболее полное использование этих ресурсов. Однако в МВК, где одни и те же работы могут выполняться на различных типах процессоров (например, скалярных и векторных, как в МВК типа ПС-3000 [4], в ориентации на которые выполнено данное исследование), но с различной интенсивностью, указанный критерий теряет смысл: например, векторная процедура существенно медленнее выполняется на «чужом», скалярном процессоре (по сравнению с выполнением ее на «своем», векторном вычислителе), при этом повышается коэффициент загрузки скалярного процессора, но увеличивается общее время выполнения задачи.

В связи с этим для неоднородных МВК, содержащих вычислители общего назначения (например, скалярные процессоры) и специализированные процессоры (например, векторные, матричные), задача диспетчеризации содержательно формируется следующим образом: когда и при каких условиях целесообразно направлять работы (заявки) на «чужой» вычислитель с целью минимизации общего времени выполнения заданного комплекса работ в реальных условиях случайного времени выполнения каждой работы.

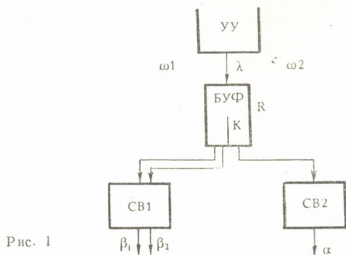


Рис. 1

Цель настоящей работы — исследование влияния длины очереди заявок («своих» и «чужих») на пропускную способность МВК, состоящего из неотнотипных процессоров, а также определение границ целесообразности управления этой очередью (диспетчеризация заявок).



Исследование влияния длины очереди заявок, которые могут обслуживаться на разных вычислителях, но с различной интенсивностью, будем проводить на основе базовой математической модели подсистемы обработки МВК, состоящей из одного устройства управления — УУ (выполняющего функции управляющего процессора), двух специализированных вычислителей — СВ1 (скалярного) и СВ2 (векторного) (рис. 1).

Модель функционирует в дискретном времени. С вероятностью λ в данном такте УУ генерирует готовую к выполнению заявку 1-го типа (скалярного) или 2-го типа (векторного), причем вероятность генерации заявок 1-го типа обозначена через ω_1 , а 2-го типа — ω_2 . При свободных вычислительных ресурсах заявки 1-го и 2-го типа поступают на выполнение в «свои» процессоры СВ1 и СВ2 соответственно. Если «свой» вычислитель занят, то заявка помещается в общий буфер на R мест. Заявки 1-го типа могут выполняться только на скалярном вычислителе СВ1 с интенсивностью их обслуживания β_1 . Заявка 2-го типа (векторные) могут выполняться как на «своем», векторном вычислителе СВ2 с интенсивностью обслуживания α , так и на «чужом» вычислителе СВ1 с меньшей интенсивностью их обслуживания β_2 , т. е. $\alpha > \beta_2$; заявка 2-го типа может поступать на выполнение в СВ1 лишь в том случае, если этот вычислитель свободен, в буфере отсутствуют заявки 1-го типа, а количество заявок 2-го типа в буфере больше, чем некоторый порог K , где $0 \leq K \leq R$. Обслуженные в СВ1 и СВ2 заявки покидают систему.

В случае заполнения буфера УУ прекращает генерацию новых заявок (блокируется) до появления в буфере хотя бы одного свободного места.

Принимается, что длительность генерации заявок в УУ и длительности их обслуживания в СВ1 и СВ2 распределены по геометрическому закону (дискретный аналог экспоненциального распределения), выбор именно такого закона распределения для исследования параллельных вычислительных систем обоснован в [1].

Тогда функционирование рассматриваемой системы массового обслуживания (СМО) можно описать регулярной цепью Маркова X_p , $p > 0$, по тактам ph , над пространством состояний:

$$X_p = \bigcup_{p=1}^5 \times [n, m, i, j]$$

где $p = \overline{1, S}$ — номера состояний; $n = \overline{0, R}$ — количество заявок 1-го типа; $m = \overline{0, K}$ — количество заявок 2-го типа в буфере; i — указатель для СВ1: $i = 0$ — СВ1 простаивает; $i = 1$ — СВ1 обслуживает заявку 1-го («своего») типа; $i = 2$ — СВ1 обслуживает заявку 2-го («чужого») типа; j — указатель для СВ2: $j = 0$ — СВ2 простаивает; $j = 1$ — СВ2 обслуживает «свою» заявку.

Можно показать, что общее число состояний такой системы равно

$$S = (R + 2)(R + 3) + K.$$

При $K = R$ заявки 2-го типа вообще не могут попасть на СВ1 и описание переходов системы существенно упрощается.

По графам переходов системы, формируемым с учетом указанных особенностей, можно составить систему уравнений равновесия, результатом решения которой является определение стационарной вероятности блокировки системы $P_{\text{бл}}$, пропускной способности системы $H = (1 - P_{\text{бл}})\lambda$ и среднего количества заявок N , покидающих систему в течение заданного в числе тактов интервала времени $M = N \cdot M$.

Сравнивались две практически целесообразные дисциплины управления заявками: 1) заявки 2-го типа вообще не поступают на СВ1, что

соответствует строгой специализации вычислителей на выполнение только «своих», соответствующих им заявок), и 2) заявки 2-го типа направляют на СВ1, если их количество в очереди не меньше K ($0 \leq K < R$).

С практической точки зрения важнейшими исходными параметрами рассматриваемой модели функционирования МК являются соотношение числа скалярных и векторных процедур или команд в заданном комплексе работ, выражаемое через вероятности ω_1 , ω_2 , соотношение α/β_2 интенсивностей выполнения векторных процедур на «своем» (СВ2) и «чужом» (СВ1) вычислителе, соотношение β_1/α интенсивностей выполнения «своих» работ на СВ1 и СВ2 (характеризующее относительные пропускные способности обоих процессоров), а также параметр загрузки СВ1 ($\lambda(\omega_1/\beta_1)$), на который могут поступать для обслуживания заявки обоих типов.

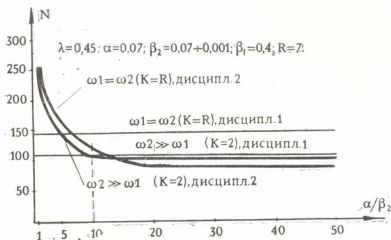


Рис. 2

Наиболее важные практические результаты, полученные из анализа модели, заключаются в следующем:

1. Диспетчеризация заявок 2-го типа (дисциплина 2) обеспечивает наибольший эффект по сравнению с дисциплиной 1 при соизмеримых значениях ω_1 и ω_2 (в частности, при $\omega_1 = \omega_2 = 0,5$), когда $\alpha^\circ \beta_2 \leq 10$.

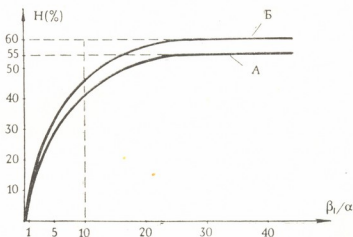


Рис. 3

Характерная зависимость числа N заявок, обслуженных системой за $M = 1000$ тактов, приведена на рис. 2, причем эффективность 2-й дисциплины диспетчеризации — в сравнении с 1-й дисциплиной (которой соответствует значение порога $K=R$).



2. Целесообразно использовать дисциплину 2 лишь при $1 \leq \beta_1/\alpha \leq 10$ (т. е. при относительно «медленном» скалярном процессоре), если малая загрузка СВ1 ($\lambda 1/\beta_1 \ll 1$); тогда пропускная способность H системы повышается в максимуме до 55% (при $\omega_2 > \omega_1$) по сравнению с H для дисциплины 1 (кривая А на рис. 3). Однако при $\lambda 1/\beta_1 \rightarrow 1$, как и следовало ожидать, использование дисциплины 2 может привести к существенному проигрышу в эффективности системы даже при $\omega_1 = \omega_2$ — до 60% (кривая Б на рис. 3).

3. Неожиданная, интуитивно непредсказуемая рекомендация заключается в том, что при $\alpha/\beta_2 > 10$ нецелесообразно направлять заявки 2-го типа на скалярный вычислитель СВ1, даже если последний загружен весьма слабо.

Академия наук СССР
Институт проблем управления

(Поступило 13.10.1988)

ავტომატური მართვა და გამომწვლითი ტექნიკა

ა. მარგალიტაშვილი

პარალელურ სამუშაოთა დისპეჩერიზაციის ეფექტურობის ანალიზი არაერთგვაროვანი მრავალპროცესორული გრავალპროცესორული გამომწვლითი კომპლექსებისათვის

რეზიუმე

ანალიტიკურად გამოკვლეულია სამუშაოთა დისპეჩერიზაციის ეფექტი არაერთგვაროვანი მრავალპროცესორული გამომწვლითი კომპლექსის სპეციალიზირებულ პროცესორებს შორის, რომელიც დამოკიდებულია სხვადასხვა სახის სამუშაოთა რაოდენობის და მათი შესრულების ინტენსიურობის ურთიერთთანაფართობებზე. განსაზღვრულია პრაქტიკული რეკომენდაციები.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

A. A. MARGALITASHVILI

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF PARALLEL JOB DISPATCHING FOR HETEROGENEOUS MULTIPROCESSOR COMPUTING COMPLEXES

Summary

The efficiency of job dispatching among special-purpose processors in multiprocessor computing complexes depending on correlation of numbers of various type calls and the intensity of their service in various processors is analytically investigated. Practical recommendations are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Игнатушенко. Организация структур управляющих многопроцессорных вычислительных систем. М., 1984.
2. А. П. Барбан, В. М. Борисенко. Автоматика и телемеханика, № 10, 1987.
3. Б. А. Головкин. Расчет характеристик и планирование параллельных вычислительных процессов. М., 1963.
4. В. А. Трапезников, И. В. Прангишвили, А. А. Новохатный, Б. В. Резанов. Приборы и системы управления, № 1, 1984.

А. А. КОЛАКОВСКИЙ (член-корреспондент АН ГССР), Л. Б. СЕРДЮКОВА

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ ЭНДЕМИЧНЫХ КАВКАЗСКИХ РОДОВ КОЛОКОЛЬЧИКОВЫХ

Проведенное исследование плодов семейства *Sapranulaceae* дало возможность установить 55 карпологических типов, подразделенных на две крупные категории — аксикорновые и безаксикорновые [1, 2]. Данная детализация карпологических исследований обеспечила возможность выделения ряда новых родов и восстановления старых, описанных еще в прошлом столетии. Таким образом, на Кавказе выявлены 7 новых, в основном монотипных родов колокольчиковых [3—9], тогда как до самого последнего времени для данного региона они не указывались вовсе [10]. Вместе с тем, выделены также олиготипные рода, такие как *Hemisphaera* Kolak., эндемичный для Кавказа [11], и *Neocodon* Kolak. et Serd. с более широким ареалом [12]. Следует отметить, что к кавказскому эндемизму колокольчиковых относятся не только отдельные рода, но и включающие их монотипные трибы (*Annaeae* Kolak., *Muchlenbergiaeae* Kolak., *Theodorovieae* Kolak., *Sachokielleae* Kolak., *Mzymelieae*). Эндемизм колокольчиковых родового и более высокого таксономического ранга на Кавказе не представляется нам явлением, выходящим за рамки общих ботанико-географических закономерностей, свойственных вообще Средиземногорной области и ее Европейско-Кавказской под-области в частности. Основной причиной этому является длительность процессов автохтонной эволюции колокольчиковых в условиях изоляции древнего Кавказа. Эта изоляция осуществлялась, по всей вероятности, после миоцена. Она способствовала, несомненно, не только эволюции, но и сохранению отдельных крупных таксонов колокольчиковых с архаичной морфологией. Нельзя при этом недоучитывать и общие черты реликтовости палеоклимата и тех в основном первичных петрофитных стадий, на которых проходила эволюция колокольчиковых в течение этого длительного геологического времени. Немалую роль в данном эволюционном процессе и сохранении анцестральных форм по преимуществу безаксикорновых колокольчиковых сыграла физико-химическая специфичность субстрата. Здесь нельзя не отметить «консервирующую» роль известняковых, в основном петрофитных субстратов, обеспечивающих сохранность подобных реликтов в течение весьма продолжительного времени. Все это отражается и на видовом известняковом эндемизме Кавказа. По нашим данным, этот видовой кавказский известняковый эндемизм равен 40%, что, несомненно, представляет внушительную величину, еще лишний раз подтверждающую огромную роль известняковых субстратов в ореофлорогенезе вообще и на Кавказе в частности. В этом отношении весьма показательны также данные по эндемизму флоры Абхазии [13], по которому «прослеживается ярко выраженная закономерность приуроченности большинства эндемов флоры Абхазии к петрофитным стадиям — 93%, а также к известняковым субстратам — 87% от общего числа видов».

Отметим в списке новых родов соответствующие им станции:

<i>Annaea</i> Kolak.	— скально-лесные комплексы, известняки;
<i>Pseudocampanula</i> Kolak.	— альпийские скалы, известняки;
<i>Mzymtella</i> Kolak.	— скально-лесные комплексы, известняки;
<i>Muchlbergella</i> Feer	— скалы высокогорий, известняки;
<i>Theodorovia</i> Kolak.	— скально-лесные комплексы, известняки;
<i>Sachokiella</i> Kolak.	— скально-лесные комплексы;
<i>Gadellia</i> Schulkina	— высокогорья, преимущественно субальп;
<i>Hemisphaera</i> Kolak.	— петрофитные станции альп, самые высокие скально-лесные комплексы.

В соответствии с географией подобных станций и находится местонахождение указанных монотипных родов, отмеченные на карте точечных ареалов.

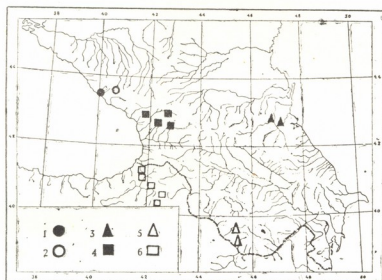


Рис. 1. 1—*Mzymtella sclerophylla*, 2—*Annaea hieracioides*, 3—*Muchlbergella owereniana*, 4—*Pseudocampanula dzaaku*, 5—*Theodorovia karakuschensis*, 6—*Sachokiella macrochlamys*

Как видно из рис. 1, рассматриваемые рода рассредоточены по Кавказу, одни в Колхиде и пограничной части Северной Турции, другие в Дагестане и, наконец, третьи в юго-восточном Закавказье.

В данном случае характерным является то, что 5 новых родов списка относятся к числу безаксикорновых колокольчиковых, также нового для Кавказа подсемейства *Wahlenbergioideae* (Endl.) Kolak. К этому подсемейству относится и *Gadellia* Schulkina, свойственная в основном высокогорным ценозам всего Кавказа, но не избегающая вообще петрофитных станций. К новым родам подсемейства *Campanuloideae* Schoenland относится как монотипная *Mzymtella* Kolak., так и олиготипная *Hemisphaera* Kolak., свойственная всему Кавказу, преимущественно альпам. Как *Gadellia*, так и *Hemisphaera*, имеющие широкие ареалы на Кавказе, на рисунке не отмечены.

Характерно то, что на Кавказе, как видно, не отмечалось ни одного представителя колокольчиковых из подсемейства валенбергиевых, кроме ошибочно отнесенного к трибе *Wahlenbergieae* Endl. не присутствующего на Кавказе рода *Edrajanthus* A. DC. [10]. Теперь же можно с полной уверенностью говорить о значительном участии подсе-

мейства валенбергиевых в составе автохтонной, преимущественно петрофильной флоры древнего Кавказа.

Если по А. В. Фомину [14], а также, судя по данным Федорова [10], можно было говорить о Кавказе, как о крупном центре возникновения развития только двух родов колокольчиковых (*Campanula* L. и *Symphyantra* A. DC.)—последний отмечался также ошибочно, то в настоящее время Кавказ представляется нам одним из крупных регионов на арене ореофитной эволюции и сохранения ряда представителей двух подсемейств колокольчиковых—*Wahlenbergioideae* и *Campanuloideae* участвующих в общем на паритетных основаниях.

Исходя из того основного положения в деле охраны природы [15], что реликты и узкоареальные эндемики, подобные перечисленным в данной статье, являются наиболее уязвимой частью генофонда, многие из них нуждаются не только во внесении в Красную книгу, но и в самой тщательной индивидуальной охране, так как почти все они произрастают вне заповедных территорий и подвержены антропогенным воздействиям.

Академия наук Грузинской ССР
Сухумский ботанический сад

(Поступило 4.2.1988)

ბოტანიკა

ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)
ლ. სერდიუკოვა

კავკასიის მაჩიტასებრთა ენდემური გვარების გავრცელება და
ეკოლოგია

რეზიუმე

დადგენილია კავკასიაში მაჩიტასებრთა ექვსი ენდემური გვარების გავრცელების დამოკიდებულება, რაც დაკავშირებულია პეტროფიტულ სუბსტრატთან ძირითადად კირქვიანებთან.

თითქმის ყველა ახალი გვარი კავკასიისათვის მიეკუთვნება ვალენბერგიების ქვეოჯახს, რომელიც აქამდე არ იყო აღნიშნული კავკასიისათვის.

BOTANY

A. A. KOLAKOVSKY, L. B. SERDYUKOVA

SPREADING AND ECOLOGY OF ENDEMIC GENERA OF CAUCASIAN
BLUEBELL FAMILY

Summary

All the new monotypical endemic genera of Caucasian bluebell family have been spreading only on the petrophytic limestone substratum. As a new fact, the authors established that five monotypical genera of bluebell family belong to *Wahlenbergieae* subfamily.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Колаковский. Бот. ж., 70, № 1, 1985.
2. А. А. Колаковский. Бот. ж., 71, № 9, 1986.
3. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 94, № 1, 1979.
4. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 95, № 1, 1979.
5. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980.
6. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980.
7. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 103, № 1, 1981.
8. А. А. Колаковский. Сообщения АН ГССР, 118, № 3, 1985.
9. Т. В. Шулькина. Нов. сист. высш. раст., 16, 1979.
10. А. А. Федоров. Колокольчиковые Флора СССР, 24, 1957.
11. А. А. Колаковский. Охрана природы Грузии, XII, 1984.
12. А. А. Колаковский, Л. Б. Сердюкова. Зам. по сист. раст. (Тбилиси), 40, 1984.
13. З. И. Адзинба. Эндемы флоры Абхазии. Тбилиси, 1987.
14. А. В. Фомин. Материалы для Флоры Кавказа, 4, 6, 1900.
15. Н. М. Забелина. Национальный парк М., 1987.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. В. ОРТОИДЗЕ, Т. Э. ШАНШАШВИЛИ

СТАБИЛЬНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА
ФЕЛЛОДЕРМЫ КОРЫ ОДНОЛЕТНЕГО ПОБЕГА ВИНОГРАДА
В ПЕРИОД ОРГАНИЧЕСКОГО ПОКОЯ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ
ФАКТОРАМ СРЕДЫ

(Представлено академиком Г. А. Санадзе 28.9.1988)

В наших последних работах проведено исследование первичных процессов фотосинтеза феллодермы коры однолетнего побега виноградной лозы [1, 2]. Показано, что первичные процессы фотосинтеза в феллодерме коры протекают с более низкими скоростями по сравнению с таковыми для листьев. В период органического покоя происходит дальнейшее снижение активности фотосинтетического аппарата. С другой стороны, известно, что в период покоя происходят некоторые внутриклеточные перестройки, приводящие к дальнейшему увеличению морозоустойчивости растений [3].

В настоящей работе нами была исследована стабильность фотосинтетического аппарата листьев и феллодермы коры винограда в период органического покоя к экстремальным факторам среды — высокой и низкой температуре, освещению светом высокой интенсивности.

Относительный выход переменной флуоресценции хлорофилла измеряли на импульсном флуориметре [4]. Миллисекундную замедленную флуоресценцию (ЗФ) регистрировали с помощью фосфороскопа [5].

Фотоингибирование фотосинтеза и перекисное окисление липидов индуцировали путем освещения объектов интенсивным светом лампы накаливания 500 вт через водный фильтр (400 вт·м⁻²).

Накопление продуктов перекисного окисления липидов в хлоропластах оценивали по интенсивности высокотемпературной термолуминесценции (ТЛ) хлорофилла при 120°C [6].

Для оценки стабильности фотосинтетического аппарата листьев и феллодермы коры винограда в период органического покоя исследовали температурные зависимости замедленной флуоресценции (ЗФ). Известно, что при повышении температуры интенсивность ЗФ возрастает, достигая максимального значения, а затем ингибируется. Полученный максимум связан с термостабильностью фотосинтетического аппарата [7]. В наших опытах показано, что в период органического покоя температура высокотемпературного максимума ЗФ листьев смещается от 52 до 40°C, для феллодермы — от 43 до 32°C, а в период глубокого органического покоя (октябрь) для феллодермы максимум пропадает. Подобные изменения температурных зависимостей свидетельствуют о снижении термостабильности мембран хлоропластов феллодермы и листьев при переходе растений в состояние покоя.

Из рис. 1 видно, что если для листьев отношение интенсивности ЗФ на температуре максимума к стационарному уровню в период органического покоя увеличивается, то для феллодермы, наоборот, уменьшается. Исходя из этого результата можно предположить, что в период органического покоя изменения в хлоропластах листьев и феллодермы идут по-разному. Если в листьях изменения в период органического покоя связаны с выцветением хлорофилла и уменьшением реак-

ционных центров, то для феллодермы в период органического покоя содержание хлорофилла меняется незначительно [2].

Существенные изменения наблюдаются при регистрации температурной зависимости быстрой флуоресценции феллодермы коры. Мы получили, что у феллодермы увеличение Φ_0 происходит при 45—50°C, что, согласно данным Шрейбера и Армонда [8], связано с нарушением в работе реакционных центров ФС II. В период глубокого органического покоя (октябрь) температурный максимум Φ_0 уровня при 60°C исчезает и появляется максимум при 80°C.

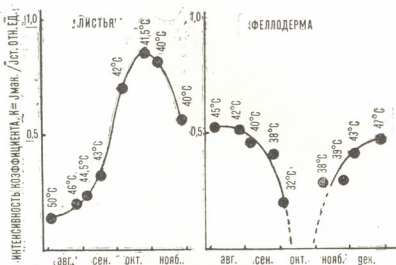


Рис. 1. Изменения коэффициента K (соотношение интенсивности ЗФ при температуре максимума $I_{\text{макс}}$ к стационарному значению $I_{\text{ст}}$) в период август-сентябрь. Указаны температуры максимумов ЗФ. В октябре на феллодерме коры температурный максимум ЗФ не наблюдается

В период органического покоя изменяется также чувствительность феллодермы коры к низким экстремальным температурам. Ранее мы показали [9], что в период органического покоя наблюдается уменьшение устойчивости фотосинтетического аппарата феллодермы коры к низким температурам. При переходе растения в период вынужденного покоя морозоустойчивости феллодермы вновь увеличивается.

Существенно изменяется в период покоя чувствительность феллодермы коры к свету высокой интенсивности. Известно, что свет высокой интенсивности вызывает фотоингибирование реакции фотосинтеза в реакционном центре ФС II [10]. При длительном освещении индуцируется также перекисное окисление липидов, которые можно обнаружить по появлению высокотемпературной термолуминесценции хлорофилла [6].

Мы обнаружили, что чувствительность феллодермы к фотоингибированию резко возрастает при переходе в состояние покоя, что проявляется в более быстром уменьшении интенсивности ЗФ при освещении интенсивным светом (рис. 2). Перекисное окисление липидов в феллодерме в состоянии покоя развивается при более коротких временах освещения по сравнению с активной феллодермой. У побегов, выдержанных в темноте или освещенных интенсивным светом в анаэробных условиях, сигнал ТЛ в феллодерме не наблюдается, так как перекисные липиды не образуются в этих условиях (рис. 3).

В экспериментах на водорослях показано, что необратимое повреждение клеток при интенсивном освещении коррелирует с накоплением перекисей липидов [11]. Мы обнаружили, что при кратковременных световых экспозициях в анаэробных условиях (1—2 мин) или при длительном (10 мин) освещении феллодермы в анаэробных условиях, когда перекиси липидов не образуются, наблюдается полное восстановление фотосинтетической активности у фотоингибированной феллодермы после выдерживания ее на слабом свете 20 и более часов (рис. 3). В то же время при длительном освещении в анаэробных условиях параллельно с накоплением перекисей липидов ингибирование фотосинтетической активности становится необратимым. У феллодермы в состоянии покоя необратимое ингибирование активности, так же, как и накопление перекисей липидов, наблюдается при более коротких временах освещения.



Рис. 2. Зависимость интенсивности ЗФ феллодермы от времени интенсивного освещения ($400 \text{ вт} \cdot \text{м}^{-2}$): феллодерма в активный период (август) — 1, в период покоя (октябрь) — 2

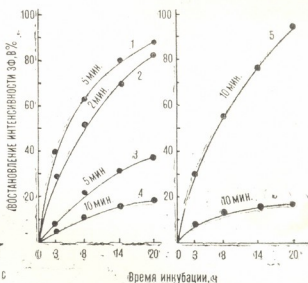


Рис. 3. Восстановление ЗФ феллодермы после фотоингибирования реакции фотосинтеза светом высокой интенсивности ($400 \text{ вт} \cdot \text{м}^{-2}$): феллодерма в активный период (август) — 1, 4, 5, 6, в период покоя (октябрь) — 2, 3; 6 — освещение производилось в анаэробных условиях. Указаны времена интенсивного освещения, индуцировавшие фотоингибирование

Таким образом, замедление реакций транспорта электронов в период глубокого покоя приводит к тому, что хлоропласты становятся более чувствительными к освещению светом высокой интенсивности.

В период органического покоя изменение температурной зависимости быстрой флуоресценции, уменьшение термостабильности фотосинтетического аппарата феллодермы лозы можно, по-видимому, объяснить изменением состояния тилакоидных мембран хлоропластов феллодермы.

НИИ садоводства,
 виноградарства и виноделия
 Госагропрома СССР

(Поступило 13.10.1988)



თ. ორთოიძე, თ. შანშაშვილი

ორგანული მოსვენების ფაზაში ერთწლიანი ვაზის რქის
 ფელოდერმაში არსებული ფოტოსინთეზური აპარატის
 სტაბილურობა ექსტრემალური ფაქტორების მიმართ

რეზიუმე

შენიშნული ფლორესცენციისა და თერმოდენესცენციის მეთოდების გამოყენებით ორგანული მოსვენების ფაზაში შესწავლილ იქნა ფოტოსინთეზური აპარატის სტაბილურობა ექსტრემალური ტემპერატურებისა და ინტენსიური განათების მიმართ. ნაჩვენებია, რომ ორგანული მოსვენების ფაზაში ფელოდერმაში არსებული ქლოროპლასტები გამოირჩევა ინტენსიური განათების მიმართ მგრძობიარობით, რაც ჩვენი აზრით, მოსვენების პერიოდში ფელოდერმის ფოტოსინთეზურ აპარატში ელექტრონების ტრანსპორტის ნაწილობრივ ინჰიბირებასთანაა დაკავშირებული.

PLANT PHYSIOLOGY

T. V. ORTOIDZE, T. E. SHANSHASHVILI

THE STABILITY OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF BARK
 PHELLODERM OF ANNUAL VINE SHOOTS TO THE EXTREME
 FACTORS OF ENVIRONMENT IN THE PERIOD OF ORGANIC
 DORMANCY

Summary

It is shown that the change of temperature dependence of fast fluorescence, the decrease of thermostability of chloroplast membranes and the reduction of frost resistance of photosynthetic apparatus of bark phelloderm can be explained by changes in the state of thylakoyd membranes of phello derm chloroplasts in the period of organic dormancy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. V. Ortoidze, D. N. Matorin, P. S. Benediktov. *Физиол. и биохимия культ. раст.*, 19, № 2, 1987.
2. T. V. Ortoidze, D. N. Matorin, P. S. Benediktov. *Физиол. раст.*, 26, 2, 1989.
3. Л. К. Константинов. *Физиол. раст.*, 28, 1, 1981.
4. В. В. Лядский, М. Ю. Горбунов, П. С. Венедиктов. *Биол. науки*, II, 1987.
5. Д. Н. Маторин, В. С. Маренков, С. А. Добрынин, Т. В. Ортоидзе, П. С. Венедиктов. *Биол. науки*, II, 1978.
6. П. С. Венедиктов, Д. Н. Маторин, Р. С. Кафаров. *Биофизика*, 2, 1988.
7. А. М. Китлаев, Б. Н. Тарусов, П. Я. Голодрига. *Виссл. и виногр. СССР*, 3, 1967.
8. U. Schreiber, P. A. Armond. *BBA*, 502, 1978.
9. Т. В. Ортоидзе, Д. К. Дзагидзе, Э. Г. Мачитадзе. *АН ГССР*, 132, № 1, 1988.
10. S. B. Powels. *Plant Physiol.* 35, 1, 1984.
11. Р. С. Кафаров, Л. В. Шендерева, Д. Н. Маторин, П. С. Венедиктов. *Физиол. раст.*, 35, 3, 1988.



УДК 633.11

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИИ

З. В. ГОЛЬДЕНБЕРГ, Т. Т. БЕРИШВИЛИ, М. Б. КВАЧАДЗЕ

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ТРИПТОФАНА У НЕКОТОРЫХ ФОРМ
ПШЕНИЧНО-РЖАНЫХ ГИБРИДОВ (ТРИТИКАЛЕ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 17.3.1988)

В решении проблемы недостатка растительных белков в пищевом и кормовом балансе важное место занимает повышение содержания белка в зерне хлебных злаков.

Тритикале, первая зерновая культура, созданная человеком, по своим пищевым качествам превосходит пшеницу, по хлебопекарным — рожь, а по урожайности — в определенных экологических условиях и пшеницу, и рожь. Если зерно ржи, ввиду высокого содержания фенола, в чистом виде нельзя использовать в качестве кормов, то зерно тритикале по его содержанию приближается к уровню пшеницы, благодаря чему оно может быть переработано на кормовые цели. Поэтому тритикологами мира, наряду с селекцией на высокую фертильность зерна, интенсивно ведется отбор по биохимическим показателям на качество зерна по содержанию в нем белка и незаменимых аминокислот [1—8].

Из литературных данных [1—9] известно, что в результате расщепления тритикале в F_2 выявляются различные фенотипические группы растений: промежуточные, пшеничные, пшенично-ржаные, ржано-пшеничные. Для исследованных амфидиплоидов характерны вышеперечисленные биотипы.

Цель данной работы — выявление биотипов тритикале с наибольшим содержанием белка и незаменимой аминокислоты триптофана, представляющих интерес для дальнейшей селекционной работы.

Биохимически анализировались образцы тритикале, собранные экспедицией отдела культурной флоры Института ботаники АН ГССР в Юго-Осетии (с. Кемерти) на колхозных полях (происхождение их не известно). Собранные формы были посеяны на опытном участке (Центральный ботанический сад АН ГССР) и изучались в течение 1984—1987 гг. Образцы тритикале характеризовались некоторыми признаками: многоколосковостью, хорошей продуктивностью, выполненностью зерна, крепкой соломиной и устойчивостью к грибным заболеваниям. Все изученные формы константны.

Общий азот определялся модифицированным методом Кьельдаля с использованием реактива Несслера, количественное содержание триптофана в муке (200 мг) — по модифицированной методике А. И. Ермакова и др. [2]. Анализы показали, что у исследованных образцов тритикале содержание общего белка в зерне колеблется от 18,0 до 30,5% (см. таблицу).

№ Типы	Фенотип колоса	Белок N × 5,7	Триптофан	
			мг в муке	% в белке
1. Ржано-пшеничный Б-1	Красный, восковой, ости длинные, опушенные	30,5	0,250	0,819
2. Промежуточный Б-2	Желтый, ости длинные, слабо опушенные	30,5	0,250	0,819
3. Ржано-пшеничный Б-3	Красный, ости средние, не опушенные	30,5	0,250	0,819
4. Пшенично-ржаной 4-Б	Белый, компактный, без остей, опушенный	30,5	0,155	0,508
5. Ржано-пшеничный Б-5	Красный, восковой, полустистый, не опушенный	39,5	0,200	0,606
6. Промежуточный Б-6	Белый, ости средние, сильно опушенные	26,2	0,275	1,046
7. Ржано-пшеничный Б-7	Белый, ости длинные, сильно опушенные	24,0	0,325	1,305
8. Пшенично-ржаной Б-8	Желтый, ости длинные, опушенные	27,8	0,335	1,205
9. Пшеничный Б-9	Белый, восковой, полустистый, не опушенный	24,6	0,254	1,032
10. Промежуточный Б-10	Белый, восковой, полустистый, не опушенный	25,7	0,290	1,128
11. Пшенично-ржаной Б-11	Белый, восковой, ости длинные, сильно опушенные	23,4	0,300	1,182
12. Ржано-пшеничный Б-12	То же самое Белый, восковой, полустистый, не опушенный	25,8	0,290	1,124
13. Промежуточный Б-13	Желтый, ости длинные, не опушенные	25,6	0,156	0,553
14. Ржаной Б-14	Желтый, ости длинные, не опушенные	28,2	0,156	0,553
15. Тот же	Желтый, ости длинные, не опушенные	27,5	0,150	0,548
16. Промежуточный	Белый, полустистый опушенный	21,5	0,158	0,734
17. Ржано-пшеничный	Красный, ости длинные, опушенные	27,0	0,158	0,585
18. Ржано-пшеничный	Белый, ости длинные, слабо опушенные	28,3	0,200	0,703
19. Промежуточный	Белый, полустистый, слабо опушенный	20,0	0,145	0,702
20. Ржано-пшеничный	Красный, восковой, ости длинные, опушенные	20,7	0,200	0,966
21. Ржаной	Белый ости средние	18,4	0,156	0,847

Ранее нами [10] было отмечено, что максимальное накопление белка наблюдается у тритикале, полученных с участием дикорастущих видов ржи — горной ржи *Монтанум* и ржи *Куприянова*.

Биохимические показатели по общему белку и незаменимой аминокислоте — триптофану у биотипов тритикале приведены в таблице.

Как видно из таблицы, для тритикале характерен широкий диапазон изменчивости по содержанию белка и незаменимой аминокислоты — триптофана. Так, ржаной биотип содержит 18,0% белка, а биотины ржано-пшеничные, пшенично-ржаные и промежуточные — около



30,5% (BI-5). Между этими вариантами расположены все остальные показатели по белку. Это указывает на расщепление исходного биотипа тритикале как по фенотипу, так и по биохимическим показателям (белок, триптофан). Межродовая гибридизация, наряду с ее эволюционным значением, является одним из основных путей повышения белковости в зерне злаковых.

В результате проведенных анализов было установлено, что в зернах тритикале содержится в среднем 0,505—1,305% триптофана в белке, т. е. ниже уровня его в белках животного происхождения, принимающихся за эталон, где количество его достигает 1,5% [9].

Известно, что исключение триптофана из пищи животные и люди переносят труднее, чем голод. По содержанию триптофана тритикале почти не отличается от пшеницы, но оно ниже, чем у ржи, что и раньше отмечалось в работах. Наиболее высокобелковые биотипы отмечены у форм: Б (1—5): процент белка составляет 30,5, а триптофана — 0,508—0,819 в белке. У восьми биотипов Б (6—13) характеристика по фенотипу не одинакова, но они содержат наивысший процент (1,032—1,305) триптофана в белке, а содержание белка в этих биотипах равно 23,4—26,2%. Аналитические данные у амфидиплоидов не являются постоянными, изменяясь в определенных пределах в зависимости от условий среды.

Такие биохимические показатели, как количество белка в концентрации триптофана, не связываются с определенными морфологическими показателями зерна.

В результате биохимических исследований межродовых гибридов — тритикале можно отметить высококачественные по белку биотипы Б(1—5), в которых сочетается ряд благоприятных признаков: иммунитет, скороспелость, высокобелковость, и эти биотипы могут быть рекомендованы как высокобелковые генетические источники для селекции тритикале в зоне Восточной Грузии.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 1.4.1988)

გენეტიკა და სელექცია

წ. გოლდენბერგი, ტ. ბერიშვილი, მ. კვაპაძე

ცილის და ტრიბოფანის შემცველობა ტრიტიკალეს ზრდის პერიოდში

რეზიუმე

სამხრეთ ოსეთის სამეურნეო ნათესებში აღებული ტრიტიკალეს ბიოტიპების თესვში შესწავლილ იქნა ცილებისა და შეუცვლელი ამინოკვანის — ტრიბოფანის პროცენტული შემცველობა.

გამოვლენილია შუალედური, ხორბლისებრი, ხორბალ-ჭვავისებრი, ბიოტიპები.

Z. V. GOLDENBERG, T. T. BERISHVILI, M. B. KVACHADZE

THE CONTENT OF PROTEIN AND TRYPTOPHANE IN SOME SPECIES OF TRITICUM-SECALE HYBRIDS (TRITICALE)

Summary

A study has been made of the content of total protein and tryptophane in the biotypes of triticale collected in the high-mountain region of Southern Osetia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Шульдин. Сб. «Тритикале». Л., 1975.
2. А. И. Ермаков, Н. П. Ярош, Л. А. Михалков. Бюлл. ВИРа. Л., 1969.
3. A. Kiss, Z. F. Züchtung planzenzüchtung. 55. 4. 1966.
4. A. Müntzing. Proc. Int. Symp. Mexico, 1973, Canada. I. D. R. C. 1974. 13—30.
5. V. A. Johnson *et al* 4 th. Intern. Wheat Genet. Symp. Columbia, 1973.
6. Ф. И. Зелинский. Сб. «Тритикале», V. Л., 1975.
7. В. Г. Конарев. Белки пшеницы. М., 1980.
8. Б. П. Плешков, А. Ф. Шульдин, И. Л. Емельянова. Изв. Тимирязевской с/х академии, 2, 1983, 74—79.
9. Л. Ангелова, Н. Костурски. Растениевъдъясски науки, София, 20, 2, 1983, 33—38.
10. З. В. Гольденберг, Г. В. Канделаки. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987.

Р. Ш. СУДЖАШВИЛИ, М. Ш. СИМОНИДЗЕ, К. Ш. КУРИДЗЕ,
Ф. О. ШРАЙБМАН

ВЛИЯНИЕ α -АКТИНИНА НА СТЕХИОМЕТРИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АКТИНА С МИОЗИНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 26.4.1988)

В последние годы накоплено много фактов, свидетельствующих о том, что в состав сократительных систем мышечных и неммышечных клеток входит большое число разнообразных минорных белков. Функциональная роль большинства из них до сих пор неизвестна. Однако показано, что *in vitro* они могут оказывать существенное влияние на свойства сократительных систем. В связи с этим особое внимание уделяется изучению их взаимодействия с актином и миозином. Одним из минорных белков является α -актинин, обнаруженный Эбаш и сотр. [12] как фактор, регулирующий взаимодействие актомиозин-АТФ и стимулирующий сокращение актомиозина.

В настоящее время в изучении α -актинина в структурном отношении достигнуты некоторые успехи: установлена его молекулярная организация; показано, что белок имеет палочкообразную форму и состоит из двух субъединиц, каждая из которых содержит два крупных домена. В N-концевом домене расположен центр связывания с актином — одним из главных белков сократительной системы, а C-концевой домен обеспечивает димеризацию молекулы α -актинина [3]. Что касается биологической значимости α -актинина, вопрос до сих пор остается открытым. Однако литературные данные позволяют предполагать, что мышечный α -актинин регулирует взаимодействие актина с миозином [4, 5].

Представленная нами работа посвящена изучению влияния α -актинина на некоторые количественные показатели актомиозинового взаимодействия. Мы исследовали белковый состав реконструированного актомиозина методом электрофореза в полиакриламидном геле. С помощью денситограмм вычисляли весовые и молярные соотношения актина и миозина в отсутствии и при наличии α -актинина.

Актин получали по методу Спудича [6] и в эксперименте использовали в Ф-форме. Миозин получали по модифицированному методу Перри [7]. α -Актинин получали по методу Пинтера [8]. Концентрацию белков измеряли спектрофотометрически, используя $A_{290}^{0,1\%}$ для актина 0,63, $A_{280}^{0,1\%}$ для α -актинина 1,32. Концентрацию миозина измеряли методом бюретовой реакции. Денситограммы снимали на лазерном денситометре 2202 ULTROSCAN фирмы LKB.

Были исследованы актомиозиновые комплексы, приготовленные с разными весовыми соотношениями: 1:3, 1:2, 1:1 — актин к миозину соответственно.

В первой серии опытов исследовали актомиозин, приготовленный с весовым соотношением 1:3. Реакцию проводили при ионной силе 0,6. Концентрация актомиозина равнялась 1 мг/мл в конечном объеме 40 мл. Такой комплекс ставили на диализ против раствора KCl для снижения ионной силы до 0,1 с целью осаждения комплекса. Через



24 часа комплекс снимали с диализа и центрифугировали при 7 000 об/мин в течение 10 мин. Осадок гомогенизировали в 0,1 M KCl с целью удаления примесей, затем еще раз центрифугировали.

В описанных условиях проводили две параллельные реакции: реакцию взаимодействия актина с миозином и реакцию взаимодействия актина с миозином при наличии α -актинина. В отдельных опытах к актомиозиновому комплексу добавляли 20, 25, 30, 35, 40% α -актинина от веса актина. Анализировали супернатант и осадок каждого комплекса. Во второй и третьей сериях опытов меняли начальное весовое соотношение актина к миозину: брали 1:2 и 1:1 соответственно. Условия проведения опытов и использованные методы те же.

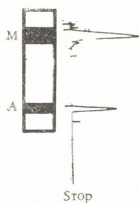


Рис. 1. Электрофорограмма и денситограмма реконструированного актомиозина: М — миозин, А — актин

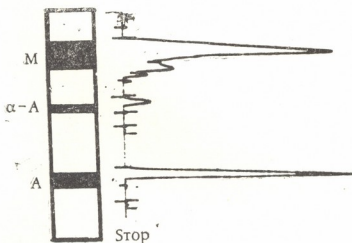


Рис. 2. Электрофорограмма и денситограмма реконструированного актомиозина в присутствии 25% α -актинина от веса актина: М — миозин, α A — α -актинин, А — актин

Анализ экспериментальных данных показал, что независимо от изначально взятых весовых соотношений актина и миозина в опытах без α -актинина получали актомиозиновые комплексы, содержащие одну весовую часть актина на 2,5 весовой части миозина (1:2,5) (рис. 1). При этом в супернатанте каждого образца обнаружился избыточный белок: в случае соотношения 1:3 — миозин, в случае соотношения 1:2 и 1:1 — актин.

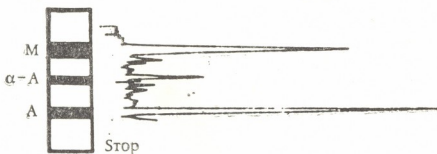


Рис. 3. Электрофорограмма и денситограмма реконструированного актомиозина в присутствии 35% α -актинина от веса актина: М — миозин, α A — α -актинин, А — актин

В первой серии опытов (1:3) при наличии в среде избыточного миозина после добавления α -актинина соотношение белков в комплексе, полученное в опытах без α -актинина, — 1:2,5 не менялось, т. е., в этом случае не наблюдалось влияния α -актинина на стехиометрию взаимодействия главных мышечных белков.



Во второй и третьей сериях (1:2, 1:1) опытов при наличии в среде избыточного актина добавление α -актинина вызывало изменение весового соотношения белков в комплексе (рис. 2). При увеличении количества α -актинина (от 20 до 40%) возрастало количество актина, вошедшего в состав комплекса реконструированного актомиозина, до тех пор пока из реакционной среды не исчезал свободный актин, вследствие чего соотношение актина к миозину вместо 1:2,5 становилось 1:2 и 1:1 (рис. 3).

Полученные результаты подтверждались анализом супернатантов комплексов с α -актинином, в которых количество свободного актина, не вошедшего в реакцию, уменьшалось по мере увеличения количества α -актинина.

Таким образом, полученные результаты дают основание заключить, что при реконструкции актомиозинового комплекса *in vitro* присутствие α -актинина меняет стехиометрию взаимодействия актина с миозином, если весовые соотношения этих белков в системе не соответствует строго соотношению 1:2,5 и в реакционной среде есть избыточный актин. Эти результаты также подтверждают литературные данные о влиянии α -актинина на актомиозиновый комплекс через Ф-актин. Однако на данном этапе исследования остается неясным, стабилизирует ли α -актинин актомиозиновый комплекс и стимулирует ли АТФазную активность при отсутствии в системе избыточного актина. Для выяснения этих вопросов необходимы дальнейшие исследования. Работа в этом направлении ведется.

Академия наук Грузинской ССР
Институт молекулярной биологии
и биологической физики

(Поступило 5.5.1988)

ბიოფიზიკა

რ. სუჯაშვილი, მ. სიმონიძე, კ. კურიძე, ფ. შრაიბმან

α -აქტინინის გავლენა აქტინისა და მიოზინის ურთიერთქმედების სტექიომეტრიაზე

რეზიუმე

დადგენილია, რომ α -აქტინინი ცვლის აქტინის და მიოზინის ურთიერთქმედების სტექიომეტრიას *in vitro*, თუ კუმშვადი კომპლექსის რეკონსტრუქციის დროს აღებულია ჭარბი აქტინი და ძირითადი ცილების წონითი თანაფარდობა არ არის 1:2,5 ტოლი. მიღებული შედეგები ადასტურებენ ლიტერატურიდან ცნობილ ფაქტს, რომ α -აქტინინი მოქმედებს კუმშვად სისტემაზე F-აქტინის საშუალებით.

BIOPHYSICS

R. Sh. SUJASHVILI, M. Sh. SIMONIDZE, K. Sh. KURIDZE, F. O. SHRAIBMAN

THE EFFECT OF α -ACTININ ON STOICHIOMETRY OF ACTIN-MYOSIN INTERACTION

Summary

The effect of α -actinin on the actin-myosin quantitative parameters has been established; it changes the weight correlation of main proteins of the reconstructed actomyosin complex.

This effect is observed in the case when redundant free actin is spent on the reconstruction of contractile complex and the actin-myosin weight correlation is not equal to 1:2,5, respectively.

These results corroborate the literary data on α -actinin interaction with actomyosin by means of F-actin.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Ebashi, F. Ebashi. J. Biochem., v. 58, № 1, 1965, p. 7-12.
2. S. Ebashi, F. Ebashi. Nature, v. 203, № 4945, 1964, p. 645-646.
3. М. Ш. Симоидзе, К. Ш. Куридзе, Н. Ш. Надирашвили. Тез. Всесоюз. конф., посв. 50-летию Ин-та физиологии им. И. С. Бериташвили Тбилиси, 1986.
4. Г. И. Павлиашвили, М. Ш. Симоидзе, Р. М. Купатадзе, М. М. Заалишвили. Сб. «Биофизика и биохимия мышечного сокращения». Тбилиси, 1983.
5. М. Ш. Симоидзе, Н. Н. Бокочадзе, М. М. Заалишвили. Сб. «Биофизика и биохимия мышечного сокращения». М., 1976.
6. J. A. Spudich, S. Watt. J. Biol. Chem., 246, 4866, 1971.
7. S. V. Perry, A. Corsi. Biochem. J. v. 68, № 1. 1958, p. 5-12.
8. K. Pinter *et al.* Acta Biochem. et Biophys. Acad. Sci. Hungarian, v. 227, 1980, 680-685.



Т. Я. ЧКУАСЕЛИ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ЛИСТОПАДНЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЦБС АН ГССР

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 21.3.1988)

В наших экологических условиях ботаники, экологи, физиологи и биохимики по профилю ботанического сада не работали и не работают. Фактически исследование эколого-физиологической и биохимической адаптации интродуцированных растений до наших работ не проводились. Эколого-физиологическая и биохимическая лаборатория в Центральном ботаническом саду АН ГССР была создана по решению президиума АН ГССР лишь в 1974 году (руководитель — Т. Я. Чкуасели). Столь долгое отсутствие физиолого-биохимической лаборатории в Тбилисском ботаническом саду отразилось отрицательно на разработке в наших условиях главной проблемы ботанических садов — интродукции и акклиматизации экзотов.

Один из главных неблагоприятных факторов, определяющих степень интродукции многих ценных экзотов в ЦБС АН ГССР, — это высокая летняя температура и почвенная и атмосферная засуха. В связи с этим основной задачей нашей лаборатории является изучение физиолого-биохимических основ засухо- и жароустойчивости интродуцированных растений. Для диагностирования засухо- и жароустойчивости недостаточно изучение только водного обмена. При засухе северного типа достаточно диагностировать засухоустойчивость нарушением водообмена, но при засухе южного типа изучение только водного режима недостаточно. В этом случае в первую очередь должна быть оценена жароустойчивость, в которую вносят значительный вклад прочность мембран, хлорофилл-белково-липидной связи, термоустойчивость ферментов и пигментов, фотосинтеза, дыхания, энергообмена, устойчивость синтеза белка. Считается, что вряд ли любой из этих показателей может быть единственным и достаточным для установления толерантности и адаптации растительного организма. Более точный диагноз дает какой-то комплекс из них.

В период экстремализации внешних условий у интродуцированных растений протекают адаптационные реакции, которые позволяют организмам приспособиться к неблагоприятным экологическим условиям. В онтогенезе широкий диапазон адаптации изученных нами видов к субаридным условиям Восточной Грузии протекает на основе модификационной изменчивости физиолого-биохимических процессов. Полученные результаты позволяют дать изученным растениям, принадлежащим к различным экологическим группам, следующую эколого-физиологическую и биохимическую характеристику.

Гемиксерофиты характеризуются относительно устойчивым водным режимом, высокой жароустойчивостью и узким диапазоном колебания содержания воды. Они стабильно поддерживают уровень свободной и слабосвязанной воды. Водосудерживающая сила, стабильная и при засухе, наряду с повышением всасывающей силы, возрастает в больших размерах, чем у менее засухоустойчивых видов. Интенсивная транспирация обеспечивает охлаждение листьев, водный де-

фицит не достигает больших величин и характеризуется гораздо меньшими дневными колебаниями. Летом в связи с развитием адаптационных реакций сублетальный водный дефицит не наблюдается даже при продолжительной водоотдаче и наличии высокого реального водного дефицита. Термоустойчивость их клеточных мембран, прочность хлорофилл-белково-липидной связи, интенсивный фотосинтез, а также термоустойчивость пигментов, сохранение более высокой энергетики дыхания и преобладание пентозофосфатного дыхания над гликолитическим распадом глюкозы указывают на высокую устойчивость и стабильность обмена веществ. Кроме того, своевременная остановка ростовых процессов под воздействием эндогенных регуляторов ингибиторной природы способствует успешной и эффективной адаптации у этих растений. К этой экологической группе относятся каркас кавказский, дуб грузинский и церцис европейский. В наших условиях почти все гемиксерофиты характеризуются формообразованием, и над ними можно вести исследование на популяционном и фитоценоотическом уровне.

Мезофиты. К этой экологической группе относятся ликвидамбр смолоносный, церцис канадский, липа американская и липа кавказская. Они характеризуются лабильным водным режимом, значительными флюктуационными показателями оводненности листьев. Водоудерживающая и всасывающая сила не стабильна и при засухе не возрастает. Водный дефицит достигает больших величин и характеризуется гораздо большими дневными колебаниями, при завядании значительно раньше наступает сублетальный водный дефицит. Уменьшение транспирации при засухе вызывает перегрев листьев, появляются ожоги, теряется пигментация, происходит преждевременный листопад, вследствие этого декоративная ценность у этих растений значительно теряется. На слабую жароустойчивость мезофитов указывают уменьшение фотосинтеза при водном дефиците и высокой температуре, высокая проницаемость протоплазмы, слабая прочность хлорофилл-белково-липидной связи, низкая термоустойчивость пигментов и энергетика дыхания с преобладанием гликолитического распада глюкозы над пентозофосфатным циклом. Кроме того, недостаточный и низкий уровень регуляторов роста ингибиторной природы слабо задерживает ростовые процессы и этим значительно понижается засухоустойчивость мезофитов.

Мезоксерофиты. Мезоксерофиты являются засухоустойчивыми мезофитами. По своим физиологическим и биохимическим признакам они занимают промежуточное положение между гемиксерофитами и мезофитами. При неблагоприятных экологических условиях на основе модификационной изменчивости у них протекают адаптационные реакции, позволяющие им нормально функционировать в жестких экологических условиях. Аналогично гемиксерофитам, но в гораздо меньшей степени им свойственны стабилизация показателей водного режима в засушливый жаркий период, повышение жароустойчивости, прочности мембран и хлорофилл-белково-липидной связи, термоустойчивость пигментов, повышение энергетической эффективности дыхания и в неблагоприятных условиях своевременная остановка роста путем синтеза эндогенных регуляторов роста ингибиторной природы. К этой экологической группе относятся каркас миссисипский и дуб красный.

При рекомендации для использования исследуемых видов в народном хозяйстве следует учесть, что гемиксерофиты и мезоксерофиты в условиях субаридной зоны могут расти почти без полива, а для культивирования мезофитов требуется орошение. В жарких сухих усло-

ვნях более рациональным приемом орошения окажется полив в ночное время суток преимущественно импульсным дождеванием и капельным способом.

По нашему мнению, в субаридных условиях Восточной Грузии интродукция типичных мезофитов, отличающихся слабыми адаптационными способностями, в практическом отношении нецелесообразна. В наших условиях в основном следует интродуцировать виды с гемиксерофитной или же мезоксерофитной природой.

Исследования, направленные на разработку физиолого-биохимических тестов для диагностирования засухо- и жароустойчивости и степени адаптации интродуцированных растений и местных кавказских видов, показали, что проницаемость протоплазмы, содержание пигментов, интенсивность фотосинтеза, прочность мембран и хлорофилл-белково-липидной связи, интенсивность, энергетика и тип дыхания, содержание эндогенных регуляторов роста являются показателями засухо- и жароустойчивости, степени адаптации и приспособления интродуцированных растений к экстремальным условиям среды. Комплекс этих физиолого-биохимических процессов может быть применен как физиолого-биохимический тест для диагностирования устойчивости и адаптации интродуцированных растений к новым условиям существования. Следовательно, при помощи физиолого-биохимических исследований появляется реальная возможность установления степени адаптации, а также ускорения интродукционного процесса и внедрения полезных растений в народное хозяйство.

Учитывая ряд причин, особенно же реальность энергетического кризиса и нарастающего дефицита пресной воды как в нашей стране, так и в глобальном масштабе, считаем грубой стратегической ошибкой интродукцию влажных субтропических и тропических растений в Тбилисском ботаническом саду. Ясно, что как в открытом, так и закрытом грунте экзоты тропической и субтропической флоры должны быть интродуцированы в субтропической зоне Западной Грузии. В различных почвенно-климатических условиях эколого-физиологические, биохимические и биофизические исследования интродуцированных растений должны вестись в основном на организменном, популяционном и фитоценоотическом уровне. Изучение филогенетической—наследственной и онтогенетической—модификационной адаптации экзотов к новым условиям существования требует расширения сети интродукционных опорных пунктов и создания новых микроботанических садов (на базе или наподобие сортоиспытательных станций). В связи с этим в каждом регионе необходимо децентрализовать работы в главных и центральных ботанических садах и усилить их научно-организационную и координирующую деятельность. Такая перестройка деятельности главных и центральных ботанических садов ускорит интродукцию многих ценных экзотов и будет способствовать защите и восстановлению природных богатств региона.

Академия наук Грузинской ССР
Центральный ботанический сад

(Поступило 14.4.1988)

თ. ჰკუასელი

საპარტვილოს ცენტრალურ ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებულ მცენარეულ ფორმებს შორის მკვლევარმა მკვლევარმა შეისწავლა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური თავისებურებანი

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ექსტრემალურ პირობებში ინტროდუცირებულ მცენარეებში ვითარდება ადაპტაციური რეაქციები, რომელთა საშუალებითაც ორგანიზმი არახელსაყრელ ეკოლოგიურ პირობებს ეგუება. აღმოჩნდა, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს სუბარიდულ ზონაში შესწავლილი სახეობების ონტოგენეზური ადაპტაცია ძირითადად ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების მოდიფიკაციურ ცვლილებათა საფუძველზე ხორციელდება. კავკასიური და ჩრდილოეთ ამერიკიდან ინტროდუცირებული სახეობები დაყოფილია ეკოლოგიურ ჯგუფებად და მოცემულია მათი ეკოლოგიურ-ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური დახასიათება.

BIOCHEMISTRY

T. Ya. CHKVASELI

PHYSIOLOGICAL* AND BIOCHEMICAL PECULIARITIES OF
 WOODY DECIDUOUS PLANTS INTRODUCED IN THE CENTRAL
 BOTANICAL GARDEN OF THE GEORGIAN ACADEMY OF SCIENCES

Summary

The paper presents the principal results of the study of physiological and biochemical peculiarities of introduced woody plants. The physiological and biochemical aspects of adaptation of plants to new conditions are examined.

Ecologo-physiological and biochemical characteristics of different species and methods for diagnosing heat-tolerance and drought resistance are given.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

И. Д. ДОЛИДZE, Т. В. БОЧОРИШВИЛИ

О «КИШЕЧНОМ СЕПСИСЕ» У ВЗРОСЛЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 29.8.1988)

Одной из клинко-патогенетических форм сепсиса является криптогенный (скрытый) сепсис, дифференциальная диагностика которого трудна как при жизни больного, так и на секционном столе при неблагоприятном исходе заболевания. Своевременная диагностика этого грозного патологического процесса имеет неопределимое клиническое значение для проведения своевременной противосептической терапии. По данным нашей клиники, криптогенный сепсис встречается в 15% из общего числа заболеваний с терапевтическим сепсисом. Для него характерны полиморфизм клинического течения, быстрое возникновение тяжелых форм сепсиса (молниеносный сепсис, септикопиемия, септический эндокардит), нередко заканчивающихся смертельным исходом.

Цель настоящей работы — на основе анализа клинко-патанатомических данных случаев криптогенного сепсиса определить возможные источники происхождения этого заболевания и раскрыть причинно-следственные механизмы данного патологического процесса.

Ниже приводим выписки из историй болезней лиц, умерших от криптогенного сепсиса, по скрупулезный ретроспективный анализ которых позволил нам отказаться от этого диагноза.

Пример первый. Больная К. Г., 22 лет, ИБ № 2811. В нашу клинику поступила на 17-й день заболевания в тяжелом состоянии с жалобами на гектическую лихорадку, ознобы, потливость, боли в правом подреберье, рвоту, отсутствие аппетита, сухость в полости рта, склонность к сонливости. Начало заболевания связывает с пищевой токсикоинфекцией (вскоре после приема колбасы появились боли в правом подреберье, началась рвота, а затем через сутки присоединились лихорадка, ознобы, периодически потливость). Вначале лечилась дома, а с 3-го дня в двух больницах (районной и городской) с диагнозами: обострение хронического холецистита и острый гнойный холецистит. От операции отказалась. Консервативное лечение не дало желаемого результата, лихорадка с эндотоксической интоксикацией продолжалась, и больная была переведена к нам в тяжелом состоянии с диагнозом: острый сепсис, септический эндокардит. При поступлении обращали на себя внимание soporозное состояние, бледность кожных покровов, ксантоз ладоней и стоп, сухость губ и трещины на них, ригидность затылочных мышц, двусторонние знаки Кернинга, на сердце — грубый систолический шум на всех точках выслушивания, на аорте — акцент II тона, тахикардия (пульс—124 в мин), гипотензия (АД—90/0 мм рт. ст.), дыхание смешанного типа, с частотой 20 в мин, в легких — везикулярное дыхание, язык сухой, слегка обложен белым налетом, живот мягкий, безболезненный, увеличенная печень (выходит из-под реберной дуги на 4 см), селезенка не прощупывается. В гемограмме: резкий лейкоцитоз (лейкоциты — $23 \cdot 10^9/\text{л}$), гипохромная анемия (эритроциты — $2,6 \cdot 10^{12}/\text{л}$, гемоглобин — 90 г/л), нейтрофиллез с палочкоядерным сдвигом (11%), резко увеличенное СОЭ (80 мм/час). Несмотря на проведенную терапию (антибактериальная, гормональная, переливание крови и эритроци-

тарной массы, дезинтоксикационных жидкостей и средств парентерального питания), состояние больной прогрессивно ухудшалось, заболевание протекало с частыми эндотоксическими шоками, развилась кома, присоединились двусторонняя пневмония и почечная недостаточность, развилась лейкопения (лейкоциты — $3,0 \cdot 10^9/\text{л}$), анемия превысила жизненные границы (эритроциты — 720000), усугубились патологические феномены на сердце (на верхушке сердца диастолический ритм галопа и рентгенологически резкое увеличение границ правого желудочка) и больная погибла от сердечной недостаточности на 44-й день заболевания. Многократные посевы крови стерильные, однократно из мочи выделена кишечная палочка, в динамике заболевания отмечалось нарастание титров агглютинации ко всем антигенам сальмонеллезной группы микробов (до 1/200—1/400). В динамике заболевания проводилась дифференциальная диагностика с миллиарным туберкулезом, иерсиниозом, тифо-паратифозными заболеваниями, заболеваниями крови, коллагенозной кардиопатией. Окончательный диагноз: острый сепсис, септический эндокардит (грамотрицательной этиологии). Патолого-анатомический диагноз: острый сепсис, острая гиперплазия пульпы селезенки, двусторонняя абсцедирующая пневмония, гепатит, терминальный илеит с гиперплазией регионарных лимфоузлов брыжейки. Патанатомический эпикриз: сепсис несомненен, но вызывающая причина неизвестна как клиническими, так и патанатомическими данными. Диагноз септического эндокардита не подтвердился.

Пример второй. Больной А. З., 24 лет, ИБ № 8184. Поступил в нашу клинику в крайне тяжелом состоянии на 9-й день заболевания с жалобами на гектическую лихорадку, ознобы, потливость, одышку, учащение сердцебиения, уменьшение мочеотделения. Заболевание началось остро, резким ознобом, гектической лихорадкой, потливостью, затем наслонилась одышка, и на 7-й день заболевания на тыльной поверхности левой стопы появилась ограниченная, болезненная гиперемия. В этот же день поступил в районную больницу. Несмотря на проведенное лечение (жаропонижающие, сульфаниламидные препараты и антибиотики), состояние больного резко ухудшилось, добавились резкие боли в области поясницы и левого бока. В гемограмме: резкое нарастание нейтрофильного лейкоцитоза (лейкоциты — $30 \cdot 10^9/\text{л}$) с палочкоядерным сдвигом (12%) при умеренно ускоренной СОЭ (22 мм/час). Больной был переведен в нашу клинику. При поступлении отмечались общая заторможенность без головной боли, на лице — застойная гиперемия, синошошность кожных покровов, акроцианоз, на коже фалангов правой кисти и стопы — участки сухих некрозов, тоны сердца громкие, лангистолитический шум с эпицентром на верхушке сердца, поперечные границы сердца увеличены, резкая тахикардия (пульс — 134 ударов в минуту), гипотензия (АД — 100/0 мм рт. ст.), в легких — крепитация в верхних долях и притупление ниже IV ребра, тахипноэ (дыхание — 60 в мин), язык обложен коричневым налетом, влажный, живот мягкий, пальпаторно болезненный в левом подреберье, печень выступает из-под реберной дуги на 4—5 см, селезенка — на 5—6 см, болезненная при пальпации, действие кишечника с помощью очистительной клизмы, выделение мочи уменьшено. В гемограмме: при отсутствии анемии нейтрофильный лейкоцитоз (лейкоциты — $30 \cdot 10^9/\text{л}$) с палочкоядерным сдвигом и умеренно высокой СОЭ (30 мм/час). Несмотря на проведенную интенсивную терапию (антибактериальная, антикоагулянтная, антиферментная, реологически активные р-ры), состояние больного резко ухудшалось, появились кровохарканье, мелена многократная, усилились боли в правом подреберье, развился инфекционно-токсический шок и больной погиб на 12-й день заболевания. На 9-й день заболевания из крови однократно выделен золотистый стафилококк, из трупного материала — протей



(в печени и селезенке) и кишечная палочка (в почках). Клинический диагноз: септический эндокардит, двусторонняя деструкция легких, тромбоз селезеночной артерии, септический энтероколит. Патолого-анатомический диагноз: острая септикоемия, гнойно-некротический миокардит, тромбозэндокардит полулунных клапанов аорты, бронхопневмония, геморрагическая сливная и множественные абсцессы легких, гнойно-некротический гепатит, двусторонний нефрит, гнойный спленит с множественными геморрагиями и инфарктами, микроабсцессы кишечника, поджелудочной и надпочечниковый желез, гиперплазия мезентеральных и перибронхиальных лимфоузлов.

Итак, представленные клинические случаи показывают, что т. н. криптогенные сепсисы развиваются после инфекционного (первый пример) и лекарственного (второй пример) дисбактериозов, возникших вслед за перенесенной пищевой токсикоинфекцией или проведения нерациональной антибактериальной терапии. При кишечных дисбактериозах создаются условия для срыва барьерной функции кишечника, генерализации кишечной флоры и развития различных клинико-патогенетических форм сепсиса. Тщательный анализ причинно-следственных отношений возникновения криптогенного сепсиса указал на ведущую роль кишечника в развитии приведенных клинико-патогенетических форм сепсиса и дал возможность расценивать их не как «криптогенный», а как кишечный сепсис. Этот термин, обычный в педиатрической практике (особенно для обозначения сепсиса кишечного происхождения у младенцев), в практике терапевтов и инфекционистов почти не встречается. При отсутствии явных входных ворот в традиционных местах (кожа, видимые слизистые, женские половые органы, почки и мочевыводящая система) обычно пишут о «криптогенном» сепсисе. Приведенные примеры показывают, что под их личиной нередко скрываются входные ворота в кишечнике и термин «кишечный сепсис» также правомочен для сепсиса взрослых, как и для детей раннего возраста.

Важно подчеркнуть и то обстоятельство, что все рассмотренные больные были молодыми, не отягощенными тяжелым преморбидным фоном и фактором, сорвавшим их резистентность, была сама инфекция, а не предшествовавший иммунодефицит.

Республиканский противосепсисный центр
МЗ ГССР

(Поступило 1.9.1988)

მიკრობიოლოგია და მიკუსტოლოგია

ი. დოლიძე, თ. ბოგორიშვილი

გოზგადილეგზი „ნაწლავური სეფსისის“ შესახებ

რეზიუმე

კრიპტოგენული (ფარული) სეფსისის დიაგნოზით გარდაცვილ ავადმყოფთა ისტორიების კლინიკურ-პათანატომიური მონაცემების გულმოდგინე რეტროსპექტიულმა ანალიზმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ ნაწლავებს სეფსისის სხვადასხვა კლინიკურ-პათოგენეზური ფორმის განვითარებაში წამყვანი ადგილი უჭირავს. ამით დასაბუთდა „ნაწლავური სეფსისის“ ტერმინის უფლებამოსილება ნაცვლად „კრიპტოგენული სეფსისისა“.

I. D. DOLIDZE, T. V. BOCHORISHVILI

ON "INTESTINAL" SEPSIS IN ADULTS

Summary

In the process of a thorough retrospective analysis of clinical, pathoanatomical findings of case records of those who died from cryptogenic occult sepsis, taking into account the cause-and-effect relations of this pathology it has been concluded that the intestine is of great importance in the development of various clinical pathogenic forms of sepsis. Thus, the authors have substantiated the validity of the term "intestinal sepsis" instead of "cryptogenic sepsis".



УДК 632.4.633.11

ФИТОПАТОЛОГИЯ

Л. А. СМЕРНОВА, Л. А. МГЕЛАДЗЕ, Ж. Г. НАСКИДАШВИЛИ,
 Е. А. РОГОЖИНА

О ЕДИНСТВЕ ПОПУЛЯЦИИ ГРИБА *PUCCINIA GRAMINIS PERS*
F. SP. TRITICI ERIKS НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 28.1.1988)

В республиках Закавказья стеблевая ржавчина на пшенице отмечается ежегодно, что связано с наличием промежуточного хозяина — *Berberis vulgaris* [1—4]. В этой связи ряд авторов [4—7] изучали разнообразие *P. graminis* на расовом и генетическом уровне. Однако общность внутривидовых явлений, так же как и направление изменения вирулентности гриба, не были выявлены, т. к. не был решен вопрос о степени сходства и различий исследованных выборок спор.

В настоящем сообщении делается попытка биологического и статистического обоснования единства популяции гриба *P. graminis* f. sp. *tritici*, развивающейся в районах Закавказья.

В течение 1984—1986 гг. проведены фенологические наблюдения за развитием гриба и сбор образцов спор в различных агроэкологических зонах Закавказья (Южно-Грузинское и Западно-Армянское нагорье, Нагорный Карабах, Центральные равнины и плоскогорья, Западное предгорье Большого Кавказа). Споровый материал анализировали по признаку вирулентности на стандартных наборах сортов и линий пшеницы с генами Sr: 5, 6, 7, 8, 9в, 9с, 9е, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 31, 36, 37. Были определены фенотипы 149 и 264 изолятов, выделенных на эцидиях в 1984—1986 гг. соответственно, а также 331 и 615 изолятов из уредоспор 1985—1986 гг. Статистический анализ генетического разнообразия и сходства выборок спор из различных агроэкологических зон Закавказья сделан по методу Л. А. Животовского [8, 9].

За морфу принимали фенотип изолята по признаку вирулентности. Для сравнения выборок спор по частотам генов вирулентности использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена [10]. К популяции *P. graminis* могут быть отнесены, прежде всего, совокупности клонов, формирующиеся в постоянных очагах инфекции. Таковыми очагами инфекции стеблевой ржавчины являются первичные поражения злаков, возникающие в районах произрастания барбариса, от заражения эцидоспорами. Постоянные очаги возобновления инфекции имеются практически во всех зонах Закавказья, большинство из которых — горные районы. Поэтому можно было бы предполагать существование на данной территории нескольких субпопуляций, обоснованных за счет территориальной изоляции. С другой стороны, наличие в горных районах подходящих питающих растений среди дикорастущих злаков может способствовать распространению ржавчины в течение сезона по вертикали. В равнинной части Закавказья заболевание начинается во второй декаде мая и завершается с созреванием пшеницы, а в предгорных и горных районах первые уредопустыли отмечаются в первой декаде июня. Вертикальная зональность в таком случае способствует длительному развитию уредостадии, накоплению инфекции, обмену мигрантами, слиянию очагов и, следовательно,

образованию общего ареала, т. е. единой популяции. Для доказательства последнего проведен статистический анализ разнообразия выборок спор эцидиального и уредидиального происхождения из различных агроэкологических зон Закавказья и определена степень их идентичности по генетической структуре. Выявлено, что исследованные выборки спор как эцидиального, так и уредидиального происхождения отличаются высокой степенью разнообразия по признаку вирулентности (см. табл.). В них доля выявленных морф (фенотипов) от количества изученных изолятов выражается чаще всего соотношением 1:2, т. е. в среднем каждые два изолята дают отличающийся фенотип.

Показатели разнообразия эцидио- и уредоспоровых образцов гриба *Puccinia graminis* Pers f. sp. *tritici* Eriks et Henn в различных агроэкологических зонах Закавказья

Место сбора	Количество, шт		Среднее число	Доля редких
	изолятов морф (N)	морф (M)	морф (M ± Sm)	морф (h ± Sh)
Эцидиальная стадия				
Южно-Грузинское и Западно-Армянское нагорье	81	48	43,13 ± 1,61	0,101 ± 0,044
Центральные равнины и плоскогорья	113	64	55,71 ± 2,02	0,13 ± 0,042
Западное предгорье Большого Кавказа	18	15	14,48 ± 0,64	0,004 ± 0,047
Нагорный Карабах	51	42	40,83 ± 0,97	0,028 ± 0,025
Уредидиальная стадия				
Южно-Грузинское и Западно-Армянское нагорье	225	128	111,86 ± 2,83	0,126 ± 0,029
Центральные равнины и плоскогорья	59	46	43,83 ± 1,27	0,047 ± 0,031
Западное предгорье Большого Кавказа	47	36	34,58 ± 1,02	0,039 ± 0,032

Разнообразие образующихся фенотипов вызвано полиморфностью гриба по большинству локусов, контролирующих данный признак. Так, из 20 исследованных локусов у 14 наблюдалась полиморфность (70%) при средней гетерозиготности популяции, равной 40%. Однако, несмотря на высокую степень разнообразия комбинаций генов вирулентности в изолятах, были отмечены высокие значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена [10] для всех проанализированных пар выборок эцидио- и уредоспор сбора 1985 и 1986 гг., когда сравнивали частоты встречаемости генов вирулентности. При этом были получены значения коэффициентов корреляции от 0,83 до 0,99, что свидетельствует в пользу сходства выборок. Величины коэффициента детерминации ($d=r^2$) имеют также высокие значения с колебаниями в пределах от 0,69 до 0,98 и указывают на сходство между ними.

Определение сходства между выборками спор *P. graminis* f. sp. *tritici* по методу Л. А. Животовского [8, 9] проведено на суммарных данных 1985—1986 гг. Отдельно сравнивали частоты рас, выявленных в эти годы в каждой зоне, и фенотипов изолятов, определенных на линиях Маркиз, несущих дифференциально реагирующие Sg гены: 6, 7, 9в, 11, 13. При этом определено, что значения показателя сходства γ имеют величины от 0,001 до 0,889 при сравнении фенотипов и от 0,850 до 0,920 при сравнении рас, выявленных в регионах Южно-

Грузинского и Западно-Армянского нагорий, Центральных равнин и плоскогорий, Западного предгорья Большого Кавказа и Нагорного Карабаха. Для трех последних сравниваемых пар регионов сходство структур выборок спор математически доказуемо.

Таким образом, статистически подтверждается предположение о том, что в Закавказье, несмотря на географическую изоляцию некоторых районов, существует единая популяция гриба, ареал которой включает всю пшеницееющую территорию Советского Закавказья и, возможно, выходит за ее пределы.

Этот вывод имеет значение для развития дальнейших генетико-популяционных исследований гриба, т. к. позволяет обобщать закономерности и явления, наблюдаемые в отдельных районах.

Грузинский филиал ВНИИ фитопатологии

(Поступило 25.2.1988)

ფიტოპათოლოგია

ლ. სმირნოვა, ლ. მგელაძე, ზ. ნასკიდაშვილი, ე. როგოჟინა

Puccinia graminis Pers f. sp. *tritici* Eriks

სოკოს პოპულაციის ერთიანობის შესახებ ამიერკავკასიაში

რეზიუმე

ამიერკავკასიის სხვადასხვა აგროეკოლოგიურ ზონაში აღებული ხორბლის ღეროს ჟანგას გამომწვევი სოკოს *P. graminis* f. sp. *tritici* მრავალფეროვანი სპორების ნიმუშების ფენოლოგიურმა დაკვირვებებმა და სტატისტიკურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მიუხედავად ერთმანეთისაგან მთიანი რაიონებით იზოლაციისა, მოცემულ ტერიტორიაზე განვითარებულია ხორბლის ღეროს ჟანგას გამომწვევი სოკოს ერთიანი პოპულაცია. ეს დასკვნა წინასწარ განსაზღვრავს ამ ფიტოპათოგენისაგან ხორბლის დაცვის სტრატეგიას და გამძლეობის წყაროების გამოკვლევას.

PHYTOPATHOLOGY

L. A. SMIRNOVA, L. A. MGELADZE, Zh. G. NASKIDASHVILI, E. A. ROGOZHINA

ON THE UNITY OF THE POPULATION OF *Puccinia graminis*
PERS. F. SP. TRITICI ERIKS DEVELOPING IN THE
 TRANSCAUCASUS

Summary

According to the results of phenological observations and statistical virulence analysis of samples of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* spores formed in different zones of the Transcaucasus are proved to be unit, selfborned and independent population. This determines the main strategy for controlling wheat pathogen and using resistant sources in this region.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Шавлиашвили, И. А. Зедгвидзе, Ц. Г. Пейкришвили, Г. Б. Квиникадзе, М. И. Годжиашвили. Материалы сессии Закавказского совета по координации научно-исслед. работ по защите растений. Тбилиси, 1968, 71.
2. А. А. Бабалян, Д. Д. Саркисян. Тезисы сессии Закавказского совета по координации научно-исслед. работ по защите растений. Ереван, 1971.
3. П. С. Гараев. Тезисы сессии Закавказского совета по координации научно-исслед. работ по защите растений. Ереван, 1971.
4. Т. В. Пехотина. Автореферат канд. дисс. Баку, 1971.
5. О. Н. Цикаридзе. Автореферат канд. дисс. М., 1970.
6. Д. Д. Саркисян. Тезисы 8-й сессии Закавказского совета по координации научно-исслед. работ по защите растений. Ереван, 1977, 57.
7. Л. Х. Симонян, Д. Д. Саркисян. Тезисы 8-й сессии Закавказского совета по координации научно-исслед. работ по защите растений. Ереван, 1977, 61.
8. Л. А. Животовский. Общая биология, № 4, 1979.
9. Л. А. Животовский. Сб. «Генетика популяций», 1982, 33—44.
10. П. Ф. Рокницкий. Биологическая статистика. Минск, 1964.

В. М. МГЕЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПИТАНИИ БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА
HYPOPHthalmichtys molitrix valenciennes, 1844,
В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО БАССЕЙНА
(ГАМБУЗИАЛЬНИКА)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 27.7.1988)

Долгое время борьбу с комарами проводили сильнодействующими пестицидами. Однако длительное применение пестицидов привело к тому, что многие группы насекомых стали устойчивыми к действию этих ядов.

Существуют сообщения о фактах аккумуляции некоторых ядов в продуктах, потребляемых человеком в пищу, и загрязнения ими окружающей среды с отрицательным действием на биоценозы.

В этой связи вновь возрос интерес к биологическому методу борьбы, в частности к использованию гамбузии, которая высокоэффективна в полном уничтожении личинок комаров. Однако практика показала, что в заросших водоемах гамбузия не может быть эффективной, ибо сильная зарастаемость препятствует доступу гамбузии к месту концентрации личинок. Поэтому стали испытываться растительноядные рыбы.

Вопросу питания растительноядных рыб посвящены труды Е. В. Борудского [1], который, изучив белого толстолобика на р. Амуре, установил, что эта рыба является тигичным фитопланктофагом. К. Е. Бабаян [2] указал на питание белого толстолобика диатомовыми зелеными и сине-зелеными водорослями (низшая растительность).

В Грузинской ССР имеются материалы О. И. Цхомелидзе и Н. З. Беставашвили [3] по выращиванию прудовых и растительноядных рыб в оросительных водохранилищах и Р. О. Чхaidзе [4] по акклиматизации китайских рыб в условиях Грузии.

В 1984—1985 гг. нами проводились опыты с растительноядными рыбами (белым толстолобиком *Hypophthalmichtys molitrix Valenciennes, 1844*), завезенными из озера Джандари (Гардабанский район) в искусственный бассейн (гамбузиальник размером 24 м²). Размер рыб

был от 18 до 25 см, вес — от 500 до 700 г. Рыбы были расселены в отсеки гамбузиальника, каждый площадью 2 м², сильно заросшие неистическими лемнидами, водяной ватой и т. д.

Наблюдения проводились ежедневно. Систематически измерялась температура воды.

Результаты исследований показали, что водной растительностью рыбы начали питаться на 2—3-е сутки. Они очень пугливы (при очистке водоемов выскакивают из воды на высоту до 2 м над поверхностью). Наиболее интенсивное питание зарегистрировано в утренние и вечерние часы, температура воды равнялась 18—22°. В ветреную погоду рыбы изредка появлялись на поверхности воды. В условиях искусственного бассейна перезимовало лишь 25% рыб.

Для определения состава принятой пищи рыб вскрывали под бинокляром МБС-2 (6.X, 8.X, 12.X, 13.X 1984 г. и 10.IV, 20.V, 21.V, 23.V.1985 г.). При вскрытии рыб в кишечнике обнаруживалась только водная растительность.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что в условиях бассейна *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes* высокоэффективны, являются «санитарами» в очистке водной поверхности водоемов от неистических лемнид и тем самым создают благоприятные условия для уничтожения гамбузией преимагинальных фаз комаров.

НИИ медицинской паразитологии
и тропической медицины
им. С. С. Вирсаладзе

(Поступило 1.9.1988)

ენტომოლოგია

3. მშაღამე

ზოგადიროტი მონაცემი სქელუშულას — *HYPOPHTHALMICHTHYS
MOLITRIX VALENCIENNES*, 1844 კვების შესახებ ხელოვნური
აუზის პირობებში

რეზიუმე

1984—1985 წწ. ჩვენ შევისწავლეთ სქელუშულას კვება ხელოვნური აუზის პირობებში. გამოირკვა, რომ სქელუშულა ინტენსიურად იკვებება უმდაბლესი წყალმცენარეებით, რომლებიც ჭარბად იყო შემოსენებულ აუზში. ამგვარად, სქელუშულას გამოყენება წყალმცენარეებით მდიდარ წყალსატევებში ეფექტურია. ეს თეზი, ასუფთავებს რა წყალსატევს წყალმცენარეები-

საგან, ამით ხელს უწყობს გამბუზიას კოლოს მატლის წინააღმდეგ ბრძოლაში, რადგან კოლოს მატლის მჭამელ გამბუზიას უძნელდება წყალმცენარეებთან წყალსატევში მატლებთან მისვლა.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სქელშუბლას მოშენება სარწყავ და მსგავს სხვა წყალსატევებში.

ENTOMOLOGY

V. M. MGELADZE

SOME DATA ON THE NUTRITION OF FISH *HYPOPHTALMICHTYS MOLITRIX VALENCIENNES* 1844 UNDER CONDITIONS OF ARTIFICIAL WATER BASINS

Summary

A study of the nutrition of *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes* in an artificial water basin showed that the fish is intensively fed on lower water plants. The use of the mentioned variety in water basins is effective, since it cleans basins of water plants and thus creates favourable conditions for *Gambusia* which is used to eliminate the preimaginal phases of mosquito.

Therefore, it is advisable to grow *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes* in irrigation and other reservoirs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Беруцкий. Труды Амурской ихтиол. экспедиции, т. I, вып. II. М., 1950, 287—302.
2. К. Е. Бабаян. Рыбное хозяйство, № 12, 1962, 19—20.
3. О. И. Цхомелидзе, Н. З. Беставашвили. Сб. «Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Грузии». Тбилиси, 1976, 112—133.
4. Р. О. Чхаидзе. Труды ГрузНИРС, т. 12, 1967, 3—8.

ბ. კინწურაშვილი, ლ. ყურულაშვილი, ლ. კანკაბა

შინაური იხვის მარჯვენა საკვირცხის რეაქცია ემბრიონური ჰორმონის მოქმედებაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. ყურაშვილმა 13.10.1988)

მთელ რიგ ფრინველთა, მათ შორის შინაური იხვის ემბრიონული მარჯვენა საკვირცხე მარცენასაგან განსხვავებით ქერქს არ შეიცავს და მედულის სახითაა წარმოდგენილი. ბიოქიმიური, ჰისტოქიმიური და ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მარჯვენა საკვირცხე სტეროიდულად აქტიური ჯირკვალაა. სასქესო უჯრედების წარმოშობის თვალსაზრისით იგი რუდიმენტულ ჯირკვალს წარმოადგენს. მკვლევართა მიხედვით ემბრიოგენების ადრეულ სტადიაზე ეგზოგენური მდებარეობითი სასქესო ჰორმონის ზემოქმედებით შესაძლებელია მარჯვენა საკვირცხის ქერქის აღდგენა ანუ ჰიპერფემინიზაცია [1—3]. თუ როგორია ჰიპერფემინიზებულ მარჯვენა საკვირცხეში სასქესო უჯრედების მორფოფუნქციონალური მდგომარეობა, დასახელებულ ნაშრომებში აღწერილი არ არის.

წინამდებარე სამუშაოს მიზანია გამოვიკვლიოთ სასქესო უჯრედების მორფოდინამიკა სასქესო ჰორმონის ზემოქმედების შედეგად აღდგენილ შინაური იხვის მარჯვენა რუდიმენტული საკვირცხის ქერქში.

შინაური იხვის კვირცხის საჭეობო კამერაში ინკუბაციის მე-4 დღეს შევიყვანეთ 0,05 მგ ესტრადიოლ-დიბროპიონატის 0,1% ზეთის ემულსია. ჰისტომორფოლოგიურად გამოვიკვლიეთ საცდელი და საკონტროლო 26-დღიანი ემბრიონების და 5-დღიანი ჭუკების საკვირცხეები. მასალა დავაფიქსირეთ ბიქრომატ-მარმეავა-ფორმალინის ნარევეში. ანათლები შევღებეთ ჰემატოქსილინში ჰაიდენჰაინის წესით.

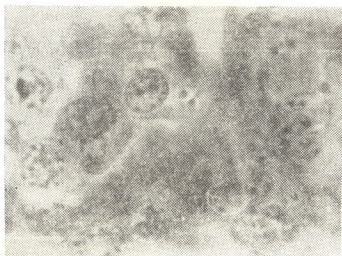


სურ. 1. 5-დღიანი ჭუკის მარცხენა და ჰიპერფემინიზებული მარჯვენა საკვირცხე

იხვის ემბრიონში ესტრადიოლ-დიბროპიონატის შეყვანის შედეგად, როგორც პრეპარატების ჰისტოლოგიური შესწავლით გამოვლინდა, მიღებულია

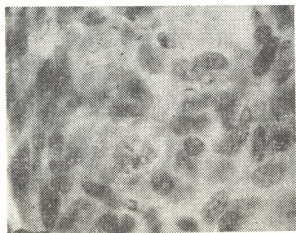
ჰიპერფემინიზაციის რამდენიმე შემთხვევა. ქერქი აღმოაჩნდა როგორც 26-დღიანი ემბრიონების, ისე 5-დღიანი ჭუკების მარჯვენა საკვერცხის, ქერქის განვითარების მიუხედავად ორივე გამოკვლეულ სტადიაზე მარჯვენა საკვერცხე გაცილებით პატარა ზომისაა, ვიდრე მარცხენა საკვერცხე (სურ. 1).

26-დღიანი ემბრიონის ჰიპერფემინიზებულ მარჯვენა საკვერცხეში ქერქი ბაზალური მემბრანით გამოყოფილია მედულისაგან. ქერქი შედარებით თხელია, ვიდრე ამავე ასაკის ემბრიონის მარცხენა საკვერცხეში. იგი შეიცავს ოოგონიების ბუდეებს. ბუდეში 2—4, ზოგ შემთხვევაში 8—10 ოოგონიაა. სასქესო უჯრედებს დიდი რაოდენობით ვნახულობთ საკვერცხის მედულაშიც. ისინი დიდი რაოდენობითაა როგორც ცალკეულად, ისე ბუდეების სახით. მარჯვენა საკვერცხის ქერქშიც და მედულაში მოთავსებულ ბუდეებში ზოგიერთი სასქესო უჯრედი ადრეული მეიოზური პროფაზის პრელეტონემის, ლეტონემის და ზიგონემის, რამდენიმე კი პაქინემის სტადიაზეა (სურ. 2).



სურ. 2. პრელეტონემის სტადიის ოოციტი 26-დღიანი ემბრიონის ჰიპერფემინიზებულ მარჯვენა საკვერცხეში

5-დღიანი ჭუკის ჰიპერფემინიზებულ საკვერცხის ქერქშიც სასქესო უჯრედები მეიოზური პროფაზის სხვადასხვა სტადიაზეა. 26-დღიანი ემბრიონისგან განსხვავებით მათი უმრავლესობა პაქინემის სტადიაზეა. შედარებით მცირე რაოდენობითაა ლეტონემის და ზიგონემის სტადიები. ქერქის ცენტრალურ უბანში აღინიშნება ადრეული დიპლონემის სტადიის ოოციტები დიდი ბირ-

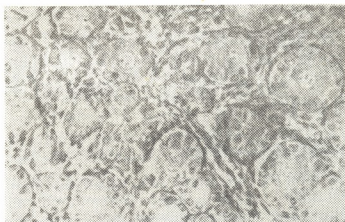


სურ. 3. ადრეული დიპლონემის სტადიის ოოციტი 5-დღიანი ჭუკის ჰიპერფემინიზებულ მარჯვენა საკვერცხეში

ყოფიერება, ნათელი ციტოპლაზმით და დიდი ბირთვებით (სურ. 3). საკვერცხის მედულაში გვხვდება ოვოგონიების ბუდეები. ბუდეში 3—4 ოვოგონიაა, ზოგჯერ 16 და მეტიც.

ჰიპერფემინიზებულ ქერქში სასქესო უჯრედების დიფერენცირების ტემპის შეფასების თვალსაზრისით საინტერესო შედეგები მოგვცა 5-დღიანი საკონტროლო რუკის მარცხენა საკვერცხის ქერქის სასქესო უჯრედებით მორფოფუნქციონალური მდგომარეობის გამოკვლევამ. მარცხენა საკვერცხის ქერქში ყველა სასქესო უჯრედი მეიოზურ პროფაზაშია შესული. ოვოციტების უმრავლესობა ფოლიკულების სახითაა. გვხვდება პატარა ზომის ფოლიკულები, რომელთა ფოლიკულური ეპითელიუმი ბრტყელი უჯრედებისაგან შედგება (ფოლიკულის განვითარების მცირე ზრდის პერიოდი), და დიდი ზომის ფოლიკულები, რომელთა ფოლიკულური ეპითელიუმის უჯრედები მოუწესრიგებლად და განლაგებული (ფოლიკულის განვითარების ნელი ზრდის პერიოდი) (სურ. 4).

საკონტროლო ფრინველების როგორც ემბრიონებში, ისე ჭუკებში მარჯვენა საკვერცხის მედულაში მოთავსებული უჯრედები ოვოგონიების სახითაა



სურ. 4. ფოლიკულები 5-დღიანი ჭუკის საკვერცხეში

[4]. ისინი ცალცალკე ან 3—4 უჯრედისაგან შემდგარი გროვების სახით გვხვდება. ოვოგონიები გამოირჩევა დიდი ზომის ნათელი ბირთვებით. ბირთვი შეიცავს ნაზ ქრომატინს და 1—2 ბირთვას. გამოჩეკის შემდეგ ოვოგონიების მნიშვნელოვანი ნაწილი დეგენერაციას განიცდის, ისე რომ 5-დღიანი ჭუკის მარჯვენა საკვერცხის მედულაში მათი რაოდენობა უმნიშვნელოა.

ამრიგად, საკონტროლო და საცდელი ფრინველების მარჯვენა საკვერცხეების შედარებითი შესწავლით ჩანს, რომ მარჯვენა რუდემენტულ საკვერცხეში სასქესო უჯრედები მთელ ემბრიონულ და ადრეულ პოსტემბრიონულ პერიოდში ოვოგონიების სახით რჩება. ჰიპერფემინიზებულ მარჯვენა საკვერცხეში ოვოგონიები გარდაიქმნება ოვოციტებად. სასქესო უჯრედების ბირთვული სტრუქტურები მეიოზურ გარდაქმნებს განიცდის და 5-დღიანი ჭუკის საკვერცხეში მეიოზური პროფაზის დიპლონემის სტადიამდე ვითარდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.10.1988)

ნ. ტ. კინჭურაშვილი, ლ. ი. ყურულაშვილი, ლ. ი. კანკავა

РЕАКЦИЯ ПРАВОГО ЯИЧНИКА НА ДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННЫХ
 ГОРМОНОВ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ДОМАШНЕЙ УТКИ

Резюме

Исследована морфодинамика половых клеток в гиперфеминизированном правом яичнике утки. Показано, что в отличие от правого рудиментарного яичника в гиперфеминизированном яичнике происходит трансформация оогониев в ооциты.

HISTOLOGY

N. T. KINTSURASHVILI, L. I. KURULASHVILI, L. I. KANKAVA

THE RESPONSE OF THE RIGHT OVARY TO THE ACTION OF
 EXOGENOUS HORMONES IN THE EMBRYOGENESIS OF THE
 DOMESTICATED DUCK

Summary

Morphology of hyperfeminized sex cells of the right ovary of the domesticated duck were studied. It is shown that in contrast to the right rudimentary ovary in the hyperfeminized one there occurs the transformation of oogoniums into oocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Em. Wolff, M. Pinot. Arch. anat. micr., et morphol. exptl. 50, 4, 1961.
2. X. Менгер. ДАН СССР, т. 133, № 5, 1960.
3. ნ. კინჭურაშვილი, ლ. კანკავა. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკად. შრომები, 101, № 3, 1981.
4. P. Angelova, J. Jordanov. Folia anat. jugosl., 4, 1, 1975.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. К. ГОГИЧАДЗЕ, Н. Н. КАЧАРАВА

СУБМИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХОНДРОЦИТОВ
В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ СТАФИЛОКОККОВОГО ТОКСИНА
НА ФОНЕ ОБЩЕГО ПЕРЕГРЕВАНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 16.2.1988)

Температурные условия, в которых протекают те или иные процессы жизнедеятельности, характер и закономерность влияния температуры окружающей среды на живой организм привлекают внимание специалистов самых различных областей науки [1]. Нахождение человека в условиях перегревания приводит к ослаблению защитных сил организма и к повышению восприимчивости к возбудителям инфекции.

На сегодняшний день вопрос о влиянии высокой температуры внешней среды на микроструктурные и гистохимические особенности тканей опорно-двигательного аппарата изучен недостаточно [2]. Наиболее лабильной структурой представляется эпифизорная хрящевая пластинка, в которой гистохимические сдвиги уже в первые сроки эксперимента сочетаются с микроструктурными изменениями, что в дальнейшем во многих случаях может привести к деструкции ткани.

Цель данного исследования заключалась в изучении действия стафилококкового токсина O_{15} на ткани опорно-двигательного аппарата при общем перегревании организма.

Опыты ставили на 100 неполовозрелых беспородных белых крысах-самцах весом 100—120 г. Животным вводили токсин стафилококка O_{15} в область бедра. Количество введенного α -токсина равнялась $1/3$ минимальной летальной дозы. Материал от животных брали под эфирным наркозом в начале эксперимента, т. е. в 1-й день, затем на 5-й, 7-й, 14-й, 21-й день и в конце срока эксперимента, т. е. на 30-й день.

Хрящ декальцинировали в 0,1 М растворе трилона Б, содержащего 4%-й раствор глутаральдегида (рН 7,4). После промывки в 0,1 М фосфатном буфере (рН 7,4) проводили постфиксирование в 2%-ном растворе четырехокиси осмия (60 мин). После последующей промывки в фосфатном буфере материал обезвоживали в растворах спиртов восходящей концентрации: 30, 50, 70, 96 и 100° и в ацетоне. Далее проводили инфильтрирование материала в смеси ацетона и эпона, а затем в чистом эпоне. После этого кусочки материала заключали в эпон-812. Ультратонкие срезы толщиной в 500—700 А приготавливали на ультрамикротоме «Tesla 490 А». Срезы контрастировали т. н. двойным способом — в уранил-ацетате и цитрате свинца. Ультратонкие срезы просматривали и фотографировали в электронном микроскопе «Tesla БС-500» при инструментальном увеличении 3000—50000.

Электронно-микроскопическое изучение хондроцитов при сочетанном действии стафилококкового токсина и общего перегревания организма показало, что в 1-й день после начала эксперимента в хрящевом матриксе наблюдаются хондроциты с ядром сферической формы, со значительными инвагинациями ядерной мембраны. Цитоплазма этих клеток бедна органеллами. В окружающей хондроциты хрящевой ткани отмечаются тонкие коллагеновые фибриллы (протофибриллы), которые ориентированы в одном направлении. В сравнении с 1-м днем на 5-й день после гипертермии в сочетании с токсином деструктивные изменения в хрящевой ткани выражены более интенсивно. Ядерно-цитоплазматическое отношение в хондроцитах высокое, ядра продолговатой или неправильной формы со множеством незначительных инвагинаций ядерной мембраны. Гетерохроматин расположен вдоль ядерной мембраны в виде сплошной каймы (рис. 1). Цитоплазма хондроцитов электроноплотная; за исключением рибосом, бедна

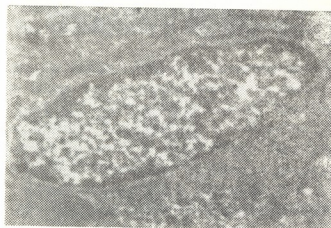
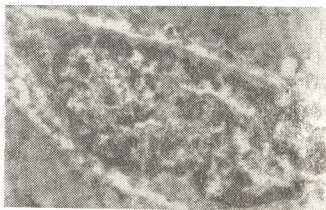


Рис. 1. 5-й день. Хрящ. Хондроцит с ядром продолговатой формы.

Ув. 7000

органеллами, порой выявляются структуры шероховатого эндоплазматического ретикулума, которые, как известно, ответственны за синтез белковых продуктов. Окружающий эти клетки хрящевой матрикс, а также сами клетки нередко значительно вакуолизированы. Коллагеновые фибриллы хряща, как правило, тоньше, чем в костной ткани. Обычно их диаметр составляет 10—100 нм.

Рис. 2. 30-й день. Хрящ. Хондроцит с ядром продолговатой формы и гетерохроматином, локализованным вдоль ядерной мембраны. Ув. 5000



На 14-й день после гипертермии и введения токсина в сравнении с 5-м днем прогрессивные изменения в отношении деструктивных из-

менений в хрящевой ткани не отмечаются. Хондроциты по своей морфологии существенно не отличаются от аналогичных клеток, выявляемых на 5-й день после гипертермии и введения токсина. В общем органеллы хондроцитов схожи с органеллами фибробластов, которые, как и хондроциты, секретируют компоненты волокнистого и аморфного межклеточных веществ. На 21-й и 30-й день после начала опыта в хрящевой ткани вместе с основным веществом и пучками коллагена наблюдаются хондроциты, имеющие ядро сферической или продолговатой формы с инвагинациями ядерной мембраны. Гетерохроматин в этих клетках локализован вдоль ядерной мембраны (рис. 2). Ядрышки выявляются редко. В цитоплазме, за исключением структур эндоплазматического ретикулума и рибосом, органеллы обнаруживаются в незначительном количестве. Отмечена вакуолизация окружающего данные клеточные элементы матрикса.

Таким образом, электронно-микроскопическое изучение материала показало, что в первые дни после введения крысам стафилококкового токсина в сочетании с гипертермией в структуре хряща и в хондроцитах отклонения от нормы не наблюдаются. Первые признаки деструктивных изменений появляются на 5-й день после введения токсина. Сходные изменения имеют место и на 30-й день после начала опыта.

Научный центр
 травматологии и ортопедии
 МЗ ГССР

(Поступило 18.2.1988)

მასპერმიენტული მედიცინა

ბ. გოგიჩაძე, ნ. კახარავა

ქონდროციტების სუბმიკროსკოპული თავისებურებების შესწავლა
 ორბანიზმის საერთო გადახურებისა და სტაფილოკოკური ტოქსინის
 ზემოქმედების პირობებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტული მასალის ელექტრონულმიკროსკოპიული შესწავლის
 საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ საერთო გადახურება სტაფი-
 ლოკოკური ტოქსინის ზემოქმედებასთან ერთად. ორგანიზმზე, კერძოდ, ხრტი-
 ლოვან უჯრედებზე ახდენს დამაზიანებელ, მპაროლონგირებელ გავლენას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. K. GOGICHADZE, N. N. KACHARAVA

SUBMICROSCOPIC PECULIARITIES OF CHONDROCYTES ON
 EXPOSURE TO STAPHYLOCOCCUS TOXIN AGAINST THE
 BACKGROUND OF GENERAL OVERHEATING IN THE EXPERIMENT

Summary

Electron microscopical study of the experimental data warrants the con-
 clusion that general overheating combined with the action of staphylococcus

toxin on the organism and, in particular, on cartilaginous cells bring about destructive and prolonged changes in the organism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. В. Гудушаури, Б. М. Тогоидзе, Л. Р. Гонгадзе, Н. Н. Качарава, Р. М. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 102, № 3, 1981, 713—716.
2. Ф. Ф. Султанов. Гипертермия (компенсация и недостаточность). Ашхабад, 1978.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. В. АХВЕЛИАНИ, Ц. И. АБАКЕЛИЯ, Д. И. ДУГЛАДZE,
И. С. ЦОМАЯ, М. А. БЕКАУРИ

НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА
С ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ПРИ
ИМПЛАНТАЦИИ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГЕПАТОЦИТОВ
НОВОРОЖДЕННЫХ ДОНОРОВ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 14.3.1988)

С целью выяснения механизма действия имплантированных клеток печени новорожденного донора решено было изучить неспецифическую реактивность организма реципиентов до и после имплантации ИГН, применив высокочувствительные гематологические и цитохимические методы [1—3].

На 20 собаках обоего пола ОПН была моделирована одночасовой тотальной ишемией печени с последующим восстановлением только артериального кровотока (Мисра, 1977). ИГН доноров получали ферментно-механическим способом. Свежеприготовленные ИГН доноров имплантировали в брюшную полость взрослым реципиентам сразу же после окончания ишемии в количестве 1 млн. клеток на 1 кг веса животного.

Неспецифическую реактивность организма реципиентов оценивали путем определения фагоцитарной активности лейкоцитов (ФАЛ): с помощью фагоцитарного индекса (ФИ) и фагоцитарного показателя (ФП), количества лейкоцитов, участвующих в фагоцитозе, и количества зафагоцитированных микробов, индекса завершенности фагоцитоза (ИЗФ). Изучали также осмотическую резистентность лейкоцитов (ОРЛ) по методу Сторти. Ферментативную активность митохондриальных ферментов α -глицерофосфатдегидрогеназы (α -ГФДГ) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в лимфоцитах определяли по методу Р. П. Нарцисова (1969). Активность пероксидазы в нейтрофилах изучали методом Грехем—Кноля, содержание гликогена — по Шабашу, липидов — по Мак-Манусу, выводя средний цитохимический коэффициент (СЦК). Определяли количество лейкоцитов и состав лейкоцитарной формулы.

Исследования проводили до моделирования ОПН, сразу же после окончания ишемии, до имплантации ИГН, через 24—48 часов после имплантации и каждые последующие 5 суток в течение 1 месяца.

Проведенные исследования показали, что сразу же после окончания ишемии резко достоверно снижались все изученные нами показатели. Исключение составляли повышение пероксидазной активности нейтрофилов и относительный нейтрофилез со сдвигом влево. Через 24 часа после имплантации ИГН доноров показатели относительной активности дегидрогеназ достоверно повышались по сравнению с окончанием ишемии, оставаясь ниже исходных (рис. 1). Во все последующие сроки наблюдения относительная активность этих ферментов продолжала нарастать и к 15-му дню приблизилась к исходной. Примеча-

тельно, что на 5-й день обычное соотношение $\frac{\alpha\text{-ГФДГ}}{\text{СДГ}} < 1$ претерпело инверсию, поэтому в этот срок наблюдения $\frac{\alpha\text{-ГФДГ}}{\text{СДГ}} > 1$.

Учитывая, что α -ГФДГ и СДГ отражают генез метаболических сдвигов в лимфоцитах, а последние являются «энзиматическим зеркалом», точно отображающим истинное состояние реактивности организма, по характеру изменения активности этих ферментов можно судить об эффективности имплантации ИГН доноров реципиентам с

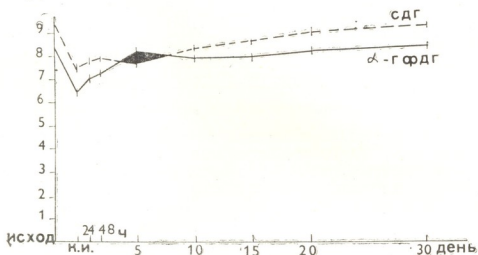


Рис. 1. Изменение ферментативной активности α -ГФДГ и СДГ лимфоцитов у реципиентов с ОПН при имплантации им ИГН доноров

ОПН. Полученная на 5-й день инверсия и, следовательно, преобладание окисления глицерофосфата над сукцинатом, по литературным данным, не характерны для нормального ферментативного статуса лимфоцитов [4, 5] и свидетельствуют о резком увеличении энергетических потребностей, что позволяет судить о наиболее раннем признаке перестройки активности организма реципиентов.

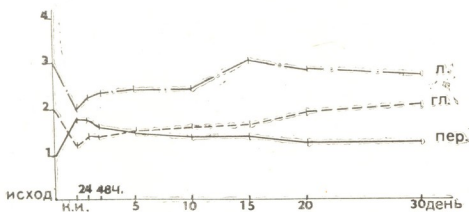


Рис. 2. Изменение СЦК гликогена, липидов и пероксидазы нейтрофилов у реципиентов с ОПН при имплантации им ИГН доноров

Изменения в последующие сроки активности пероксидазы в нейтрофилах, очевидно, связано с торможением перекисного окисления кислорода в связи с недостаточным расходом фермента. Учитывая, что гликоген и липиды являются важнейшим энергетическим ресурсом клетки, участвующей в фагоцитозе, снижение их СЦК (рис. 2) указывает на недостаточный биосинтез этих веществ. Посте-

пленное снижение пероксидазной активности, по нашему мнению, может происходить за счет активации процессов в нейтрофилах — повышения концентрации перекиси водорода, обладающей бактерицидным действием и способностью окислять токсины и метаболиты. Примечательно, что при этом в нейтрофильных лейкоцитах исчезает токсическая зернистость, а лейкоциты постепенно восстанавливают способность синтезировать определенное количество гликогена и липидов.

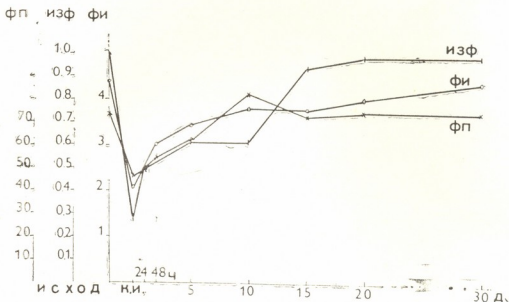


Рис. 3. Изменение показателей ФАЛ (ФИ, ФП и ИЗФ) у реципиентов с ОПН при имплантации им ИГН доноров

Динамика изменений ФАЛ (рис. 3) свидетельствует о том, что, очевидно, одним из факторов угнетения ФАЛ является нарушение метаболизма лейкоцитов, в частности снижение содержания гликогена и липидов и повышение активности пероксидазы, тем более что после имплантации ИГН ФАЛ постепенно нормализуется одновременно с активацией метаболизма в клетках.

Наблюдаемое нами снижение ОРЛ, вероятно, связано с нарушением функции лейкоцитарной мембраны и поэтому вполне может влиять на обмен веществ в лейкоцитах.

Резкий нейтрофилез со сдвигом влево лейкоцитарной формулы и лимфопения отмечались через 24 часа после имплантации ИГН с нормализацией в последующие сроки в течение месяца.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что модель ОПН, полученная 1-часовой тотальной ишемией печени, вызывает резкое снижение неспецифической реактивности организма, о чем свидетельствуют вышеуказанные изменения всех изученных параметров. Имплантация ИГН доноров реципиентам с ОПН эффективно корригирует нарушение неспецифической реактивности организма, что выражается в постепенной, в течение 1 месяца, нормализации функциональных и цитохимических изменений в лейкоцитах. Наиболее рано на этот положительный эффект указывают α -ГФДГ и СДГ лимфоцитов, что представляется значительным для раннего выявления эффективности лечения ОПН.

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
им. К. Д. Эристави
МЗ ГССР

მ. ახვლედიანი, ც. აბაკელია, დ. დუგლაძე, ი. ცომაია, მ. ბეკაური

ორბანიზმის არასპეციფიკური რეაქტიულობა ღვიძლის მწვავე უკმარისობის დროს ახალშობილი დონორების იზოლირებულ ჰეპატოციტების იმპლანტაციის შედეგად

რეზიუმე

ღვიძლის მწვავე უკმარისობის ექსპერიმენტული მოდელი უკვე 1-საათიანი იშემიის ბოლოს იწვევს ორბანიზმის არასპეციფიკური რეაქტიულობის მკვეთრ დაქვეითებას. ახალშობილი დონორის ღვიძლის იზოლირებულ ჰეპატოციტების იმპლანტაცია კი ხელს უწყობს არასპეციფიკური რეაქტიულობის აღდგენას. ერთი თვის განმავლობაში ნორმას უბრუნდება ლეიკოციტების რაოდენობა, ლეიკოციტური ფორმულის შემადგენლობა და ლეიკოციტების შესწავლილი ფუნქციური და მეტაბოლური თვისებები. ყოველივე ეს კი მოწმობს ღვიძლის მწვავე უკმარისობის სამკურნალოდ ახალშობილი დონორის იზოლირებული ჰეპატოციტების იმპლანტაციის ეფექტურობას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. V. AKHVLEDIANI, Ts. I. ABAKELIA, D. I. DUGLADZE, I. S. TSOMAYA,
M. A. BEKAURI

NONSPECIFIC REACTIVITY OF THE RECIPIENTS WITH ACUTE HEPATIC FAILURE IN IMPLANTATION OF THE ISOLATED HEPATOCTES OF NEWBORN DONORS

Summary

The experimental model of acute hepatic failure in adult recipients causes, at the end of just 1 hr ischemia, a sharp decrease of nonspecific reactivity of the organism. The implantation of isolated hepatocytes of newborn donors successfully corrects these disturbances resulting in gradual, within 1 month, improvement of functional metabolic shifts of the recipients' leukocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. С. Каглиан. Автореферат канд. дисс. М., 1972.
2. Р. П. Катасова. Автореферат. канд. дисс. М., 1974.
3. М. В. Ахвლედიანი, М. К. Зявриева, Ш. Д. Хананашвили. Материалы конф. молодых медиков Грузии. Бакуриани, 1987, 330.
4. Г. М. Лъвицина, П. К. Комиссарова. Пробл. гемат. и пер. крови, т. 26, № 10, 1981, 24—28.
5. Г. М. Лъвицина, Ю. М. Зарецкая. Иммунология, № 6, 1980, 20—23.



თ. შაპრაშვილი

ერიტროციტების ზოგიერთი მორფოლოგიური თავისებურებების
შესახებ ათეროსკლეროზის დროს

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. ზურაბაშვილმა 13.4.1988)

ათეროსკლეროზით დაავადებულთა რიცხვი უკანასკნელ წლებში განუზრეკლად იზრდება. სიკვდილის მიზეზთა შორის მის გართულებებს პირველი ადგილი უკავია მიუხედავად აღნიშნული ნოზოლოგიის ასეთი გავრცელებისა, მისი ეტიოლოგია და პათოგენეზი არასაკმაოდაა შესწავლილი, აქედან მკურნალობაც პალატიური ხასიათისაა.

დღეისათვის სისხლის ფორმიან ელემენტთა შესწავლას ათეროსკლეროზის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ჩვენი გამოკვლევების მიზანი იყო ერითროციტების სტრუქტურული თავისებურებების შესწავლა ათეროსკლეროზის დროს. ამას უდავოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს აღნიშნული დაავადების პათოგენეზის სწორად გაგებაში, რაც თავის მხრივ კლინიციუსტს დაეხმარება მკურნალობის სწორი მეთოდის შერჩევაში.

შესწავლილია გ. ი. დ-ის (სტაბილური სტენოკარდია III—IV ფუნქციური კლასი, პოსტინფარქტული კარდიოსკლეროზი) 40 შემთხვევა და თავის ტვინის სისხლძარღვების ათეროსკლეროზის 15 შემთხვევა მკურნალობამდე და ნიტრატებით, Ca^{2+} -ის ანტაგონისტებით, C და B ჯგუფის ვიტამინებით მკურნალობის შემდეგ. მიღებული შედეგები შედარებულია საკონტროლო მასალასთან (15 პრაქტიკულად ჯანმრთელი პირი).

გ. ი. დ-ის აღნიშნული ფორმებით და თავის ტვინის სისხლძარღვების ათეროსკლეროზით დაავადებულთა ერითროციტების სტრუქტურული თავისებურებების შესწავლისას მათ შორის დამაჯერებელი სხვაობა არ აღინიშნებოდა, რის გამოც მიღებული შედეგები მოგვყავს ერთად.

სისხლის ნაცხებს ვაფიქსირებდით ნეიტრალურ ფიქსატორში, ვღებავდით ანდრესის მეთოდით. ვიკვლევდით სინათლის, პოლარიზაციულ-ინტერფერენციულ, ლუმინესცენტურ მიკროსკოპებში. ელექტრონული მიკროსკოპისათვის სისხლს ვიღებდით ვენიდან, ვაფიქსირებდით 2,5%-იან გლუტარალდეჰიდში ბუფერზე და ვაწარმოებდით დავერცხლას. ერითროციტების მემბრანას ვიკვლევდით ლაზერული დიფრაქტომეტრით. ათეროსკლეროზით დაავადებულის სისხლის პლაზმის მოქმედების თავისებურებას დონორის ერითროციტებზე ვსწავლობდით ქსოვილოვანი კულტურის მეთოდით. შედეგები დამუშავებულია ვარიაციულ-სტატისტიკურად.

აღნიშნულია, რომ მკურნალობამდე სისხლში მომატებულია პათოლოგიურად შეცვლილი ერითროციტების რაოდენობა, აღინიშნება უჯრედი „ჩრდილები“. $9,16 \pm 0,14\%$ (ნორმა $0,65 \pm 0,03\%$) და „სამიზნისებური“ ერითროციტები $11,66 \pm 0,41\%$ (ნორმა $2,45 \pm 0,09\%$), აკანტოციტები $3,8 \pm 0,17\%$ ($1,01 \pm 0,03\%$). ერითროციტები, რომელთა მემბრანაზეც აღინიშნება გამონაზარდები, „დაკბილული“ უჯრედები შეადგენს $25,2 \pm 1,01\%$ -ს (ნორმა $6,74 \pm 0,2\%$). შეცვლილია ერითროციტების ზომებიც — 8 მკმ-ზე მეტი დიამეტრის უჯრედები შეადგენს $25,4 \pm 0,8\%$ -ს. „ჩრდილების“ სისქეა $1,25$.

$10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა $1,3 \cdot 10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ), „სამიზნისებური“ უჯრედების სისქე შეადგენს $2,0 \cdot 10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა $1,3 \cdot 10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ), ხოლო დანარჩენი უჯრედების სისქეა $2,4 \cdot 10^{-4} \pm 0,06 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა $2,1 \cdot 10^{-4} \pm 0,06 \cdot 10^{-4}$ სმ). „ჩრდილების“ საშუალო დიამეტრია $9,0 \cdot 10^{-4} \pm 0,2 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა $8,6 \cdot 10^{-4} \pm 0,2 \cdot 10^{-4}$ სმ), „სამიზნისებური“ ერთროციტებისა $7,8 \cdot 10^{-4} \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა — $7,7 \cdot 10^{-4} \pm 0,09 \cdot 10^{-4}$ სმ) დანარჩენი ერთროციტებისა კი $7,85 \cdot 10^{-4} \pm 0,2 \cdot 10^{-4}$ სმ (ნორმა $7,5 \cdot 10^{-4} \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ სმ). საინტერესოა, რომ გარდა ერთროციტების შემუშებვისა, მათში აღინიშნება მშრალი ნაშთის შემცირებაც. „ჩრდილების“ მშრალი ნაშთი შეადგენს $34,1 \cdot 10^{-12} \pm 1,3 \cdot 10^{-12}$ გ (ნორმა $41,1 \cdot 10^{-12} \pm 1,2 \cdot 10^{-12}$ გ), „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $60,8 \cdot 10^{-12} \pm 2,3 \cdot 10^{-12}$ გ (ნორმა $64,1 \cdot 10^{-12} \pm 2,6 \cdot 10^{-12}$ გ), დანარჩენი ერთროციტებისა კი $66,39 \cdot 10^{-12} \pm 2,6 \cdot 10^{-12}$ გ (ნორმა $98,6 \cdot 10^{-12} \pm 3,3 \cdot 10^{-12}$ გ). თითქმის არ იცვლება მშრალი ნაშთის კონცენტრაცია უჯრედებში — „ჩრდილებში“ შეადგენს $0,89 \pm 0,03$ გ/სმ³ (ნორმა $0,87 \pm 0,03$ გ/სმ³), „სამიზნისებურ“ უჯრედებში $1,0 \pm 0,04$ გ/სმ³, (ნორმა $0,95 \pm 0,04$ გ/სმ³), დანარჩენ ერთროციტებში კი $0,9 \pm 0,03$ გ/სმ³, (ნორმა $1,5 \pm 0,05$ გ/სმ³). იცვლება უჯრედების ოპტიკური თვისებებიც. ოპტიკურ გზათა სხვაობა „ჩრდილებისათვის“ შეადგენს $137,0 \cdot 10^{-8} \pm 4,1 \cdot 10^{-8}$ სმ (ნორმა $133,1 \cdot 10^{-8} \pm 4,2 \cdot 10^{-8}$ სმ), „სამიზნისებური“ უჯრედებისათვის $120,4 \cdot 10^{-8}$ სმ, $\pm 3,9 \cdot 10^{-8}$ სმ (ნორმა $119,4 \cdot 10^{-8} \pm 3,6 \cdot 10^{-8}$ სმ), დანარჩენი უჯრედებისათვის $104,2 \cdot 10^{-8} \pm 4,0 \cdot 10^{-8}$ სმ (ნორმა $96,1 \cdot 10^{-8} \pm 3,2 \cdot 10^{-8}$ სმ).

აღნიშნულ ცვლილებებს განიცდის დონორის ერთროციტები ათეროსკლეროზით დაავადებულის პლასმით ზემოქმედების შემდეგ ქსოვილოვან კულტურაში. პათოლოგიურად შეცვლილი ერთროციტების რაოდენობაა: 15 წთ-ზე კულტივაციის დასაწყისიდან $40,2 \pm 1,6\%$, 30 წთ-ზე $45,8 \pm 1,8\%$, 60 წთ-ზე $55,8 \pm 2,3\%$, 2 სთ-ზე $70,2 \pm 2,9\%$ 6 სთ-ზე $68,4 \pm 2,5\%$, 9 სთ-ზე $90,1 \pm 3,0\%$. ერთროციტ — „ჩრდილების“ რაოდენობა 15 წთ-ზე შეადგენდა $10,1 \pm 0,4\%$, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა კი $18,4 \pm 0,5\%$, 30 წთ-ზე შესაბამისად $14,8 \pm 0,4\%$ და $25,2 \pm 0,7\%$, 60 წთ-ზე $8,2 \pm 0,2\%$ და $19,9 \pm 0,7\%$, 2 სთ-ზე — $8,2 \pm 0,3\%$ და $10,1 \pm 0,36\%$, 3 სთ-ზე $5,2 \pm 0,1\%$ და $11,6 \pm 0,4\%$, 6 სთ-ზე $7,2 \pm 0,3\%$ და $12,7 \pm 0,5\%$, 9 სთ-ზე $1,1 \pm 0,03\%$ და $2,4 \pm 0,05\%$.

მასკანირებულ ელექტრონულ მიკროსკოპში ერთროციტების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ მათი მემბრანა დაკლაკნილია, ზოგან სუსტად კონტურირებული. ელექტრონოგრაფებზე მათი დიფრაქციის სიდიდე იყო საშუალოდ $2,1 \pm 0,06$ (ნორმა $0,7 \pm 0,02$) სმ, თუმცა ზოგიერთ ადგილას აღინიშნებოდა ბევრად უფრო მაღალი დიფრაქციის დონე. ზოგიერთი ერთროციტის მემბრანაზე აღინიშნებოდა განშტოებანი, რომელზედაც, ისევე როგორც „გახლეჩილ“ უჯრედებზე და შეუცვლელ ერთროციტებზე, თითქმის მუდმივად იყო „უცნობი ბუნების ნაწილაკები“ და თრომბოციტები. ანალოგიური ცვლილებები მიღებულია in vitro. 15 წთ-ზე აღნიშნული ერთროციტები იყო $40,2 \pm 0,9\%$, 30 წთ-ზე $85,9 \pm 1,9\%$, 1 სთ-ზე $20,1 \pm 0,8\%$, 2 სთ-ზე $22,2 \pm 0,8\%$, 3 სთ-ზე $10,2 \pm 0,5\%$, 6 სთ-ზე $9,8 \pm 0,4\%$, 9 სთ-ზე $8,2 \pm 0,4\%$.

ზოგიერთი ერთროციტის ზედაპირზე აღინიშნებოდა ნაკეციები. ისინი არაერთგვარია მთელ სიგრძეზე, სიგანეზე, ხშირად დაკბილულია. ლუმინესცენტურ მიკროსკოპში ნაკეცის კიდეს ჰქონდა მუქი შავი შეფერვა.

ქსოვილოვან კულტურაში აღინიშნებოდა სიმპლასტები, რომელთა მაქსიმალური რაოდენობა 8 სთ-ისათვის აღწევს $11,2 \pm 0,5\%$ -ს.



მკურნალობის შემდეგ პათოლოგიურად შეცვლილი ერთროციტების რაოდენობა $20,6 \pm 0,93\%$, აკანტოციტებისა $2,4 \pm 0,14\%$, „ჩრდილების“ რაოდენობა $4,86 \pm 0,19\%$, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $7,92 \pm 0,28\%$, დანარჩენი ერთროციტებისა კი $87,22 \pm 1,54\%$. ერთროციტების საშუალო დიამეტრია $7,7 \cdot 10^{-4} - 0,1 \cdot 10^{-4}$ სმ, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $7,8 \cdot 10^{-4} \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ სმ, „ჩრდილებისა“ $8,7 \cdot 10^{-4} \pm 0,2 \cdot 10^{-4}$ სმ. 8 მკმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე ერთროციტების რაოდენობა მცირდება $18,1 \pm 0,6\%$. მცირდება ერთროციტების სისქეც $2,3 \cdot 10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ, „ჩრდილებისა“ $-1,2 \cdot 10^{-4} \pm 0,04 \cdot 10^{-4}$ სმ, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $-2,0 \cdot 10^{-4} \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$ სმ. ნორმას უახლოვდება მშრალი ნაშთის შემცველობაც $-71,52 \cdot 10^{-12} \pm 2,8 \cdot 10^{-12}$ გ, „ჩრდილებისა“ $-35,2 \cdot 10^{-12} \pm 1,4 \cdot 10^{-12}$ გ, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $-63,2 \cdot 10^{-12} \pm 2,4 \cdot 10^{-12}$ გ. მშრალი ნაშთის კონცენტრაციაა $0,93 \pm 0,03$ გ/სმ³, „ჩრდილებისა“ $-0,9 \pm 0,04$ გ/სმ³, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $-1,1 \pm 0,04$ გ/სმ³. ნორმას უახლოვდება ერთროციტების ოპტიკური თვისებებიც. ოპტიკურ გზათა სხვაობა მკურნალობის შემდეგ შეადგენს $100,7 \cdot 10^{-8} \pm 3,1 \cdot 10^{-8}$ სმ, „ჩრდილებისა“ $-136,1 \cdot 10^{-8} \pm 4,1 \cdot 10^{-8}$ სმ, „სამიზნისებური“ უჯრედებისა $121,2 \cdot 10^{-8} \pm 3,8 \cdot 10^{-8}$ სმ. მკურნალობის შემდეგ ერთროციტების მემბრანის დიფრაქცია შეადგენს $1,17 \pm 0,04$ სმ-ს.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად შეიძლება ითქვას, რომ მკურნალობამდე ერთროციტები შესუბუხულია, მათში შემცირებულია მშრალი ნაშთი, იცვლება ოპტიკური თვისებები, რაც მიუთითებს ციტოპლასმის მდგომარეობაზე. იცვლება ასევე უჯრედების მემბრანის თვისებები. მკურნალობის შემდეგ, რემისიისას, ზემოთ მოყვანილი პარამეტრები ნორმას უახლოვდება, მაგრამ მას მთლიანად არ უბრუნდება. მცირდება ასევე პათოლოგიურად შეცვლილ ერთროციტების რაოდენობა.

პათოლოგიურად შეცვლილი ერთროციტთა რაოდენობის მომატება ათეროსკლეროზის დროს [1] და მათი ფორმისა და ზომის [2] შეცვლა აუარესებს მიკრორეოლოგიას. ერთროციტების აღნიშნული ცვლილებები შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ათეროსკლეროზის დროს ირღვევა ნივთიერებათა სინთეზი, რაც იწვევს ერთროციტების მემბრანის ქიმიური შემადგენლობის შეცვლას. ამას ემატება მათ მემბრანაზე იმუნური კომპლექსების ადსორბცია. ათეროსკლეროზის დროს აუტოანტიგენის როლს ათეროგენული ლიპოპროტეიდები ასრულებს [3]. ერთროციტის მემბრანა კი საუკეთესო ადსორბენტია იმუნური კომპლექსებისათვის. გამორიცხული არ არის, რომ აღნიშნული ცვლილებები გამოიწვიოს სპეციფიკური ანტიგენმა, რომლის არსებობაზე უკანასკნელ წლებში მრავალი ავტორი მიუთითებს [4—6].

საქ. სსრ ჯანდაცვის სამინისტრო
 3. ასათიანის სახელობის ფსიქიატრიის
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 21.4.1988)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. Ш. ШАБУРИШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ
 ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ

Резюме

Исучены мазки крови (эритроциты) больных и. б. с. (стабильная стенокардия III—IV ф. к., постинфарктный кардиосклероз) — 40 слу-

часов и атеросклерозом церебральных сосудов — 15 случаев и до и после лечения Ca^{2+} -антагонистами, витаминами С и группы В.

При названной патологии изменяется форма, диаметр, толщина, сухой вес, концентрация, оптические свойства клеток. Изменения касаются и мембран. После лечения вышеперечисленные показатели возвращаются к норме, но не достигают ее полностью.

Высказывается предположение, что причиной подобных изменений может быть нарушение синтеза веществ при атеросклерозе и изменение химического состава мембран, а также адсорбция на них иммунных комплексов. Не исключается возможность наличия специфического антигена.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. Sh. SHABURISHVILI

ON SOME MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF ERYTHROCYTES AT ATHEROSCLEROSIS

Summary

The erythrocytes of the patients with atherosclerosis (55 cases) were studied before and after the treatment (during the remission) using different morphological methods and in vitro. The results obtained showed that during the mentioned pathology the form, diameter, thickness, dry weight, concentration and optical properties of the cells are changed. The membranes also undergo changes. After the treatment the above mentioned indices come back to normal ones but do not reach them in full.

It is assumed that the reason for such changes might be the disturbance of the substance synthesis at atherosclerosis and the changes of the chemical composition of membranes as well as the absorption of the immunocomplexes on them. The possible presence of the specific antigen is not excluded.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Ерхина и др. Невропатология и психиатрия, № 7, 1987, 995—1001.
2. В. А. Люсов и др. Кардиология, № 1, 1987, 86—88.
3. А. Н. Климов. Иммунореактивность и атеросклероз. Л., 1986.
4. Дж. И. Забриски, М. А. Ингл, Г. Виларид. Клиническая иммунология сердца. М., 1984.
5. E. P. Benditt. Beitr. Pathol., 1976, 158, № 4, 405—416.
6. T. A. Pearson, Y. M. Dillman, K. Solez, R. H. Heptinstabl. Circulation Res, 1978, 43, № 1, 10—18.

Д. О. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕРНОЙ
 СТОЯНКИ ОРТВАЛА-КЛДЕ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 29.6.1988)

Пещера Ортвала-кзде расположена в северной части карстовой области Верхне-Имеретского плато на территории с. Ргани (Чиатурского р-на Грузинской ССР) в ущелье р. Черула на высоте 530 м над уровнем моря. Раскопки пещеры ведутся археологической экспедицией Государственного музея Грузии под руководством Д. М. Тушабрамишвили [1, 2]. Выделено 9 культурных слоев, из которых 1—2 датируются позднелеолитической эпохой, остальные — мустьерской. Им соответствуют 11 литологических слоев, из которых 1-й, гумусированный, в настоящее время снят, а 8-й является стерильным. Палинологическое изучение отложений разреза мощностью 4 м, вскрытого в приходовой части пещеры, проводилось автором данной статьи на основе анализа 17 образцов. По карте современной растительности, леса Верхней Имеретии относятся к северо-колхидскому варианту смешанных широколиственных пород, которые характеризуются большим участием в них дуба и граба [3]. В настоящее время лесной покров сильно нарушен в результате деятельности человека. Взятая у входа в пещеру поверхностная проба четко отображает современную растительность окружающей территории, в частности преобладание зарослей лещины. Зафиксировано большое количество пыльцы сосны, явно заносной, а присутствие ели — результат пыльцевой продуктивности искусственных насаждений.

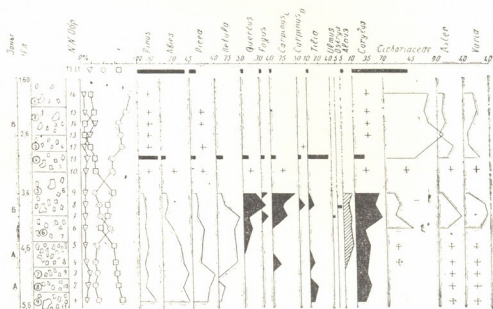


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма

На диаграмме (рис. 1) выделены 3 спорово-пыльцевых зоны и одна подзона. Зона А (соответствующая культурным слоям № 9—7) ха-



рактируется абсолютным преобладанием пыльцы древесных пород, в которых доминируют темнохвойные — *Abies* (34—45%) и *Picea* (10—43%), в меньшем количестве имеются *Pinus*, *Corylus*, *Tilia*. Доля пыльцы травянистых растений низкая, определены следующие семейства: *Cichoriaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Gramineae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Liliaceae*. Споры представлены семейством *Polypodiaceae*, в частности, отмечены *Polypodium serratum* и *Polypodium vulgare*.

Подзона А₁ (стерильный 8-й слой) в принципе повторяет картину предыдущей зоны А. Однако здесь, наряду с темнохвойными, отмечается большое количество пыльцы березы (30—37%).

В зоне Б (культурные слои 6—5) фиксируется уравнение соотношения между остатками древесных и травянистых растений. Среди древесных в значительном количестве появляются широколиственные породы: довольно высоко содержание пыльцы дуба (до 32%), граба (до 48%) и лещины (63%). Отмечаются также грабинник, ольха, бук, вяз, хмелеграб. К верхним слоям замечается резкое сокращение доли темнохвойных и березы. Что касается травянистых, то, кроме вышеуказанных, появляются *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Plantaginaceae*. Среди спор папоротников определены споры *Polypodium dryopteris spinulosa*.

Зона В (культурные слои 4—1) характеризуется абсолютным преобладанием пыльцы травянистых растений, в частности, доля пыльцы семейств *Cichoriaceae* достигает 70—80% общего состава спектра. В меньшем количестве встречаются представители семейств *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Dipsacaceae*, *Apiaceae*, *Valerianaceae*, *Cruciferae*. Остатки древесной растительности в достаточном количестве для подсчета процентов сохранились только в одном образце (№ 11), в котором преобладает пыльца липы. В остальных пробах древесные представлены единичными зёрнами. Среди спор отмечаются папоротники, в частности *Polypodium serratum*, а также *Ophioglossum vulgatum*.

Интерпретируя спорово-пыльцевые спектры, можно прийти к выводу, что во время образования культурных ослов № 9—7 и последующего стерильного слоя пещеру окружали сплошные темнохвойные леса, состоящие из пихты и ели. Присутствие спор папоротника (*Polypodium vulgare*), типичного обитателя елово-пихтовых лесов [4], также подтверждает такой вывод. Довольно высокое содержание пыльцы березы в стерильном слое показывает близость субальпийского пояса.

В настоящее время на Кавказе произрастает по одному виду ели и пихты: *Picea orientalis* и *Abies porsuomaniana*. Современное гипсометрическое положение данного пояса колеблется от 1400 до 2000 м [5]. Спорово-пыльцевые спектры, отвечающие последующим слоям, показывают смену лесных ценозов. Эдификаторами становятся широколиственные породы, которые в верхних слоях почти полностью вытесняют темнохвойные. Развиваются смешанные широколиственные леса, где доминантами являлись дуб и граб. Произрастает также папоротник *Polypodium dryopteris spinulosa*, обычно развивающийся в дубовых и смешанных (с преобладанием дуба) лесах [6]. На фоне общего развития широколиственных лесов несколько неожиданно высокое содержание в образцах № 6—7 пыльцы березы. Однако нам кажется, что этот показатель не отражает реальной картины растительного покрова. Следует отметить также, что в отложениях рассматриваемой спорово-пыльцевой зоны отмечается самое высокое содержание фосфата (0,88%). Так, например, в нижних слоях он достигает 0,09%, а в верхних — 0,2%, что, возможно, является результатом ин-

тенсивного освоения человеком пещеры (ср. [6]), подтверждаемого также археологическими данными [1, 2].

Довольно сложной является интерпретация данных для верхней части разреза. Спорово-пыльцевые спектры не кажутся адекватными с реально окружающей растительностью. Абсолютное преобладание пыльцы сложноцветных можно объяснить способностью сохранения их пыльцы при неблагоприятных условиях захоронения. Вместе с тем, появление в образце № 13 типичного лесного эпифита *Polypodium serratum* [8] заставляет с сомнением отнестись к мысли о вероятном существовании в этот период открытых ландшафтов. Можно предполагать, что был нарушен почвенный покров и происходила деградация лесного полога. В целом наши исследования показывают, что во время заселения пещеры мустьерским человеком стоянка находилась в поясе темнохвойных лесов и к моменту образования стерильного слоя оказалась в непосредственной близости с субальпийским поясом. В это время высотные пояса по сравнению с современным положением были смещены вниз минимум на 800—1000 м. Примерно аналогичная ситуация засвидетельствована также в отложениях мустьерских слоев Ахштырской пещеры, исследователи которой смещение высотных поясов связывают криогигратической стадией оледенения [4].

Учитывая современную экологию видов *Abies nordmanniana* и *Picea orientalis*, климатические показатели метеостанций, расположенных в районах их современного распространения, сравнение с современным климатом Чхатарского р-на, можно заключить, что во время образования литологических слоев № 11—8 климат предгорной полосы Западной Грузии был холодным и влажным. Тогдашние температуры воздуха были по сравнению с современными значительно ниже, а в количестве атмосферных осадков не было резкого отличия. Становление суровых природных условий заставило человека оставить пещеру, чем и объясняется образование стерильного слоя. В дальнейшем во время вторичного заселения и наиболее интенсивной жизни пещера находилась в поясе широколиственных лесов. Климатические условия существенно смягчались и были близки к современным.

Таким образом, впервые в разрезах пещерных стоянок предгорной полосы Западной Грузии на основе палинологического анализа довольно четко зафиксирована существенная миграция высотных поясов в мустьерскую эпоху.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти Багратиони

(Поступило 30.6.1988)

პალინოლოგია

დ. ლორთქიფანიძე

ორთვალა კლდის მღვიმის ნალექების პალინოლოგიური კვლევის
შედეგები

რეზიუმე

პალინოლოგიური ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ მუსტიერული ადამიანის მიერ ორთვალა კლდის მღვიმის ათვისების დროს წიწვოვანი ტყეების ზონა 800—1000 მეტრზე იყო დაწეული. იმ დროს პაერის ტემპერატურები თანამედროვე მაჩვენებლებს მკვეთრად ჩამოუვარდებოდა, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა კი ნიშნულს აღემატებოდა არ განსხვავდებოდა. შემდგომში მუსტიერული ადამიანის ხელმოვრედ დასახლება ემთხვევა ბუნებრივი პირობების მკვეთრ გაუმჯობესებას.



D. O. LORDKIPANIDZE

RESULTS OF PALYNOLOGICAL STUDIES OF THE ORTVALA-KLDE
CAVE DEPOSITS

Summary

Palynological analyses show that during the formation of №№ 9—7 Mousterian and sterile layers vegetation belts descended at approximately 800—1000 m. The temperature index was considerably lower than the contemporary one. As for the amount of precipitations, it was approximately the same. Later on the return of the Mousterian people to the cave was related to a milder climate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Тушабрамишвили. Сб. «Археологические экспедиции Государственного музея Грузии», вып. VII. Тбилиси, 1980, 5—18.
2. Д. М. Тушабрамишвили. Сб. «Археологические экспедиции Государственного музея Грузии», вып. VIII. Тбилиси, 1984.
3. Э. В. Сохадзе. Труды Ин-та географии им. Вахушти. Тбилиси, 1959, 135—153.
4. Е. А. Векилова, В. П. Гричук, З. П. Губонина и др. Сб. «Археология и палеогеография раннего палеолита Крыма и Кавказа». М., 1978.
5. В. З. Гулисашвили, Л. Ё. Махатадзе, Л. И. Прилипко. Растительность Кавказа. М., 1975.
6. В. П. Гричук, М. Х. Монозон. Определитель однолучевых спор папоротников из семейства Polypodiaceae R. Вг., произрастающих на территории СССР. М., 1971.
7. Т. Ф. Кулькова, В. П. Любни. В кн.: «Кударские пещерные палеолитические стоянки». М., 1980, 45—50.
8. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа. М., 1948.



М. В. ЭСАКИЯ

КОМПЛЕКСНЫЙ РЕЧЕВОЙ АКТ КАК ОСОБОЕ СРЕДСТВО ЭСПРЕССИВНОГО СИНТАКСИСА

(Представлено академиком Ш. Б. Дзидзури 15.6.1988)

Объектом данной статьи является особый тип речевого акта (РА), в структуру которого входят два подакта: подакт адресанта и подакт адресата. Рассматривать такую структуру как единое целое позволяет то, что она и в плане содержания передает единую смысловую и экспрессивную информацию, и в плане выражения является когерентной. Т. о., подобная конструкция РА может рассматриваться как РА комплексного типа.

Рассмотрим случаи функционирования подобных речевых актов на материале диалогов, взятых из учебных пособий, а также из художественной литературы.

Обратимся к следующему примеру:

—I came for one week. Ha ha.

—At least more interesting than teaching?

—And better paid ([1], с. 87).

Первый подакт рассматриваемого нами РА представляет собой репрезентатив-дедуктив (предположение), директив-реквестив (побуждение к ответу) и экспрессив (выражение иронии) [2, 3]. Второй же подакт является репрезентативом-констативом (имплицитно) и репрезентативом-эвидентивом (эксплицитно), т. к. одновременно представляет собой подтверждение предположения, высказанного в подакте адресанта, и выражение собственной дополнительной информации. Т. о., в данном случае первый и второй подакты могут быть рассмотрены как единица, содержащая ЭСИ (экспрессивно-содержательную информацию). В целом данный РА представляет собой репрезентатив-констатив и экспрессив. Прием констелляции (присоединения) способствует, во-первых, созданию эмоционального эффекта, а во-вторых, является средством компрессии.

Следующий пример:

—They knew that he'd been to prison.

—...and nobody, nobody at all wanted to give him a job, naturally
([4], с. 78)

отличается от предыдущего тем, что РА в нем разделен симметрично по двум подактам.

Если в предыдущем примере РА состоял из вопросно-ответной конструкции, вторая часть которой, к тому же, содержала дополнительную информацию, то РА второго примера представляет собой конструкцию с причинно-следственной связью.

Подакт адресанта и подакт адресата представляют собой репрезентатив-констатив. К этому же типу относится и весь речевой акт в целом.

Рассмотрим еще один тип разбираемого нами речевого акта:

—And this is the official biography?

—The official fiction, he amended ([5], с. 6).

В данном случае анализируемый нами тип РА представляет собой вопросно-ответную конструкцию, но, в отличие от описанного выше, второй подакт в нем является отрицательным ответом и несет информацию, поправляющую то, что было высказано в подакте адресанта. Этот подакт является репрезентативом-дедуктивом, директивом-реквестивом и экспрессивом, а подакт адресата содержит репрезентатив-констатив. В целом анализируемый речевой акт представляет собой репрезентатив-констатив и экспрессив, т. к. передает единую ЭСИ, что и служит объединению двух подактов в один РА.

В отличие от приведенных выше примеров, поверхностная связь между двумя подактами достигается в данном случае не при помощи союза *and*, т. е. не на уровне синтаксиса, а лексически (при помощи глагола *to amend*).

Рассмотрим еще один пример расчлененного речевого акта:

—People and money, Mrs. Tinck, I said. What a happy place the world would be without them.

—And sex, said Mrs. Tinck ([6], с. 18).

В данном случае РА состоит из подактов: адресанта — репрезентатива-констатива и экспрессива — и адресата — репрезентатива-эвиденitiva. В целом РА является репрезентативом-констативом и экспрессивом. Речевой акт в этом примере разделен между подактами несимметрично, т. к. второй подакт только уточняет СИ первого, являясь одним из элементов перечисления. Подакты соединены союзом *and*, что, как и в предыдущих примерах, свидетельствует о положительной реакции адресата на речевой акт говорящего.

Примером распределения перечисления по разным подактам речевого акта может служить и следующий отрывок диалога:

—Seventy years of ambushes and betrayals, of booby traps and deceptions.

—And of fun, I put in ([5], с. 37).

Обратимся к рассмотрению еще одной разновидности комплексно-го речевого акта:

—You... shall... answer... for... that.

—Before God? Are you so sure you will have His ear in the world to come?

For the first time in their relationship, Sarah smiled at Mrs. Poulteney: a very small but a knowing, and a telling smile ([7], с. 212).

Специфика данного речевого акта состоит в том, что подакт адресата, являясь продолжением речевого акта адресанта, представляет собой утоняющий вопрос. При этом подакт адресанта — это директив-суггестив и экспрессив, а подакт адресата — репрезентатив-дедуктив, директив-реквестив и экспрессив (ирония). В целом рассматриваемый речевой акт является директивом-суггестивом (предположение) и экспрессивом.

Следует обратить внимание на функционирование глагола *to smile*, стоящего на стыке речевой деятельности и деятельности человека вообще по своему значению. В данном случае подакт адресата представляет собой продолжение подакта адресанта, а мимика (улыбка) героини отражает ее отношение к сказанному.

Обратимся к следующему примеру:

- How old he looks! was my first comment.
 —Old enough to be his children's grandfather.
 —And infantile enough, at fifty-six, to be Katy's baby boy ([5], с. 9).

Данный речевой акт состоит из двух подактов, находящихся в отношениях противопоставления (антитеза). И первый из них, и второй — это репрезентативы-констативы и экспрессивы. В целом — это речевой акт репрезентатив-констатив. Подакты в нем соединены союзом *and*, что подчеркивает объединенность их в один РА, а также положительную коннотацию, содержащуюся в подакте адресата по отношению к подакту адресанта. Т. о., данный образец антитезы отличается от обычных типов тем, что контрастирующие ее части принадлежат адресату и адресанту диалога.

В результате проделанных наблюдений можно заключить, что речевой акт может состоять из подактов, распределенных между адресантом и адресатом. Такой тип речевого акта сам по себе является экспрессивным синтаксическим средством; общность подактов подчеркивается единством передаваемой экспрессивно-смысловой информации. Комплексный речевой акт может представлять из себя: вопросно-ответную конструкцию, эллиптические предложения, утвердительно-вопросительную конструкцию, перечисление, антитезу. На семантическом уровне подакты, входящие в подобный речевой акт, соединяются союзом *and*, что в большинстве случаев выражает положительную реакцию адресата на сказанное. Комплексный речевой акт в большинстве случаев является репрезентативом-констативом.

Тбилисский государственный институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 2.9.1988)

ენათმეცნიერება

8. მსაკია

რთული სამეტყველო აქტი როგორც ექსპრესული სინტაქსის
განსაკუთრებული ხერხი

რეზიუმე

განხილულია რთული სამეტყველო აქტი, რომელიც ექსპრესული სინტაქსის განსაკუთრებულ ხერხად მიიჩნევა.

LINGUISTICS

M. V. ESAKIA

A COMPLEX SPEECH ACT AS A PECULIAR MEANS OF EXPRESSIVE SYNTAX

Summary

The paper deals with a complex speech act which is regarded as one of the means of expressive syntax.

ՀՈՅՈՅԵՑՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Fowles. *The Ebony Tower*. Moscow, 1980.
2. Е. И. Беяева. *Филологические науки*, № 3, 1987. 64—69.
3. J. Searle. A Classification of Illocutionary Acts. In: *Language in Society*, 1977, №5.
4. *Kernel Lessons Plus. Teacher's Book. A post-intermediate Course*, Harlow, 1982.
5. A. Huxley. *The Genius and the Goddess*. London, 1987.
6. I. Murdoch. *Under the Net*. New York, 1977.
7. J. Fowles. *The French Lieutenant's Woman*. London, 1985.



УДК 609.463
1—561.7

ენათმეცნიერება

3. სპრბია

ტექსტის ძირითადი ფუნქციონალური ტიპები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 30.8.1988)

ტექსტის ლინგვისტიკაში აზრთა სხვადასხვაობაა მეტყველების სახეების შესახებ.

მეტყველების სახეებით დაინტერესებული იყო სტილისტიკა, ტექსტოლოგია, რიტორიკა, ლიტერატურის თეორია, თითოეული მათგანი თავისი თვალსაზრისით უყურებდა მეტყველების ტიპებს. დღეისათვის მეტყველების ტიპების გარკვევით დაინტერესებულია ისეთი დისციპლინები, როგორცაა თანამედროვე კომუნიკაციის თეორია, პრაგმატიკა, ლინგვოლინგვისტიკა, მეტყველების თეორია, მაგრამ დღემდე ვერცერთმა ვერ მოგვცა კლასიფიკაციის ერთიანი სისტემა.

სპეციალისტებს შორის საყოველთაოდ არის გავრცელებული ლ. ვიგოტსკის აზრი, რომ „მეტყველება არის აზრის სიტყვად გადაქცევის პროცესი, აზრის მატერიალიზაცია და ობიექტივიზაცია სიტყვაში“ [1].

მართალია, მეტყველების ძირითად ფორმებად მიჩნეულია თხრობა, აღწერა და მსჯელობა, მაგრამ გამოყოფენ მათ, ასე ვთქვათ, დამატებით ფორმებსაც, ისეთებს, როგორცაა: დინამიკური აღწერა, ცნობა, დახასიათება, ინტერპრეტირება, მტკიცება. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ თხრობა, აღწერა, მსჯელობა მეტყველების ფორმათა ინვარიანტებს წარმოადგენს, ხოლო მათი ემოციონალურად გადამუშავებული ვარიანტებია მოთხრობა, ცოცხალი აღწერა და შთაბეჭდილებათა გადაცემა.

არსებობს მეტყველების სახეების სემიოტიკური გაგებაც, რომლის მიხედვითაც დაწერილი ტექსტის ტიპი მიიჩნევა მეტყველების სახედ. ცნობილი სემიოტიკი მორისი გამოყოფს ტექსტის 16 სახეს (რომელიც გაგებულია მეტყველების 16 სახედ), მათ შორის მეცნიერულს, მხატვრულს, პოლიტიკურს, იურიდიულს და სხვ. პეტეფი და რიზერი გამოყოფენ მეტყველების (ტექსტის) შემდეგ სახეებს: თხრობას, ცნობას, მტკიცებას, მსჯელობას, არგუმენტაციას, დასაბუთებას.

რ. ლონგარი გაარჩევს მეტყველების 16 სახეს, რომელთა შორის დასახელებულია მოთხრობა წარსულზე, წინასწარმეტყველება, ქება, მობოდიშება და სხვ.

ფართოდ არის გავრცელებული ვ. შმიდტისა და ვ. შტოკის შეხედულება, რომლის მიხედვითაც გამოიყოფა მეტყველების ორი სახე — ინფორმირება და აქტივიზირება, საპასუხო რეაქციის გამოწვევა. ავტორებს დაკონკრეტებულს აქვთ მათი რეალიზაციის საკომუნიკაციო საშუალებები (*).

სემიოტიკებს მეტყველება და ტექსტი ესმით როგორც დაპირისპირებულთა ერთიანობა [2].

(* მეტყველების სახეების შესახებ ეს ინფორმაცია აღებული გვაქვს ო. მოსკალკაიას წიგნიდან [4, გვ. 57—59].

6. სერკოვა ზეფრაზულ მთლიანობას მიიჩნევს ფუნქციონალურ-სამეტყველო ერთეულად [3].

ო. მოსკალსკაია მეტყველების სახეებად მიიჩნევს ცნობას, მსჯელობას, განზრახვას. ცნობისათვის ნიშანდობლივად მოსკალსკაია მიიჩნევს ამბების გავრთიანებულ ჩამოთვლას მათ დროულ თანმიმდევრობაში; მსჯელობისათვის დამახასიათებლად — რიტორიკულ კითხვებს, დეფინიციებს, წინადადებათა შორის იმპლიკატურ და ანტიიმპლიკატურ კავშირს, ხოლო განზრახვისათვის ნიშანდობლივია ინფინიტიკის ფორმები ბრძანებასა და ინსტრუქციაში, აღრესატის განსაზღვრულობა და განუსაზღვრელობა [4].

ტექსტის ფუნქციონალური ტიპების შესახებ საუბარია ლ. ლოსევას [5], ს. გინდინის [6], კ. დოლინის [7] და სხვათა ნაშრომებში, მაგრამ განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ო. ნეჩაევას მონოგრაფია [8], სადაც ავტორი გამოყოფს მეტყველების სამ ფუნქციონალურ-აზრობრივ ტიპს: აღწერითს, თხრობითს და მსჯელობითს. ამ ძირითადი სამი ტიპის გარდა, ნეჩაევა გამოყოფს აგრეთვე მათ კონტამინირებულ ფორმებს. მეტყველების ტიპები ნეჩაევას მიაჩნია ზეფრაზულ სტრუქტურულ-ენობრივ ერთეულებად.

ჩვენ ვიზიარებთ ო. ნეჩაევას აზრს და გამოვყოფთ მეტყველების სამ ძირითად ფუნქციონალურ ტიპს: აღწერითს, თხრობითს და მსჯელობითს, აგრეთვე მათ კონტამინირებულ ფორმებს.

აღწერითია ტექსტი, სადაც ჩამოთვლილია ნიშან-თვისებები, თავისებურებანი და ამ გზით დახასიათებულია რაიმე მოვლენა, საგანი, პერსონაჟი. აღწერითი ტექსტი შეიძლება იყოს პეიზაჟული (მოქმედების ადგილის აღწერა) ან პორტრეტული (მოქმედი გმირის გარეგნული აღწერა) და სხვ.

თხრობას განეკუთვნება ტექსტი, სადაც საუბარია ამბის, მოვლენის განვითარების, მათი თანმიმდევრობის შესახებ.

მსჯელობით ტექსტში გვაქვს მიზეზ-შედეგობრივი კონსტრუქციები, კითხვები, მოდალური სიტყვები, ავტორისეული შეფასება. ასეთ ტექსტში ნათლად გამოიკვეთება სამი ნაწილი: ა) თეზისი, ბ) მტკიცება და გ) დასკვნა.

კონტამინირებული ტექსტი მაშინ გვაქვს, როცა ერთ ტექსტში ერთმანეთს ენაცვლება აღწერა და თხრობა, აღწერა და მსჯელობა, თხრობა და მსჯელობა. ტექსტის ეს სახე არც თუ იშვიათია, რადგან აღწერა იქნება თუ თხრობა ან მსჯელობა, ავტორი ვერ იკავებს თავს და გამოთქვამს თავის შეხედულებას, შეფასებას, გამოაქვს დასკვნა. ერთი სიტყვით, გვიჩვენებს მოდალურ დამოკიდებულებას იმისადმი, რაზედაც საუბარია აღწერის, თხრობის თუ მსჯელობის დროს.

გამოთქმული დებულებების საილუსტრაციო მაგალითების (ტექსტების) მოხმობა აქ ვერ ხერხდება. მაგრამ ფაქტია, რომ ახალი ქართული მხატვრული სალიტერატურო ენის მასალა საამისოდ საუცხოო ნიმუშებს გვაძლევს.

ა. ს. პუშკინის სახელობის სახელმწიფო
 პედაგოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიღა 15.9.1988)

ЛЪЗЫКОЗНАНИЕ

В. А. СЕРГИЯ

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ТЕКСТА

Резюме

В лингвистике текста по этому вопросу мнения расходятся. Основными функциональными типами текста мы считаем описание, по-

вестование, суждение и их контаминированные формы, существование которых подтверждают данные нового грузинского художественного литературного языка.

LINGUISTICS

V. A. SERGIA

THE MAIN FUNCTIONAL TYPES OF THE TEXT

Summary

The problem under consideration causes controversy in linguistics. It is suggested in the paper that the main functional types of the literary text are description, narration, reasoning and contamination of these forms. Their existence in the literary text is supported by data of the standard Georgian literary language.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Выготский. Мышление и речь. М., 1956.
2. Е. В. Сидоров. Сб., Текст. Высказывание. Слово. М., 1983.
3. Н. И. Серкова. Сверхфразовое единство как функционально-речевая единица. М., 1968.
4. О. И. Москальская. Грамматика текста. М., 1981, 60.
5. Л. М. Лосева. Как строится текст. М., 1980.
6. С. И. Гиндин. Изв. АН СССР, серия литературы и языка, т. 3, № 4, 1977.
7. К. А. Долинин. Интерпретация текста. М., 1985.
8. О. А. Печаяева. Функционально-смысловые типы речи. М., 1975.



ФИЛОЛОГИЯ

Ц. И. ДЖИМШЕЛЕИШВИЛИ

К ВОПРОСУ О ЯЗЫКОВЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОВЕСТИ
 В. Г. КОРОЛЕНКО «В ДУРНОМ ОБЩЕСТВЕ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Цицишвили 9.6.1988)

Из всех произведений Короленко повесть «В дурном обществе» («Дети подземелья»), пожалуй, наиболее популярна. На грузинский язык перевод выполнен Р. Кебуладзе.

Не претендуя на полноту анализа языковых средств в небольшой статье, мы сочли необходимым остановиться на двух наиболее употребительных в данной повести языковых фигурах — иронии и оксюмороне. Использование этих фигур интересно прежде всего потому, что наглядно демонстрирует нам своеобразие авторской манеры Короленко.

Характерно, что уже в самом начале повествования четко ограничивается область применения данных фигур в произведении.

Приведем первые два абзаца повести:

«Моя мать умерла, когда мне было шесть лет. Отец, весь отдавшись своему горю, как будто совсем забыл о моем существовании. Он ласкал мою сестру и по-своему заботился о ней, потому что в ней были черты матери. Я же рос, как дикое деревце в поле, — никто не окружал меня особенной заботливостью, но никто и не стеснял моей свободы».

«Местечко, где мы жили, называлось Княжье-Вено, или, проще, Княж-городок. Оно принадлежало одному *захудалому*, но гордому польскому роду и представляло все типические черты любого из мелких городов юго-западного края, где, среди тихо струящейся жизни, тяжелого труда и мелко-суетливого еврейского гешефта, доживают свои печальные дни *жалкие останки гордого панского величия*» ([1], с. 7) (курсив везде мой. — Ц. Д.).

Из приведенных отрывков видно, что ирония и оксюморон не появляются там, где ведется повествование о настоящем горе, настоящей жизни. Оксюморонные сочетания зато в изобилии присутствуют во втором абзаце — там, где повествуется о жизни, строящейся на ложных ценностях, на показном, на превратных понятиях о гордости и величии. Надо заметить еще одно обстоятельство. Фигуры, о которых идет речь, появляются сразу, как только в повести речь заходит о городе. Город будет выступать в повести как оплот ложных ценностей, извращенных понятий. Город будет выдавать за верные суждения, то, что представляется оксюмороном, на чем лежит отпечаток жесткой иронии автора.

Характерно, что само описание города начинается с оксюморона: «Если вы подъезжаете к местечку с востока, вам прежде всего бросается в глаза *тюрьма, лучшее архитектурное украшение города*» ([1], с. 7). В дальнейшем описание строится так, что читатель облегченно вздыхает, только попав за пределы города. Вот как заканчивается описание: «Вонь, грязь, кучи ребят, ползающих в уличной пыли. Но вот еще минута — и вы за городом. Тихо шепчутся березы над могилами кладбищами, да ветер волнует хлеба на нивах и звенит унылою, бесконечно песней в проволоках придорожного телеграфа» ([1], с. 8).

Итак, город с его «лучшим украшением» сам предстает перед нами захлой тюрьмой, из которой хочется как можно скорее вырваться на вольный воздух.

За пределами города остаются «трубы» двух зданий — замка и часовни. Замок — хранитель страшных и величественных старинных преданий — первоначально сам предстает перед читателем величественным и ужасным, царящим над городом, наводящим на него ужас. «Живет в замке — эта фраза стала выражением крайней степени нищеты и *гражданского падения*» ([1], с. 10—11).

Замок — убежище истинно несчастных, последнее пристанище для обездоленных, и, пока это так, описание замка остается предельно срезным, даже торжественным. Однако город со своими понятиями, со своими мерками наступает на замок и завоевывает его, изгоняя оттуда истинное несчастье. Описание «похода» города буквально усыпано ироническими фигурами и оксюморонными сочетаниями: «Однако настали дни, когда среди этого общества, ютившегося под кровом седых руин, возникло разделение, пошли раздоры. Тогда старый Януш, бывший некогда одним из мелких графских «официалистов», выхлопотал себе нечто вроде *владельческой хартии* и захватил *бразды правления*. Он приступил к преобразованиям, и несколько дней на острове стоял такой шум, раздавались такие вопли, что по временам казалось, уж не турки вырвались из подземных темниц, чтобы отомстить утеснителям. Это Януш сортировал население развалин, *отделял овец от козлиц*. Овцы... *помогали* Янушу *изгонять несчастных козлиц*... Оказалось что переворот имел решительно *аристократический характер*» ([1], с. 11).

Итак, оксюморон и ирония сопровождают город, где бы он ни появился. «Аристократические нищие» принимаются городом как свои, не как гражданские изгон, а как непремная, необходимая принадлежность города. Да и действительно, между ними нет и не может быть противорчий: у них одинаковые понятия о жизненных ценностях. Они одинаковы в своей жестокости, в своем неприятии чужого, в черствости, в невозможности проявления хоть капли сочувствия к чужому горю. Оксюморон и ирония здесь точно соответствуют субъективной окрашенности повествования и объективным свойствам того, о чем повествуется.

Для рассказчика, который ребенком наблюдал это «завоевание», замок теряет всю свою привлекательность, потому что потерял свою таинственность и инстинкт своей и только своей жизни. Замок стал тем городом, который душит мальчика. Вот как, используя иронические фигуры, показывает автор это превращение: «*Встретив меня на другой день вблизи острова, Януш стал звать меня к себе, уверяя* с довольным видом, что теперь «сын таких почтенных родителей» смело может посетить замок, так как найдет в нем *вполне порядочное общество*» ([1], с. 13). В данном случае фигура иронии проявляется в контексте — это с гордостью говорит нищий о нищих.

Использование иронии дает автору возможность показать превосходство над горожанами даже такой «победной головушки», как пан Туркевич. «Начать с того, что, не справляясь ни у кого об утверждении, он сразу произвел себя в генералы и требовал от обывателей соответствующих этому званию почестей. Так как никто не смел оспаривать его права на этот титул, то вскоре пан Туркевич совершенно проник и сам верой в свое величие. Выступал он всегда очень важно, грозно насупив брови и обнаруживая во всякое время полную готовность сокрушить кому-нибудь скулы, что, по-видимому, считал необходимой прерогативой генеральского звания. Если же по временам его беззаботную голову посещали на этот счет какие-либо сомнения, то, изловив на улице первого встречного обывателя, он грозно спрашивал:

— Кто я по здешнему месту? а?

— Генерал Туркевич, — смиренно отвечал обыватель, чувствовавший себя в затруднительном положении» ([1], с. 19).

Надо заметить, что в словах струсившего обывателя заключается ситуативный оксюморон, ибо генералом он называет нищего, достигшего «крайней степени нищеты и гражданского падения» ([1], с. 11).

Таким образом, нищие из часовни, отверженные, оказываются людьми, вызывающими так или иначе интерес всего города, единственными живыми людьми, о жизни которых есть что сказать. Обыватели же города представлены в толпе, они как бы взаимозаменяемы, становятся как бы принадлежностью города и сами по себе ничего не значат.

Замок, потеряв своих жителей, становится частью города. Единственным местом, сохраняющим свою таинственность и романтичность, остается часовня. Интересно, что и легенды о прошлом начинают связываться в повести уже с часовней, а не с замком. Именно к часовне и ее обитателям тянется чуткое сердце мальчика, отвернувшееся раз и навсегда от замка после того, как туда пришел город. Естественное, что город осуждает эту тягу к «темным личностям». И как всегда сопровождающая отношение города к чему бы то ни было, в повествовании появляется ирония.

С того момента, как автор переходит к изображению взаимоотношений мальчика со своим семейством и с обществом часовни (особенно с Валеком и Марусей), ирония и оксюморон исчезают из повествования. Оно окрашивается то лирическими, то трагическими тонами, то мягким юмором. И этот довольно резкий интонационный перепад настраивает соответствующим образом читателя, который понимает, что теперь с ним говорят об истинном, о живом. «Короленко пишет об этих детях с такой нежностью и проникновенностью, которая превращает эту повесть в страстную защиту обездоленных», — отмечает А. К. Котлов [2].

Когда город опять вмешивается в жизнь мальчика и обитателей часовни, он уже не смешон — он грозен. Город страшен тем, что на его стороне неумолимый закон, и даже хорошие люди обязаны ему повиноваться. Город побеждает, изгоняя обитателей часовни, но он никогда не сможет взять власть над душами настоящих людей, поэтому так светел конец повести, когда мальчик Вася с сестрой Соней, уже выросшие, произносят над могилкой маленькой Маруси свои молодые клятвы и обеты.

Таким образом, оксюморон и ирония, являясь характерными фигурами в том пласте повествования, которое связано с городом, позволяют подчеркнуть его безжизненность, ложность царящих в нем принципов, понятий и представлений. Они являются как бы сигналом для читателей, высвечивают для него авторское отношение к происходящему. Показывая самые принципиальные основы города как оксюморон, Короленко отвергает их. Прогрессивность жизненной позиции писателя проявляется в повести с огромной художественной силой.

Академия наук Грузинской ССР
Институт истории
грузинской литературы
им. Ш. Руставели

(Поступило 3.6.1988)

ც. ჯიმშელიშვილი

ვ. ბ. კოროლენკოს მოთხრობის „ცულ წრეში“ ენობრივი
 თავისებურებები

რეზიუმე

ავტორი ნაშრომში გამოყოფს ენობრივ ფიგურას, რომელიც ხშირად გვხვდება ნაწარმოებში: ირონია და ოქსიმორონი და გვიჩვენებს, თუ როგორ უწყობს ხელს ეს ორი სტილისტიკური ფიგურა ნაწარმოების იდეური შინაარსის გახსნას.

PHILOLOGY

Ts. I. JIMSELEISHVILI

SPECIFIC LANGUAGE IN V. G. KOROLENKO'S STORY "IN THE
 FILTHY SOCIETY"

Summary

The author points out two linguistic figures frequently used in the story: irony and oxymoron, and shows how these two stylistic figures contribute to the development of the idea of the story.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Короленко. Собр. соч., т. 2. М., 1954.
2. А. К. Котов. В. Г. Короленко. М., 1957, 97.

УДК 891.55.09

აღმოსავლეთმცოდნეობა

ა. კვახაძე

დროის ცნების გამოხატვლელ ლექსიკონურ სემანტიკურ ვილის შესწავლისათვის სპარსულში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ანდრონიკაშვილმა 30.9.1988)

დროის სემანტიკური ველი სპარსულში აერთიანებს რამდენიმე სხვადასხვა წარმომავლობის ლექსემას: *abad*, *azal*, *dahr*, *pīšānī*, *rūzgār*, *sarmadī*, *vaqft*, *zamān*, *zamānah*.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია *zamān* სიტყვის სემანტიკური ველი კლასიკურ ებოსში. ჩვენი ყურადღება მიიპყრო იმ გარემოებამ, რომ სხვადასხვა ლექსიკონში, სადაც მასალა კლასიკური ებოსიდან არის აღებული (ზოგი ლექსიკონი კი მხოლოდ კლასიკური სპარსულის მასალას ემყარება), არაიდენტურად არის განმარტებული *zamān*, თუმცა მნიშვნელობები „დრო“, „პერიოდი“, „ეპოქა“, „ბედი“, „ბედისწერა“, „სამყარო“ ყველა ლექსიკონშია მოცემული სხვადასხვა თანმიმდევრობით, გარდა ა. დეჰ-ხოდას განმარტებითი ლექსიკონისა, რომელზეც ქვემოთ გვექნება საუბარი. სიტყვა *zamān*-ს „სიკვდილის“ მნიშვნელობაც აქვს და საფიქრებელია, რომ სწორედ ეს მნიშვნელობა იყო ძირითადი კლასიკურ ებოსში.

რა საფუძველი არსებობს ასეთი ვარაუდის დაშვებისა?

ცნობილი ირანელი ლექსიკოგრაფი და ფილოლოგი ა. დეჰ-ხოდა ეყრდნობა რა კლასიკური პერიოდის ძეგლების მასალას და ბორჰანის, ჯაჰანგირის, ყიასოლოყათის, ანჯამანარას, ანანდრაჯის, ა. ნაფისის ლექსიკონების მონაცემებს, თავის ლოყათ-ნამეში *zamān*-ს უპირველეს და ძირითად მნიშვნელობად გამოჰყოფს სიკვდილს (*fout*, *mout*, *marg mibāšad*), საილუსტრაციო მასალად მოჰყავს მრავალი ნიმუში ფორდოუსის, ონსორის, ნიზამი განჯელის ნაწარმოებებიდან და ზოგიერთი ისტორიული თხზულებიდან [1, გვ. 428]. მაგალითად:

zī Tūrān basiḵida āmad damān,
bi zūbīn-i Gūdarz būdaš zamān.

სწრაფად წამოვიდა აკაზმული თურანიდან,

გოდერძის ხელშუბისაგან მისი სიკვდილი (დასახული) იყო.

შემდეგ ლოყათ-ნამეში მოცემულია *zamān*-ის ზემოთ მითითებული მნიშვნელობები. ამ მნიშვნელობათა დასადასტურებლად წარმოდგენილი საილუსტრაციო მასალის სიმცირე გვაფიქრებინებს, რომ ლექსემის ამ მნიშვნელობებით ხმარების სიხშირე კლასიკურ სპარსულში შედარებით დაბალი უნდა ყოფილიყო.

უფრო შორს მიდის ფ. ჯონსონი. მის ლექსიკონში გამიჯნულია ერთმანეთისაგან სპარსული და არაბული *zamān*. ფ. ჯონსონის აზრით, სპარსული *zamān* მხოლოდ „სიკვდილს“ ნიშნავს, ხოლო ამ ლექსემის სხვა მნიშვნელობები მიეწერება არაბულ *zamān*-ს [2].

3. რინგრენი ბედისა და ბედისწერის პრობლემის განხილვისას მოიხმობს *zamān* ლექსემის შემცველ იმ მაგალითებს, რომლებიც ა. დემპხოდას ცნება „სიკვდილის“ დასადასტურებლად მოაქვს „შაჰ-ნამედან“ [3, გვ. 3]. ეს გარემოება შეიძლება აიხსნას იმით, რომ რინგრენის მიხედვით, დროის აღმნიშვნელი სიტყვები და შესიტყვებანი, მათ შორის „დღე და ღამეც“, ფატალისტური გაგებით იხმარება არაბულ და სპარსულ პოეზიაში. გარდა ამისა, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ მეცნიერის ენობრივ-კულტურული „ბაღე“ ძირითადად მიმართული იყო არაბული ფატალიზმის კვლევისაკენ [4, გვ. 39]. ამის გამო არაბულისა და სპარსული ენების ლექსიკური ფონდების მიკროსისტემებში განსხვავებას თავი უნდა ეჩინა ერთსა და იმავე კონტექსტში (შდრ. ფ. ჯონსონის მიერ არაბული და სპარსული *zamān*-ის გამიჯვნის ფაქტი). 3. რინგრენისავე აზრით, სპარსულ ეპოსში „დრო“ იძენს მნიშვნელობას „წუთისოფელი“, რომელშიც შედის „ადამიანის წარმატება“, „ბედი“, „უიღბლობა“ და „სიკვდილი“ [3, გვ. 9]. ნიშანდობლივია, რომ XX საუკუნეში შედგენილ სხვადასხვა ტიპის ლექსიკოგრაფიულ შრომებში, როგორცაა გაფაროვის, მილერის, რუბინჩიკის ლექსიკონები, *zamān*-ის მნიშვნელობად „სიკვდილი“ აღნიშნული არ არის.

„დროის“ მნიშვნელობით *zamān*-ი გვიანდელ ფალაურ ნაწარმოებებში გვევლინება, სადაც *zamān*-მა შეცვალა ადრინდელი ტექსტების *zürvān*-ი „დროის ღვათება“, *zürvān*-ის ეპითეტის გათავისებობით: *zürvān-i akanārak* > *zamān-i akanārak* „უსაზღვრო დრო“ [5, გვ. 279]. 3. რინგრენი ამ სიტყვას ეტიმოლოგიურად *zürvān*-ს უკავშირებს და ფიქრობს, რომ მის ჩამოყალიბებაზე, შესაძლოა, გავლენა იქონია სემიტურმა სიტყვა *simanū*-მ [3, გვ. 34; იხ. აგრეთვე 6, გვ. 145]. 3. ჰორნიც *zamān*-ს *zürvān*-ს უკავშირებს [7, გვ. 146].

ლექსემა *zamān*-ს უკავშირდება ქართულ-სომხურ *žam*-ი, რომელიც მიჩნეულია „სომხურ-ქართული ხმარების ირანულიდან მომდინარე სიტყვად“ [8, გვ. 260]. ხოლო ძველი ქართული ეპი ნიშნავს „დღე“, „სეზონი“, „საათი“, „დრო“ [9, გვ. 344]. საინტერესოა, რომ სპარსული კონსტრუქცია *yak zamān* (ცოტა ხანი) პოულობს პარალელს ძველ ქართულში „ერთ ეამ“ [9, გვ. 343]. აქვე აღვნიშნავთ იმ გარემოებას, რომ ეპოსში *zamān*-ი „დროის“ მნიშვნელობით სწორედ რთულ კონსტრუქციებში გვევლინება:

zamān-i man inak rasad bigumān,
rahā kun bi xvāb-i xušam yak zamān.

ჩემი სიკვდილი უეჭველად მოაღწევს ახლა,
 გამიშვი ცოტა ხანი, დავიძინო ტკბილად.

ფირდოუსისთან ფრაზა *saramad zamān* ნიშნავს „მან დაამთავრა თავისი დრო“, ე. ი. მოკვდა.

Zamān-ს მნიშვნელობები „ბედი“, „ბედისწერა“ და შემდეგ უკვე „სიკვდილი“ „დრო“-ის მნიშვნელობიდან გამომდინარე უნდა მიედ.

Zamān „დროის“ მნიშვნელობით ეპოსში იხმარება იმ შემთხვევებში, როდესაც დრო უმეტესად უბედურების უშუალო მიზეზად გვევლინება. ამის ახსნა ალბათ იმით შეიძლება, რომ დროის ღვათებამ *zürvān*-მა და შემდგომ იგივე *zamān*-მა, ბოროტება და სიკეთე გააჩინა ქვეყნად აპრიმანისა და ორმაზდის სახით და აპრიმანს შესაძლებლობას აძლევდა ბოროტი წრახვანი განებორციელებინა [5, გვ. 275; იხ. აგრეთვე 10, გვ. 53].

განხილული მასალა ცალსახად მიგვანიშნებს იმ გარემოებაზე, თუ რაოდენ დიდ მნიშვნელობას იძენს სპარსული ენის სემანტიკური რესურსების შესწავლის საქმეში გარკვეული კატეგორიის ლექსემათა სემანტიკური ველის ანალიზი და შესაბამის კულტურასთან ცალკეულ ტერმინთა მნიშვნელობების თანაფარდობის დადგენა. ამ პრობლემის გადაჭრა მოითხოვს მიზანდასახული კვლევიითი მუშაობის ჩატარებას გარკვეული კლასის კონტექსტების მასალის შესწავლის საფუძველზე, რომელიც სპეციალისტთა რეკომენდაციების შესაბამისად უნდა ითვალისწინებდეს: სემანტიკური ველის კომპონენტთა დიაგრამის შედგენას, სემანტიკურ სხვაობათა დიაგრამის შედგენასა და ცალკეული ტერმინების მნიშვნელობათა კომპონენტების ანალიზს [11, გვ. 61].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 გ. წერეთელის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.10.1988)

ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

М. Ш. КВАЧАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ЛЕКСЕМ,
 ОБОЗНАЧАЮЩИХ ПОНЯТИЕ ВРЕМЕНИ В ПЕРСИДСКОМ

Резюме

Из лексических единиц, обозначающих в персидском понятие времени, в данной статье проанализирована лексема *zamān* с точки зрения ее семантического поля.

Zamān помимо своих основных значений—«времени», «период», «отрезок времени» — имеет ярко выраженный фаталистический смысл. Из всех значений фаталистического толка, по нашему мнению, значенные «смерть» является основным.

Происхождение *zamān* в специальной литературе определяется неоднозначно: ряд исследователей считает эту лексему заимствованной из арабского, другие — собственно персидской. Соответственно различаются значения арабского и персидского *zamān*.

ORIENTAL STUDIES

M. Sh. KVACHADZE

TOWARD THE STUDY OF THE SEMANTIC FIELD OF LEXEMES
 DENOTING THE CONCEPT OF TIME IN THE PERSIAN
 LANGUAGE

Summary

Of the lexical units denoting the concept of time in Persian the present paper analyses the lexeme *zamān* from the viewpoint of its semantic field.

Besides its basic meanings of 'time', 'period', 'time span', *zamān* has a clearly defined fatalistic connotation. In the present author's view, of all the meanings of fatalistic sense that of 'death' is the basic one.

In the specialist literature the origin of *zaman* is determined variously: a number of scholars consider the lexeme to have been borrowed from Arabic, while others believe it to be of the Persian origin; hence the meanings of Arabic and Persian *zaman* differ.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Deh-Khoda. Loqāt-name, XIII, № 5, Tehran, 1970.
2. F. Johnson. Dictionary Persian, Arabic, English, London, 1852.
3. H. Ringgren. Fatalism, in Persian Epics, Uppsala, 1953.
4. H. Ringgren. Studies in Arabian Fatalism, Uppsala, 1955.
5. G. Widengren. Hochgottglaube im alten Iran, Uppsala, 1938.
6. ლ. ჟორჯოლიანი. „მაცნე“, (ენისა და ლიტ. სერია), № 3, 1987.
7. P. Horn. Grundriss der neupersischen Etimologie, Hildesheim—New-York, 1974.
8. შ. ანდრონიკაშვილი. ნარკვევები ირანულ-ქართული ენობრივი ურთიერთობიდან. თბილისი, 1966.
9. ილ. აბულაძე. ძველი ქართული ენის ლექსიკონი. თბილისი, 1973.
10. კ. გამსახურდია. კრებ., „ახალგაზრდა ფილოსოფოსთა პრობლემური სემინარის სესიის მასალები“, თბილისი, 1987.
11. E. A. Наيدا. Анализ значения и составление словарей, «Новое в лингвистике», II. М., 1962.

6 42/110

100-4



8360 1 836. 90 833.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181