

524
1990



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 138 ტომ

№ 2

მაისი 1990 მაი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 138 ტომ

№ 2

მაისი 1990 მაი

ქურნალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ქურნალი „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 კ ც ი ო ლ კ ო ლ ე ზ ი ა

მ. აღექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. გამყრელიძე, თ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, ა. თავხელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კლუბაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. კობახიძე, ჯ. ლომინაძე, რ. მერტრეველი, დ. მუსხელიშვილი, (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანეიშვილი, თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. სეხნიაშვილი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ქოლოშვილი, მ. ხენგია

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелеснани, В. И. Гомелаური, Р. Б. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Квасцатадзе, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора), Т. И. Копаленишвили, Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метრელი, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редактора), Б. Р. Нанеишвили, Т. Н. Овиანი, М. Е. Салукваძე (заместитель главного редактора), Э. А. Сехниашვილი, А. Н. Тавхелиძე (главный редактор), Т. Ф. Урушадзе, М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошვილი

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი
Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუზოვის 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 10.4.1990. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 9.7.1990. ფორმატი
70×108¹/₁₆. მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ 19.6
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 14.28. ტირაჟი 1200.
უე 01667. შეკვ. № 1020, ფასი 1 მ. 90 კაბ.

Сдано в набор 10.4.1990. Подписано к печати 9.7.1990. Формат 70×108¹/₁₆.
Печать высокая. Усл. печ. л. 19.6, уч.-изд. л. 14.28
Тираж 1200. УЭ 01667, Зак. № 1020. Цена 1 р. 90 к.

შინაარსი

მათემატიკა

19625

• ე. მაქავარიანი. კოშის ტიპის ინტეგრალის კუთხური ზღვრების შესახებ	241
* ა. ნიჭაბაძე. განმაახლებელი ველები ვექტორული შემთხვევითი სიდიდეებისათვის ზოგადი ალტერნატივების დროს	247
* შ. გელაშვილი. სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნის შესახებ არაწრფივი ფუნქციონალურ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის	252
* ი. დალეცკი, ა. ტყეშელაშვილი. სიმრავლეთა შემთხვევითი ფუნქციების ალბათური განაწილებების შესახებ	256
* გ. გორგობიანი. ორთოგონალური სისტემების მიმართ მწკრივად გაშლის თითქმის ყველგან კრებადი გადანაცვლებების შესახებ	260
* თ. გელაშვილი. ასოციაციური ალგებრების მოსაზღვრე კლასების მესერები	263
* თ. ლლონტი, ლ. ჯამბურია. სივსალების ოპტიმალური გადაცემა გადაცემისათვის ფასის არსებობის შემთხვევაში	268

მიქანიკა

* ლ. გავაშვილი. საღარავიანი ბურღვის დაზგების ჩარჩოების ღუნვითი და გრეხვითი რხევები	272
* ა. დუმბაძე, დ. დონიაშვილი. პოლიმერული კომპოზიციური მასალების ხანგრძლივი ცოცვადობის მოდელირება	275

დრეკადობის თეორია

* ლ. დობოჯგინიძე. დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი ზღვარითი თეორემის შესახებ	280
---	-----

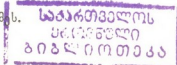
კიბერნეტიკა

* ა. გაბელაია. წრფივი ავტონომიური სისტემების სტაბილიზაცია არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში და მატრიცების ჰესენბერგის ფორმაზე მიყვანა	284
--	-----

ფიზიკა

* ე. ჯაყელი. ეკრანიტების გავლენა მინარევის ძირითადი მდგომარეობის ენერგიაზე	287
* გ. ბროძელი, ბ. ჟორჟოლიანი, მ. ზეცინი, პ. მაღალაშვილი, მ. ნაშთალიშვილი, ლ. პერელმანი. ვერცხლის ქლორიდის ლეგირებულ კრისტალების საფუძველზე მიღებული ინტრაწითელი მასალების გამოკვლევა	292
* დ. ლეშავა, თ. ცაგარეიშვილი, ლ. ყურაშვილი, გ. დარსაველიძე. დაბალტემპერატურული შინაგანი ხახუნის ბორის კარბიდიში	295

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.



*ირ. ქიმიკიძე, ორბიტული ანტიფერომაგნეტიკისა და სპინური ნემატიკის ტიპის მდგომარეობათა არსებობის შესაძლებლობა ორგანოზომილებიან განზოგადებულ ჰაბარდის მოდელში

299

ბიოფიზიკა

*ჭ. კაპანაძე, პოტენციალთა თეორიის შეზღუდვები ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის შესახებ

303

ორბანული ქიმიკა

*ბ. მგელაძე, გ. პაპავა, ი. აფხაზაია, ნ. ფხაკაძე, გ. კვანტრი-შვილი, ნ. ხოტენაშვილი. ნალღობში კარბამიდოფორმალდეჰიდური ოლიგომერის წარმოქმნის პროცესის ზოგიერთი კანონზომიერების შესწავლა

308

*ლ. სვანიძე, კათიონიტების სინთეზი სხვადასხვა ფენოლის ბაზზე

311

*ვ. გვახარია, ც. ხუხუნია, რ. გიგაური, ზ. მგალობლიშვილი, მ. ინჯია. ტეტრაარსონიუმის იოდიდების სინთეზი

315

ფიზიკური ქიმიკა

*რ. იმნაძე, ე. ქაჩიბაია, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.) სპი-ლენის ოქსიდის მიღების სხვადასხვა მეთოდის გავლენა მათ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე

317

*ვ. ნაუშოვი, ა. ტაგაევი, დ. ცაგარეიშვილი, გ. ცაგარეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.), მ. თუშიშვილი. ბორის სუბოქსიდის თერ-მოდინამიკური თვისებები 11,44—311,84K ტემპერატურულ ინტერვალში

323

ელექტროქიმიკა

*ქ. ქებაძე, ვ. ფრუიძე, ლ. კაკური, თ. ჩახუნაშვილი, ლ. ჯაფარიძე. (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.) მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მიღების ზედაპირდამუშავებული ტიტანის ანოდზე

325

*თ. ჯაფარიძე, გ. ბოროვერი, ე. შკოლნიკოვი, ზ. კერვალიშვილი, მ. ტარასევიჩი. ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის ელექტროქიმიური აქტიურობის განსაზღვრა

331

ქიმიური ტექნოლოგია

*გ. თარხნიშვილი. ფარმაკოქიმიური მრეწველობის ნარჩენების საფუძველზე კერამიკული კვების შემუშავება

336

*ვ. რუხაძე, მ. გაფრინდაშვილი, ი. ფულარიანი, ლ. წყალობაძე. ბარიუმის სულფიდთან ნახშირორგანო ბარიუმის კარბონატის გამოლევის პროცესის ოპტიმიზაცია

337

ჰიდროლოგია

*ნ. კეხევიძე. საქართველოს წყლის ბალანსის სტრუქტურის კარტირება

343

გეოლოგია

*დ. ყუფარიძე. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს იურული ვულკანიზმის განვითარების ისტორია

347

პალეონტოლოგია

- *ი. კვანტალიანი, ა. სახაროვი, ლ. სახელაშვილი. ვალანტინურ და პოტრიველ სართულებს შორის საზღვრის შესახებ ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიაში 351

ჰიდროგეოლოგია

- *გ. ზუაჩიძე, გ. მელიქაძე, მ. თოღაძე. ჰიდროდინამიკური პარამეტრების რეაქცია მიწისძვრის მომზადების პროცესზე 353

მეტალოგია

- *ვ. კოპალეიშვილი, ო. იოსელიანი, ი. ქაშაკაშვილი, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი). ბეინიტური ფოლადების გამოყენება მარალ-მტყიცე მდგომარეობის მისაღწევად 359

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ი. ხომერიკი. მიკრო ეგმ-ზე აგებული ელექტრონერგის სამუშაო მრიცხველის ცდომილება 361

გოთანია

- *ა. კოლაკოვსკი. ხმელთაშუაღმის ოლქის აღმოსავლეთ-ვერაზიის ფრთის ფლორის ენდემიზმი 367
 *წ. კერესელიძე. კოლხეთის დაბლობზე მსხვილნაყოფა შტოშის სხვადასხვა ჯიშის ინტროდუქციის პირველადი შედეგები 370

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *გ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ლიტვინოვი, გ. ტომარაძე. იზოპრენის გამოყოფა ვერხვის რეგენერანტებისგან 374

ბენეტიკა და სელექცია

- *ყ. რატიანი. გარეული და შინაური ღორის წორეული ჰიბრიდიზაციის საკითხისათვის 379

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ვ. შაგინიანი. გულის ელექტრული და მექანიკური სტაბილობის თანაფარდობის შესახებ გულის იშემიით დაავადებულთა შორის 383
 *ი. ამბალობელი. ჰიპოთალამუსის ვენტრომედიალური და პარავენტრიკულური ბირთვების ქიმიური გალიზიანების გავლენა გულის ფუნქციურ მდგომარეობაზე არტერიული ჰიპერტენზიის პირობებში 387

ბიოქიმია

- *ი. რამიშვილი, თ. დევდარიანი, ვ. ლუშკოვი, ლ. ქვარცხავა, ლ. აბიათარი. ბუნებრივი აუქსინის სტრუქტურული თავისებურებანი 392
 *მ. მამაცაშვილი, ზ. იაკობიშვილი, კ. გელაშვილი, ქ. აბუთიძე, ი. კალანდაძე, დ. მიქელაძე, ანდრეის გავლენა გულის კუნთის სარკოლემასთან კალციუმის ბლოკატორების დაკავშირებაზე 395

- *ნ. ჰამმუდი, ე. დავითაშვილი, თ. გარიშვილი, ნ. ალექსიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.). ვირთაგვას ლეიქლიდან მონომინოქსიდაზების გამოყოფა და გასუფთავება 399
- *თ. დოლიძე, ჯ. დოლიძე *Mucor plumbeus*-ის მკვებე პროტეინაზა 402

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *ო. დოლიძე, თ. ბოჭორიშვილი. მწვავე ნაწლავისმიერი პროტეული სეფსისის შესახებ 407

ფიტოპათოლოგია

- *ც. მამუკაშვილი. ტყის სანერგეში ფესვის დაავადების გამომწვევი (ცილინდროკარპონ ობტუსისპორუმი) ინფექციური პოტენციალის რაოდენობის განსაზღვრა და მისი როლი დაავადების გამოვლინებაში 411

ენტომოლოგია

- *ც. ჩხუბიანიშვილი, თ. ციციშვილი. ბაბის ზვატრის ვირუსული დაავადებების მიმოხილვა 414

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- *ზ. ყურაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.) საქართველოს შიდა წყალსატევების თევზების ბოთრიოცეფალოზი და ლენეოზი 419
- *ქ. ნიკოლაიშვილი, ც. ლომიძე, ი. მედვედევა. დიპლოსტომების მეტაცერკარიებიტ დაავადებული თევზების თვალის ბროლში ტუტე და მკვებე ფოსფატაზების აქტივობა 423

მსკპარიმენტული მორფოლოგია

- *ა. რაზმაძე, ნ. გორდაძე. სისხლძარღვთა პოლიტეტრაფტორეთილენის პროთეზების რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპია. 427

მსკპარიმენტული მემბრანა

- *ლ. ვარაზაშვილი, დ. ფირადაშვილი, ი. ცინცაძე. ზოგიერთი სიმსივნური მარკერი საკვერცხის კიბოს დროს 431
- *მ. მაისურაძე, გ. აბულაძე, ნ. ზავრაშვილი, ნ. მაყაშვილი. ენდოგენური ფიზიკური დატვირთვის ტესტის გამოყენება არითმიის გამოსავლენად ანტიარითმიული თერაპიის შეფასების მიზნით 434
- *ა. ისაკაძე. ნიფედინით და იზოსორბიდ დინიტრატით კომბინირებული მკურნალობის ვაგლენა სისხლის მიმოქცევის სისტემაზე ფიზიკური დატვირთვის დროს გულის ქრონიკული იშემიური დაავადებებისას 439

ენათმეცნიერება

- *ბ. ფხაკაძე. პროტოტიპური სემანტიკა და ენობრივი ფარდობითობა 443

ისტორია

- *ლ. გორდეზიანი. პილოსის სასაზღვის მეურნეობა 447

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

* И. Д. Мачавариани. Об угловых пределах интеграла типа Коши	244
А. М. Никабадзе. Обновляющие поля для векторных случайных величин против общих альтернатив	245
Ш. М. Гелашвили. О численном решении краевых задач для систем нелинейных функционально-дифференциальных уравнений	249
Ю. Л. Далецкий, А. С. Ткешелашвили. О вероятностных распределениях случайных функций множеств	253
Г. Д. Гиоргобиани. О сходящихся почти всюду перестановках разложений в ряд по ортогональным системам	257
Т. М. Гелашвили. Решетки смежных классов ассоциативных алгебр	261
О. А. Глonti, Л. Г. Джамбурия. Оптимальная передача сигналов при наличии платы за передачу	265

МЕХАНИКА

Л. Ш. Гавашели. Изгибные и крутильные колебания рамы станков шарошечного бурения	269
А. А. Думбадзе, Д. Э. Гониашвили. Моделирование длительной ползучести полимерных композиционных материалов	273

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. Доборджгинидзе. Об одной предельной теореме нелинейной теории упругости	277
---	-----

КИБЕРНЕТИКА

А. Г. Габелая. Стабилизация нелинейных автономных систем с неполной информацией и приведение матриц к форме Хессенберга	281
---	-----

ФИЗИКА

В. Г. Джакели. Влияние экранировки на энергию основного состояния примеси	285
---	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Г. Т. Бродзели, Б. Т. Жоржолиани, М. Я. Зевин, И. В. Магалашвили, М. И. Намталишвили, Л. И. Перельман. Исследование инфракрасных материалов на основе легированных кристаллов хлористого серебра 289
- Д. Т. Лежава, О. А. Цагарейшвили, Л. Р. Курашвили, Г. Ш. Дарсавелидзе. Низкотемпературное внутреннее трение в карбиде бора 293
- Ир. Г. Кимеридзе. Возможность реализации состояний типа орбитального антиферромагнетика и спинового нематика в двумерной обобщенной модели Хаббарда 297

ГЕОФИЗИКА

- Д. В. Капанадзе. О единственности решения обратной задачи теории потенциала 301

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Б. М. Мгеладзе, Г. Ш. Папава, И. И. Абхазава, Н. С. Пхакадзе, Г. Э. Квантришвили, И. З. Хотенашвили. Некоторые закономерности процесса образования карбамидо-формальдегидных олигомеров в расплаве 305
- Л. К. Сванидзе. Синтез катионитов на основе различных фенолов 309
- В. Г. Гвахария, Ц. В. Хухуня, Р. Д. Гигаури, З. И. Мгалоблишвили, М. А. Инджия. Синтез иодидов тетраариларсония 313

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- * Р. А. Имнадзе, Э. И. Качибая, Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР). Влияние метода получения образцов оксида меди (II) на их физико-химические свойства 319
- В. Н. Наумов, А. Б. Татаев, Д. Ш. Цагарейшвили, Г. В. Цагарейшвили (член-корреспондент АН ГССР), М. Ч. Тушишвили. Термодинамические свойства субоксида бора в интервале температур 11,44—311,84 К 321

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- * Ж. М. Кебадзе, В. П. Пруидзе, Л. Ш. Какурия, Т. А. Чахунашвили, Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР). Получение электролитического диоксида марганца на титановом аноде с обработанной поверхностью 328

- Т. Д. Джапаридзе, Г. Ю. Боровер, Е. И. Школьников, З. Я. Кервалишвили, М. Р. Тарасевич. Определение электрохимической активности ЭДМ 329

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Г. И. Тархнишвили. Разработка керамической глазури на основе отходов фармакохимической промышленности 333
- * В. В. Рухадзе, В. Н. Гаприндашвили, Ю. И. Пуларгани, Л. А. Цкалобадзе. Оптимизация процесса осаждения карбоната бария из сульфида бария посредством углекислого газа 339

ГИДРОЛОГИЯ

- Н. В. Кезевадзе. Картирование структуры водного баланса Грузии 341

ГЕОЛОГИЯ

- Д. М. Купарадзе. История развития юрского вулканизма юго-восточной Грузии 345

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- И. В. Кванталиани, А. С. Сахаров, Л. З. Сахелашвили. О границе между валанжинским и готерийским ярусами на северо-восточном Кавказе 349

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

- * Г. И. Буачидзе, Г. И. Меликадзе, М. Ш. Тодадзе. Реакция гидродинамических параметров на процесс подготовки землетрясений 355

МЕТАЛЛУРГИЯ

- В. П. Копалейшвили, О. Г. Иоселиани, И. Г. Кашакашвили, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР). Использование бейнитных сталей для достижения высокопрочного состояния 357

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- * И. О. Хомерики. Погрешности трехфазного счетчика электроэнергии, построенного на микро-ЭВМ 364

БОТАНИКА

- А. А. Колаковский (член-корреспондент АН ГССР). Эндемизм флоры восточно-евразийского крыла Средиземноморной области 365
- Дж. Е. Кереселидзе. Предварительные результаты интродукции различных сортов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* Peres) в условиях колхидской низменности 369

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Г. А. Санадзе (академик АН ГССР), А. И. Литвинов, Г. К. Тома-
радзе. Выделение изопрена регенерантами тополя 373

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Дж. П. Ратиани. К вопросу об отдаленной гибридизации диких и домашних свиней 377

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В. С. Шагинян. О соотношении электрической и механической стабильности сердца у больных ишемической болезнью сердца 381
- И. Л. Амаглобели. Влияние химического раздражения вентромедиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса на функциональное состояние сердца при артериальной гипертензии 385

БИОХИМИЯ

- И. А. Рамишвили, Т. В. Девдариани, В. В. Лушков, Л. Ш. Ква-
рцхава, Л. О. Абиатари. О структурных особенностях природ-
ного ауксина 389
- М. Д. Мамацашвили, З. А. Якобашвили, К. К. Гелашвили,
К. Д. Абутидзе, И. В. Каландадзе, Д. Г. Микеладзе. Дей-
ствие АНФ на связывание блокаторов кальция с сарколеммой сердечной
мышцы 393
- Н. Хаммуд, Е. С. Давиташвили, Т. Г. Гаришвили, Н. Г. Алек-
сидзе (член-корреспондент АН ГССР). Выделение и очистка моноами-
ноксидаз из печени крыс 397
- Т. И. Долидзе, Д. А. Долидзе. Кислая протеиназа *Mucor plumbeus* 401

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- И. Д. Долидзе, Т. В. Бочоришвили. Об остром протейном кишечной
сепсисе 405

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Ц. И. Мамукашвили. Метод количественного определения инфекционного потенциала возбудителя корневых заболеваний *Cylindrocarpum obtusispogium* Wolienw. в лесных питомниках и его роль в проявлении болезни 409

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Ц. А. Чхубианишвили, Т. З. Цицишвили. Обзор вирусных болезней хлопковой сопки *Heliothis armigera* Hbn 413

ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Б. Е. Курашвили (член-корреспондент АН ГССР). Ботриоцефалез и лернеоз у рыб во внутренних водоемах Грузии 417
- К. Г. Николаишвили, Ц. В. Ломидзе, И. И. Медведева. Активность щелочной и кислой фосфатаз в хрусталиках глаз рыб, зараженных метациркарями диплостом 421

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- А. В. Размадзе, Н. Г. Гордадзе. Растровая электронная микроскопия сосудистых протезов из политетрафторэтилена 425

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Л. М. Варазашвили, Д. З. Пирадашвили, И. Т. Цинцадзе. Изучение некоторых опухолевых маркеров при раке яичников 429
- М. З. Майсурадзе, Г. В. Абуладзе, Н. Г. Заврашвили, Н. А. Макашвили. Применение теста физической нагрузки на велоэргометре для выявления и оценки антиаритмической терапии 433
- А. Л. Исакадзе. Влияние комбинированной терапии нифедипином и изосорбид динитратом на систему кровообращения при физической нагрузке у больных хронической ишемической болезнью сердца 437

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- И. Г. Пхакадзе. Прототипная семантика и языковая относительность 441

ИСТОРИЯ

- Л. Р. Гордезани. Хозяйство пилосского дворца 445

CONTENTS

MATHEMATICS

I. D. Machavariani. On the nontangential limits of Cauchy-type integrals	244
A. M. Nikabadze. Innovation fields for vector random variables against the general alternatives	248
Sh. M. Gelashvili. On a numerical solution of boundary-value problems for systems of functional-differential equations	252
Yu. L. Daletsky, A. S. Tkeshelashvili. On probability distributions for random functions of sets	256
G. D. Giorgobiani. Convergent almost everywhere rearrangements of expansions in terms of orthogonal systems	260
T. M. Gelashvili. Coset lattices of the associative algebras	263
O. A. Glonti, L. G. Jamburia. On optimal signal transmission with a payoff	268

MECHANICS

L. Sh. Gavasheli. Bending and spinning vibration of the frame of the roller-bit drilling machine	272
A. A. Dumbadze, D. E. Goniashvili. Modelling of long-duration creeping of polymeric composite materials	275

THEORY OF ELASTICITY

L. G. Doborjginidze. On one limiting theorem of the nonlinear theory of elasticity	280
--	-----

CYBERNETICS

A. G. Gabelaya. Stabilization of linear off-line systems with incomplete information and transformation of matrices to Khessenberg's form	284
---	-----

PHYSICS

V. G. Jakeli. The influence of screening on impurity ground state energy	287
G. T. Brodzeli, B. T. Zhorzholiani, M. Ya. Zevin, P. V. Magalashvili, M. I. Namtalishvili, L. I. Pereiman. The investigation of infrared materials based on doped silver chloride crystals	292
D. T. Lezhava, O. A. Tsagareishvili, L. R. Kurashvili, G. Sh. Darsavelidze. Low-temperature internal friction in boron carbide	296

- Ir. G. Kimeridze. The possibility of realization of the orbital antiferromagnetic and spin nematic states in the two-dimensional extended hubbard model 300

GEOPHYSICS

- D. V. Kapnadze. On uniqueness of the solution of inverse problems of the potential theory 304

ORGANIC CHEMISTRY

- B. M. Mgeladze, G. Sh. Papava, I. I. Abkhazava, N. S. Pkhakadze, G. E. Kvantrishvili, N. Z. Khotenashvili. Some regularities of urea formaldehyde oligomers formation process in melt 308
- L. K. Svanidze. Synthesis of cation exchangers on the base of different phenols 311
- V. G. Gvakharia, Ts. V. Khukhunia, R. D. Gigauri, Z. I. Mgaloblishvili, M. A. Injia. Synthesis of tetraarylarsonium iodides 315

PHYSICAL CHEMISTRY

- R. A. Imnadze, E. I. Kachibaya, L. N. Japaridze. The impact of the method of copper (II) oxide production upon its physico-chemical properties 320
- V. N. Naumov, A. B. Tagaev, D. Sh. Tsagareishvili, G. V. Tsagarishvili, M. Ch. Tushishvili. Thermodynamic properties of boron suboxide in the temperature range 11,44—311,84 K 324

ELECTROCHEMISTRY

- Zh. M. Kebabze, V. P. Pruidze, L. Sh. Kakuria, T. A. Chakhashvili, L. N. Japaridze. Production of electrolytic manganese dioxide on a titanium anode with the treated surface 328
- T. D. Japaridze, G. Yu. Borover, E. I. Shkolnikov, Z. Ya. Kervalishvili, M. R. Tarasevich. Determination of EMD electrochemical activity 332

CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. I. Tarkhnishvili. Obtaining ceramic glaze from pharmacoc hemical industry wastes 336
- V. V. Rukhadze, V. N. Gaprindashvili, Yu. I. Pulariani, L. A. Tskalobadze. Optimization of the process of barium carbonate precipitation from barium sulphide by carbon dioxide 340

HYDROLOGY

- N. V. Kezevadze. Mapping of the structure of water balance in Georgia 344

GEOLOGY

- D. M. Kuparadze. The history of Jurassic volcanism development in south-eastern Georgia 348

PALAEOLOGY

- I. V. Kvantaliani, A. S. Sakharov, L. Z. Sakhelashvili.
On a boundary between the Valanginian and Hauterivian in the north-eastern
Caucasus 351

HYDROGEOLOGY

- G. I. Buachidze, G. I. Melikadze, M. Sh. Todadze. The res-
ponse of hydrodynamic parameters to earthquake generation process 356

METALLURGY

- V. P. Kopaleishvili, O. G. Ioseliani, I. G. Kashakashvili,
F. N. Tavadze. The use of bainite steels to attain a high-strength con-
dition 360

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- I. O. Khomeriki. Errors of the three-phase electricity meter built on micro-
computer 364

BOTANY

- A. A. Kolakovskiy. Floral endemism of East-Eurasian wing of the Mediter-
ranean mountainous region 368
J. E. Kereselidze. Preliminary results of the introduction of different spe-
cies of American cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* Peres) in the Kolkheti
lowland 371

PLANT PHYSIOLOGY

- G. A. Sanadze, A. I. Litvinov, G. K. Tomaradze. Isoprene re-
lease by poplar regenerates 374

GENETICS AND SELECTION

- J. P. Ratiiani. On the problem of remote hybridization of wild and domestic
pigs 380

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- V. S. Shaginyan. On the correlation of electrical and mechanical heart stabi-
lity in patients with ischemic heart disease 384
I. L. Amaglobeli. The effect of chemical stimulation of ventromedian and
paraventricular nuclei of the hypothalamus on the functional state of the
heart in arterial hypertension 387

BIOCHEMISTRY

- I. A. Ramishvili, T. V. Devdariani, V. V. Lushkov, L. Sh.
Kvartskhava, L. O. Abiatari. On structural properties of com-
mon auxin 392
M. D. Mamatsashvili, Z. A. Iakobishvili, K. K. Gelashvili,
K. D. Abutidze, I. V. Kalandadze, D. G. Mikeladze, The
effect of ANF on calcium blockes binding with myocardium sarcolemma 395



- N. Hammoud, E. S. Davitashvili, T. G. Garishvili, N. G. Aleksidze. Isolation and purification of monoaminooxidases from rat liver 399
- T. I. Dolidze, J. A. Dolidze. *Mucor plumbeus* acidic proteinase 403

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- I. D. Dolidze, T. V. Bochorishvili. On acute proteus intestinal series 408

PHYTOPATHOLOGY

- Ts. I. Mamukashvili. A method of quantitative determination of infective potential of root disease causative agents (*Cylindrocarpon obtusisporum* Wollenw) in soil and its role in disease development in nurseries 412

ENTOMOLOGY

- Ts. A. Chkhubianishvili, T. Z. Tsitsishvili. The review of virus diseases of the bollworm, *Heliothis armigera* Hbn. 415

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

- B. E. Kurashvili. Bothriocephalosis and Ierneosis in fish in closed water reservoirs of Georgia 420
- K. G. Nikolaishvili, Ts. V. Lomidze, I. I. Medvedeva. Activity of alkaline and acid phosphatases in fish eye lens infected with metacercariae of the genus *Diplostomum* 423

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- A. V. Razmadze, N. G. Gordadze. Examination of the expanded polytetrafluoroethylene vascular grafts by scanning electron microscopy 427

EXPERIMENTAL MEDICINE

- L. M. Varazashvili, D. Z. Piradashvili, I. T. Tsintsadze. Some tumor markers in ovarian cancer 431
- M. Z. Maisuradze, G. V. Abuladze, N. G. Zavrashvili, N. A. Makashvili. The use of veloergometric physical loading test to reveal heart rhythm disturbances and to evaluate antiarrhythmic therapy 435
- A. L. Isakadze. The effect of combined therapy with nifedipin and isosorbide dinitrate upon the circulatory system under physical load in patients with chronic ischemic heart disease 439

LINGUISTICS

- I. G. Pkhakadze. Prototype semantics and language relativity 444

HISTORY

- L. R. Gordeziani. The economy of the palace of pylos 447



ი. მაზაპარიანი

კოზის ტიპის ინტეგრალის კუთხური ზღვრების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ბ. ხვედელიძემ 10.12.1988)

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ ვაგრძელებთ კოზის ტიპის ინტეგრალის კუთხური ზღვრების შესწავლას (იხ. [1, 2]).

შემდგომში $\Gamma: \xi = \xi(s), s \in [0, l], l = \text{mes } \Gamma$ გაწრფევალი მარტივი წირია, f , თუ საწინააღმდეგო არ იქნება თქმული, ბერის კლასის შემოსაზღვრული კომპლექსურმნიშვნელობიანი ფუნქციაა Γ -ზე. $Q(\xi, \xi_0) = q_{\xi_0}(\xi) \geq 0$ შემოსაზღვრული ქვემოდან ნახევარუწყვეტი ფუნქციაა $[0, +\infty)$ -ზე, ყოველი ξ_0 წერტილისათვის Γ -დან. $\theta = \theta(r) \geq 0$ შემოსაზღვრული უწყვეტი და არაკლებადი ფუნქციაა $[0, +\infty)$ -ზე, ისეთი, რომ $\sup \{\theta(r), r > 0\} > 0$. ვთქვათ $S_{\xi_0} \subset R_2 \setminus \Gamma$ ნებისმიერი ბმული სიმრავლე და $S_{\xi_0} \cap \Gamma = \{\xi_0\}$. აღვნიშნოთ $S(\xi_0) = S_{\xi_0} \cup \{2\xi_0 \setminus z, z \in S_{\xi_0}\}$. კუთხური ზღვრების განხილვა გვაძლევს Γ წირს დაედალოთ პირობა (cont $_{\xi_0}$ -ის განმარტება იხ. [3] თავი IX, § 2)

$$\text{cont}_{\xi_0} S(\xi_0) \cap \text{cont}_{\xi_0} \Gamma = \emptyset. \quad (1)$$

ვთქვათ $\xi_0 \in \Gamma, z \in S(\xi_0)$ და

$$I_{\Gamma}^{\xi_0}(f, z) = \int_{\Gamma} \frac{f(\xi) - f(\xi_0)}{\xi - z} d\xi, \quad I_{\xi_0}^{g_{\xi_0}}(\rho) = \text{mes} \{ \xi : \xi \in \Gamma; |\xi - \xi_0| \leq \rho q_{\xi_0}(\xi) \}.$$

თეორემა 1. (შეად. [1, 2]). ვთქვათ $\xi_0 \in \Gamma$ და შესრულებულია (1)

$$\text{თუ} \quad \int_0^l \rho^{-2} I_{\xi_0}^{g_{\xi_0}}(\rho) d\rho \in R_1^+ = [0, +\infty) \quad (2)$$

და როცა $\xi \rightarrow \xi_0$ f ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობას

$$f(\xi) - f(\xi_0) = O(\theta(|\xi - \xi_0|)) Q(\xi, \xi_0). \quad (3)$$

მაშინ არსებობს ინტეგრალი $I_{\Gamma}^{\xi_0}(f, \xi_0)$ და როცა $z \rightarrow \xi_0$

$$I_{\Gamma}^{\xi_0}(f, z) - I_{\Gamma}^{\xi_0}(f, \xi_0) = O\left(|z - \xi_0| \int_{|z - \xi_0|}^{\infty} r^{-2} \theta(r) dr\right). \quad (4)$$

თუ (3)-ში O -ს შევცვლით o -თი, მაშინ (4)-ის მარჯვენა მხარე მიიღებს ასეთ სახეს:

$$o\left(|z - \xi_0| \int_{|z - \xi_0|}^{\infty} r^{-2} \theta(r) dr\right) + O(|z - \xi_0|).$$

პირიქით (1) და (2) პირობა სრულდება, თუ ყველა უწყვეტი f ფუნქციისათვის რომლისთვისაც

$$f(\xi) - f(\xi_0) = o(Q(\xi, \xi_0)) \quad (5)$$

გვაქვს



$$\overline{\lim}_{z \rightarrow \xi_0} |I_{\xi_0}^{\xi_0}(f, z)| \in R_1^+.$$

შენიშვნა 1. თუ $q_{\xi_0} = Q(|\xi - \xi_0|)$, მაშინ (2) პირობა ეკვივალენტურია პირობისა $(I_{\xi_0}(\rho) \stackrel{\text{def}}{=} I_{\xi_0}^1(\rho))$

$$\int_0^l \rho^{-1} Q(\rho) dI_{\xi_0}(\rho) \in R_1^+. \quad (7)$$

კერძოდ, თუ $q_{\xi_0} = |\xi - \xi_0|^\alpha$, $\alpha \neq 1$, მაშინ პირობა (7) და პირობა (2) ეკვივალენტურია პირობისა

$$T(\alpha, \xi_0) = \int_0^l \rho^{\alpha-2} I_{\xi_0}(\rho) d\rho \in R_1^+. \quad (8)$$

ყველა გაწრფევალი წირისათვის გვექნება

$$\text{mes} \{ \xi_0 : \sup \{ \sup \{ \rho^{-1} I_{\xi_0}(\rho) : \rho > 0 \} + T(\alpha, \xi_0), \xi_0 \in \Gamma \} = +\infty \} = 0.$$

შენიშვნა 2. ვთქვათ f ფუნქცია აკმაყოფილებს (5) პირობას. აუცილებელი და საკმარისი პირობა $I_{\xi_0}^{\xi_0}(f, z)$ -ის შემოსაზღვრულობისა არის (2) [2].

შენიშვნა 3. თეორემა 1 მოიცავს პირობას განსაკუთრებული ინტეგრალის უწყვეტობის შესახებ.

ვთქვათ $z \in R_2$, $\gamma \in [0, 2\pi]$, $\rho > 0$. აღვნიშნოთ

$$S_\gamma^r(z) = \{ \xi : \xi \in \Gamma; \xi = z + \rho e^{i\gamma}, \rho \in (0, r) \}, \quad S_\gamma^\infty(z) \stackrel{\text{def}}{=} S_\gamma(z),$$

$$K_\rho(z) = \{ \xi : \xi \in \Gamma; |\xi - z| = \rho \}, \quad n(\rho, z) = \text{Card } K_\rho(z), \quad \bar{V}^\alpha(z) = \bar{V}_\infty^\alpha(z).$$

$$\bar{U}_\rho^\alpha(z) = \int_0^\rho \rho^{\alpha-1} n_r(\rho, z) d\rho, \quad U_r^\alpha(z) = \int_0^r \rho^\alpha n_r(\rho, z) d\rho, \quad \bar{U}^\alpha(z) \stackrel{\text{def}}{=} \bar{U}_\infty^\alpha(z).$$

$$\bar{V}_\rho^\alpha(z) = \int_0^{2\pi} \left(\sum_{\xi \in S_\rho^\gamma(z)} |\xi - z|^\alpha \right) d\gamma, \quad V_r^\alpha(z) = \int_0^{2\pi} \left(\sum_{\xi \in S_r^\gamma(z)} |\xi - z|^{1+\alpha} \right) d\gamma,$$

თეორემა 2. ვთქვათ $\text{Im } f = 0$, $f \in H_\alpha(\Gamma)$, $\alpha < 1$. თუ Γ ნაკეტილი წირია და

$$\sup \{ \bar{U}_\rho^\alpha(\xi) + \bar{V}_\rho^\alpha(\xi), \xi \in \Gamma \} = O(\delta^\alpha), \quad (9)$$

მაშინ $I_{\xi}^{\xi}(f, \xi) \in H_\alpha(\Gamma)$. თუ

$$\sup \{ \bar{U}_\rho^\alpha(\xi) + \sup_{\rho > 0} \rho^{-1} V_\rho^\alpha(\xi); \xi \in \Gamma \} = O(\delta^\alpha), \quad (10)$$

მაშინ $\text{Im } I_{\xi}^{\xi}(f, \xi) \in H_\alpha(\Gamma)$. თუ

$$\sup \{ \bar{V}_\rho^\alpha(\xi) + \sup_{\rho > 0} \rho^{-1} U_\rho^\alpha(\xi); \xi \in \Gamma \} = O(\delta^\alpha), \quad (11)$$

მაშინ $\text{Re } I_{\xi}^{\xi}(f, \xi) \in H_\alpha(\Gamma)$.

შენიშვნა 4. თუ $\rho^{-1} I_{\xi_0}(\rho) \leq C(\Gamma)$ (ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ წირი რეგულარულია), მაშინ შეიძლება დამტკიცდეს, რომ პირობები (9)—(11) სრულდება. პირიქით, შეიძლება აიგოს ისეთი გაწრფევალი არარეგულარული წირის მაგალითები, რომელთათვისაც შესრულებულია (11) ან (10). მოსალოდნელია რომ (9) პირობა აუცილებელია და საკმარისია რეგულარობისათვის.

შენიშვნა 5. ყოველი გაწრფევადი წირისათვის გვაქვს

$$\text{mes} \{ \xi : \xi \in \Gamma; \bar{U}^\alpha(\xi) + \bar{V}^\alpha(\xi) + \sup_{\rho > 0} \rho^{-1} V_\rho^\alpha(\xi) + \sup_{\rho > 0} \rho^{-1} U_\rho^\alpha(\xi) = +\infty, \alpha > 0 \} = 0,$$

$$\text{mes} \{ \xi : \xi \in \Gamma; \sup_{\rho > 0} \rho^{-1} U_\rho^\alpha(\xi) = +\infty \} = 0,$$

მაგრამ ზოგიერთი გლუვი წირისათვის შეიძლება გვექონდეს

$$\text{mes} \{ \xi : \xi \in \Gamma; \bar{V}^0(\xi) = +\infty \} = l \text{ (იხ. [4]).}$$

თეორემა 3. თუ $f \in H_\alpha(\Gamma)$, $\alpha \in (0, 1)$. Γ ჩაკეტილი წირია და აკმაყოფილებს პირობას $\sup \{ T(\alpha, \xi_0), \xi_0 \in \Gamma \} \in R_1^+$, მაშინ $I_\alpha^\alpha(f, \xi) \in H_{\alpha^2}(\Gamma)$.

შენიშვნა 6. ვიტყვი, რომ Γ რეგულარულია ξ_0 -ში თუ $\sup \{ \rho^{-1} I_\xi(\rho), \rho > 0 \} \in R_1^+$. პირველი შენიშვნიდან გამომდინარე გაწრფევადი ჟორდანის წირის თითქმის ყველა წერტილი რეგულარულია. თუ წირი რეგულარულია ξ_0 წერტილში, მაშინ

$$\sup \{ \rho^{-1} U_\rho^\alpha(\xi_0), \rho > 0 \} \in R_1^+, \quad (12)$$

მაგრამ პირიქით, ყოველთვის ასე არაა. თუ $\bar{V}^0(\xi_0) \in R_1^+$ აუცილებელი და საკმარისი პირობა ξ_0 წერტილის რეგულარობისა არის (12). უფრო მეტიც, თუ $\sup \{ \bar{V}^0(\xi_0); \xi_0 \in \Gamma \} \in R_1^+$, მაშინ წირი რეგულარულია. თუ $\bar{V}^0(\xi_0) = +\infty$, მაშინ შეიძლება აიგოს არარეგულარული წირი ξ_0 წერტილში, რომელიც აკმაყოფილებს (12) პირობას.

შენიშვნა 7. წინა თეორემასთან დაკავშირებით შევნიშნოთ, რომ თუ $f \in H_\alpha(\Gamma)$, $\alpha \in (0, 1)$ და (1) პირობის გარდა შესრულებულია პირობა $\sup \{ T(\varepsilon, \xi_0), \xi_0 \in \Gamma \} \in R_1^+$, $\varepsilon \in (0, \alpha)$ მაშინ $|I_\alpha^\alpha(f, z) - I_\alpha^\alpha(f, \xi_0)| \leq C_\varepsilon(\Gamma) |z - \xi_0|^{\alpha-\varepsilon}$. აი როგორ შეიძლება ჩამოყალიბდეს პლემელი — პრივალოვის თეორემა გაწრფევადი წირებისათვის.

თეორემა 4. თუ $\alpha \neq 1$ და $\text{mes} \{ \xi_0 : \xi_0 \in \Gamma; f(\xi) - f(\xi_0) = O(|\xi - \xi_0|^\alpha) \} = l$, მაშინ

$$\text{mes} \{ \xi_0 : \xi_0 \in \Gamma; I_\alpha^\alpha(f, z) - I_\alpha^\alpha(f, \xi_0) = O(|\xi - z|^\alpha) \} = l. \quad (13)$$

თუ $\alpha = 1$ მაშინ გვაქვს ცნობილი ლოგარითმული დანაკარგი.

მაგალითი 1. თუ $Q = I_{\xi_0}(|\xi - \xi_0|)$ და სრულდება (1) პირობა, მაშინ ყოველ რეგულარულ წერტილში სამართლიანია პირველი თეორემის დასკვნა. კერძოდ, არსებობს კოშის ტიპის ინტეგრალის სასრული ზღვარი და პირიქით თუ ყველა უწყვეტი f ფუნქციისათვის, რომელიც აკმაყოფილებს (5) პირობას, გვაქვს (6), მაშინ წირი ξ_0 წერტილში აკმაყოფილებს (7) პირობას.

მაგალითი 2. ვთქვათ $\alpha \geq 0$, $\varepsilon > 0$ შესრულებულია (1) და როცა $\xi \rightarrow \xi_0$ $f(\xi) - f(\xi_0) = O(|\xi - \xi_0|^{1+\alpha} [I_{\xi_0}(|\xi - \xi_0|) \ln^{1+\varepsilon} I_{\xi_0}^{-1}(|\xi - \xi_0|)]^{-1})$, მაშინ შესრულებულია (13).

შენიშვნა 8. მეორე მაგალითში თუ $\alpha = 0$, მაშინ არსებობს კუთხური ზღვარი. კერძოდ, თუ წირი რეგულარულია და f ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობას

$$f(\xi) - f(\xi_0) = O(\ln^{-1} |\xi - \xi_0|). \quad (14)$$

შევიშნოთ, რომ თუ f უწყვეტია ფუნქცია და როცა $\xi \rightarrow \xi_0$

$$f(\xi) - f(\xi_0) = o(|\xi - \xi_0| [I_{\xi_0}(|\xi - \xi_0|) \ln^{-1} I_{\xi_0}^{-1}(|\xi - \xi_0|)]^{-1}),$$

მაშინ არაა გარანტირებული კუთხური ზღვარის არსებობა ყოველ წერტილში. უფრო მეტიც, კუთხური ზღვრის არსებობა არაა გარანტირებული იმ უწყვეტი ფუნქციებისათვის, რომელიც აკმაყოფილებენ (14) პირობას, როცა $\varepsilon = 0$.

შენიშვნა 9. ვთქვათ ჩაკეტილი წირი (1) პირობის გარდა აკმაყოფილებს პირობას $T(2\alpha-1, \xi_0 \in R_1^+, \text{ და როცა } \xi \rightarrow \xi_0, f(\xi) - f(\xi_0) = O(|\xi - \xi_0|^\alpha)$. მაშინ თუ $z \rightarrow \xi_0, I_{\xi_0}^\alpha(f, z) - I_{\xi_0}^\alpha(f, \xi_0) = O(|z - \xi_0|^{1-\alpha})$. კერძოდ, თუ $f \in H_\alpha(\Gamma)$, $\alpha \in (0, 1)$ და $\sup \{T(2\alpha-1, \xi_0), \xi_0 \in \Gamma\} \in R_1^+$, მაშინ $|I_{\xi_0}^\alpha(f, z) - I_{\xi_0}^\alpha(f, \xi_0)| \leq C_\alpha(\Gamma)|z - \xi_0|^{1-\alpha}$.

შენიშვნათ, რომ $1-\alpha > 2\alpha-1$ თუ $\alpha \in (1/2, 2/3)$. აქედან, კერძოდ, გამოდის, რომ თუ $\alpha=1/2$, სასრული კუთხური ზღვრები შეიძლება არ არსებობდნენ. ამ შემთხვევაში მუშაობს წინადადება მეორე შენიშვნიდან.

შენიშვნა 10. თუ $I_{\xi_0}^\beta(\rho) = \rho^\beta, \beta \in (0, 1) (I_{\xi_0}^\beta(\rho) = \ln^{-1} \rho^{-1})$, მაშინ ყოველი $\alpha \leq 1 - \beta$ -სთვის ($\alpha \in (0, 1)$ -სთვის) არსებობს ისეთი უწყვეტი ფუნქცია f , რომ $f(\xi) - f(\xi_0) = o(|\xi - \xi_0|^\alpha)$ და $\lim_{z \rightarrow \xi_0} |I_{\xi_0}^\alpha(f, z)| = +\infty$, მაგრამ თუ $f(\xi) - f(\xi_0) = O(|\xi - \xi_0|)$. მაშინ გაწოფველი წირის ყოველ წერტილში, რომელიც აკმაყოფილებს (1) პირობას, გვაქვს სასრული კუთხური ზღვარი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი
 მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 2.3.1990)

МАТЕМАТИКА

И. Д. МАЧАВАРИАНИ

ОБ УГЛОВЫХ ПРЕДЕЛАХ ИНТЕГРАЛА ТИПА КОШИ

Резюме

Теорема 4 аналог известной теоремы Племеля—Привалова для произвольных спрямляемых кривых.

MATHEMATICS

I. D. MACHAVARIANI

ON THE NONTANGENTIAL LIMITS OF CAUCHY-TYPE INTEGRALS

Summary

The nontangential behaviour of Cauchy-type integrals are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Крал. ДАН СССР, 155, 1964, 32—34.
2. Josef Kral, Jaroslav Lukes, Czech. Math. J. 21 (96) 1971, 76—98. 22 (97), 1972, 663—682.
3. С. Сакс. Теория интеграла. М., 1949.
4. J. Kral. Hladke funkce s nekonecnou cyclickou variaci. Cas. pro pestovani, roc., 93, 1968, 178—185.

А. М. НИКАБАДЗЕ

ОБНОВЛЯЮЩИЕ ПОЛЯ ДЛЯ ВЕКТОРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ
 ВЕЛИЧИН ПРОТИВ ОБЩИХ АЛЬТЕРНАТИВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 4.1.1990)

При каждом n рассмотрим серию X_{1n}, \dots, X_{nn} независимых m -мерных случайных векторов и пусть $F = \{F(\cdot, \theta), \theta \in \Theta \subset R^k\}$ — регулярное семейство абсолютно непрерывных функций распределения $F(\cdot, \theta)$, зависящих от конечномерного параметра θ , принимающего значения из открытого множества $\Theta \in R^k$ (см. [1]). Предположим, без ограничения общности, что все функции распределения из F сосредоточены на множестве $[0, 1]^m$ и обозначим $f(\cdot, \theta)$ плотность распределения $F(\cdot, \theta)$. Пусть функция распределения F_{in} каждого из случайных векторов X_{in} неизвестна и требуется проверить гипотезу, что $F_{in} = F \in F$ при всех $i = \overline{1, n}$, т. е. что случайные векторы X_{in} одинаково распределены.

В работах [2—4] рассмотрены альтернативы, для которых X_{in} снова одинаково распределены и основным объектом при этом является параметрическое эмпирическое поле u_n

$$u_n(x) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \{I(X_{in} \leq x) - F(x, \hat{\theta})\}, \quad (1)$$

где $\hat{\theta}$ — некоторая «хорошая» оценка параметра θ , например, оценка максимального правдоподобия (более точно см. [2]). В настоящей работе мы рассмотрим более общие альтернативы, согласно которым, каждый X_{in} имеет свое распределение $F_{in} = A_{in} \notin F$, т. е. случайные векторы X_{in} могут быть разно распределены. Например, могут быть рассмотрены альтернативы о разладке. Для такого обобщения требуется вместо поля u_n рассмотреть поле z_n , построенный по частичным суммам

$$z_n(t, x) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^{[nt]} \{I(X_{in} \leq x) - F(x, \hat{\theta})\}. \quad (2)$$

Пусть $x \wedge y = (x_1 \wedge y_1, \dots, x_m \wedge y_m)$. Предел по распределению полей u_n и z_n при гипотезе обозначим через u и z , соответственно. Корреляционная функция каждого из этих полей имеет вид

$$R^u(x, y) = F(x \wedge y, \theta) - g^T(x) \cdot g(y),$$

$$R^z[(t, x), (s, y)] = (t \wedge s) \cdot F(x \wedge y, \theta) - (t \wedge s) \cdot g^T(x) \cdot g(y),$$

где вектор-функции $g'(\cdot)$ и $g(\cdot)$ соответственно равны

$$g'(x) = \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln f(x, \theta) \right), \quad g(x) = \int_{y < x} g'(y) F(dy, \theta).$$

Для поля u в работах [2—4] построено обновляющее винеровское поле ω . В работах Шеппа и Хицуды [5, 6] для одномерного случая $m=1$ содержатся необходимые и достаточные условия существования обновляющего винеровского процесса для гауссовского процесса ξ . При этом необходимо, чтобы корреляционная функция процесса ξ имела вид

$$R_{\xi}^{\xi}(t, s) = t \wedge s - \int_0^t \int_0^s k(\tau, \sigma) d\tau d\sigma, \quad (3)$$

где $\int_0^1 \int_0^1 k^2(\tau, \sigma) d\tau d\sigma < \infty$.

Но с ростом размерности ситуация меняется. В многомерном случае $m \geq 2$ условие, подобное (3), выполнено для поля u , однако оно неверно для поля z . Поэтому, хотя для поля u удается построить обновляющее винеровское поле, не ясно существует ли оно для z .

Пусть $\mathbf{A} = \{A\}$ — семейство измеримых подмножеств $[0, 1]^m$, удовлетворяющих условиям:

1. для $A_1, A_2 \in \mathbf{A}$, $A_1 \subseteq A_2$ или $A_2 \subseteq A_1$;

2. если $\lim_n \bigcap A_n = A$, то $A \in \mathbf{A}$;

3. $\bigcup_{A \in \mathbf{A}} A = [0, 1]^m$, $\bigcap_{A \in \mathbf{A}} A = A_0$, $\mu(A_0) = 0$, где μ — мера Лебега;

4. отображение $x \rightarrow A_x$, определенное соотношением $A_x = \lim_{x \in A} \bigcap A$

непрерывно по мере: из $x_n \rightarrow x$ следует, что $\mu(A_x \Delta A_{x_n}) \rightarrow 0$.

Определим матрицу $C(\cdot)$ соотношением

$$C(y) = \int_{\bar{A}_y} g'(y) \cdot g'^T(y) \cdot F(dy, \theta), \quad \bar{A}_y = [0, 1]^m \setminus A_y$$

и предположим, что выполнены следующие условия:

а) матрица $C(y)$ не вырождена и конечна при всех $y < 1$;

б) плотности $f(\cdot, \theta) > 0$ п. в. на $[0, 1]^m$.

Определим поле ω соотношением

$$\omega(t, x) = z(t, x) - \int_{y < x} g'^T(y) C^{-1}(y) \int_{\bar{A}_y} g'(\sigma) z(t, d\sigma) \cdot F(dy, \theta),$$

а затем определим поле ω^0

$$\omega^0(t, x) = W[z, \mathbf{F}](t, x) = \int_{y < x} f^{-1/2}(y, \theta) \cdot \omega(t, dy). \quad (4)$$

Это и есть обновляющее винеровское поле для z .

Теорема 1. Если выполнены условия а) и б), то поле ω^0 , определенное соотношением (4), есть стандартное винеровское поле. Соответствие между траекториями ω^0 и z взаимнооднозначно.

В качестве альтернатив рассмотрим утверждение, что для некоторых i , функция распределения X_{in} есть $F_{in} = A_{in} \notin \mathbf{F}$ такая, что для некоторого $\theta \in \Theta$ имеет место представление

$$\left[\frac{d A_{in}}{d F}(x, \theta) \right]^{1/2} = 1 + \frac{h_n(t, x, \theta)}{2 \sqrt{n}}, \quad \frac{i-1}{n} < t \leq \frac{i}{n}, \quad (5)$$

а также

$$\int_{[0, 1]^{m+1}} [h_n - h]^2(\tau, y, \theta) d\tau F(dy, \theta) \rightarrow 0 \quad \text{при } n \rightarrow \infty$$

для некоторой функции $h(\cdot, \theta)$ такой, что

$$\int_{[0, 1]^{m+1}} h^2(\tau, y, \theta) d\tau F(dy, \theta) < \infty,$$

$$\int_{[0, 1]^m} h(t, y, \theta) F(dy, \theta) = 0 \quad \text{для любого } t \in [0, 1].$$

Обозначим $\omega_n = W[z_n, \mathbf{F}]$ и введем функцию

$$H(t, x) = \int_{(\tau, y) \leq (t, x)} h(\tau, y, \theta) d\tau F(dy, \theta).$$

Теорема 2. Если выполнены условия а) и б) при альтернативах (5) в пространстве $D_{[0, 1]^{m+1}}$ при $n \rightarrow \infty$

$$\omega_n \xrightarrow{D} \omega^0 + c,$$

где $c = \omega[H, \mathbf{F}]$. При гипотезе $c = 0$.

Ясно, что статистиками критериев согласия могут служить непрерывные в $D_{[0, 1]^{m+1}}$ функционалы от поля ω_n , их предельное при гипотезе распределение не зависит от \mathbf{F} .

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

(Поступило 11.1.1990)

მათემატიკა

ა. ნიძაბაძე

განმავალბებელი ველები ვექტორული უმომხვევითი
სიდიდეებისათვის ზოგადი ალტერნატივების დროს

რეზიუმე

აგებულია პარამეტრული ემპირიული ველის გარდაქმნა და აღწერილია ზღვრული ველი როგორც ჰიპოთეზის, ისე ალტერნატივების დროს. ნაჩვენებია, რომ ჰიპოთეზის სამართლიანობის დროს ეს არის სტანდარტული ვინერის ველი.

A. M. NIKABADZE

INNOVATION FIELDS FOR VECTOR RANDOM VARIABLES
AGAINST THE GENERAL ALTERNATIVES

Summary

The transformation of the parametric empirical field is built and the limit field is described both by a hypothesis and by alternatives. It is shown that in the first case it is a standard Wiener field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Ибрагимов, Р. З. Хасьминский. Асимптотическая теория оценивания. М., 1979.
2. Э. В. Хмаладзе. УМН, 37, № 6, 1982, 193—212.
3. А. М. Никабадзе, Э. В. Хмаладзе. ДАН СССР, 294, № 5, 1987, 1058—1060.
4. E. V. Khmaladze. Ann. Stat. 16, № 4, 1988, 1503—1516.
5. L. A. Sharp. Ann. Stat. 37, № 2, 1966, 321—354.
6. N. M. Hitsuda. Osaka J. Mathem., 5, 1968, 299—312.



Ш. М. ГЕЛАШВИЛИ

О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 8.1.1990)

В предлагаемой статье рассматривается вопрос о численном решении краевых задач вида

$$\frac{du_k(t)}{dt} = f_k(u_1, \dots, u_m)(t) \quad (k=1, \dots, m), \quad (1)$$

$$u_k(t_k) = \Phi_k(u_1, \dots, u_m) \quad (k=1, \dots, m), \quad (2)$$

где $-\infty < a < b < +\infty$, $t_k \in I_0 = [a, b]$ ($k=1, \dots, m$), f_1, \dots, f_m — непрерывные операторы, действующие из пространства m -мерных непрерывных вектор-функций $C(I_0, R^m)$ в пространство суммируемых функций $L(I_0, R)$, а $\Phi_k : C(I_0, R^m) \rightarrow R$ ($k=1, \dots, m$) — непрерывные функционалы⁽¹⁾. Аналогичный вопрос раньше исследовался в [2—4]. Приведенные ниже предложения дополняют результаты этих работ.

Мы будем пользоваться следующими обозначениями:

$$N_n = \{1, \dots, n\}, \quad \tilde{N}_n = \{0, 1, \dots, n\}.$$

R^m — m -мерное вещественное евклидово пространство точек $x = (x_k)_{k=1}^m$ с нормой

$$\|x\|_{R^m} = \sum_{k=1}^m |x_k|.$$

$$R_+ = [0, +\infty[, \quad R_+^m = \{(x_k)_{k=1}^m \in R^m : x_1 \geq 0, \dots, x_m \geq 0\}.$$

E_n^m и \tilde{E}_n^m — пространства вектор-функций $x : N_n \rightarrow R^m$ и $Y : \tilde{N}_n \rightarrow R^m$ с нормами

$$\|x\|_{E_n^m} = \max \{\|x(i)\|_{R^m} : i \in N_n\}, \quad \|y\|_{\tilde{E}_n^m} = \max \{\|y(i)\|_{R^m} : i \in \tilde{N}_n\}.$$

$$E_n = E_n^1, \quad \tilde{E}_n = \tilde{E}_n^1.$$

Δ — разностный оператор первого порядка

$$t_{in} = a + \frac{b-a}{n} i.$$

$$p_n : C(I_0; R) \rightarrow \tilde{E}_n \quad \text{и} \quad q_n : \tilde{E}_n \rightarrow C(I_0; R)$$

— операторы, заданные равенствами

$$p_n(u)(i) = u(t_{in}) \quad \text{при} \quad i \in \tilde{N}_n,$$

⁽¹⁾ По поводу разрешимости задач вида (1), (2), см. [1].

$$q_n(x)(t) = \frac{n}{b-a} [(t_{i_n} - t)x(i-1) + (t - t_{i-1n})x(i)] \text{ при } t_{i-1n} \leq t \leq t_{i_n}, i \in \tilde{N}_n.$$

$$L(I_0; R_+) = \{u \in L(I_0; R) : u(t) \geq 0 \text{ при } t \in I_0\}.$$

$$C(I_0; R^m) = \{x \in C(I_0; R^m) : x(t) \in R_+^m \text{ при } t \in I_0\}.$$

Всюду в дальнейшем предполагается, что операторы f_1, \dots, f_m имеют суммируемую мажоранту в каждом ограниченном множестве пространства $C(I_0; R^m)$. Решение задачи (1), (2) ищется в классе абсолютно непрерывных вектор-функций $(u_k)_{k=1}^m : I_0 \rightarrow R^m$.

О п р е д е л е н и е 1. Пусть

$h \in L(I_0; R)$, а $f_{0k} : C(I_0; R^m) \rightarrow L(I_0; R_+)$ и $\varphi_{0k} : C(I_0; R^m) \rightarrow R_+$ ($k=1, \dots, m$) — положительно-однородные непрерывные неубывающие операторы и функционалы такие, что система дифференциальных неравенств

$$|u'_k(t) - h_k(t)u_k(t)| \leq f_{0k}(|u_1|, \dots, |u_m|)(t) \quad (k=1, \dots, m)$$

с красивыми условиями

$$u_k(t_k) \leq \varphi_{0k}(|u_1|, \dots, |u_m|) \quad (k=1, \dots, m)$$

имеет только нулевое решение. Тогда будем говорить, что вектор $(h_1, \dots, h_m; f_{01}, \dots, f_{0m}; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0m})$ принадлежит множеству $W(t_1, \dots, t_m)$.

О п р е д е л е н и е 2. Пусть $g : C(I_0; R^m) \rightarrow L(I_0; R)$. Тогда запись

$$(g_n)_{n=1}^{+\infty} \in D_g$$

означает, что $g_n : \tilde{E}_n^m \rightarrow E_n$ является непрерывным оператором при любом натуральном n , и для любой $(u_k)_{k=1}^m \in C(I_0; R^m)$ соблюдается условие

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \sum_{i=1}^n \left| g_n(x_{1n}, \dots, x_{mn})(i) - \int_{t_{i-1n}}^{t_{in}} g(u_1, \dots, u_m)(t) dt \right| = 0,$$

если только $(x_{kn})_{k=1}^m \in \tilde{E}_n^m$ ($n=1, 2, \dots$) и

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \|x_{kn} - p_n(u_k)\|_{\tilde{E}_n} = 0 \quad (k=1, \dots, m).$$

Наряду с дифференциальной задачей (1), (2) рассмотрим ее разностный аналог

$$\Delta x_k(i-1) = f_{kn}(x_1, \dots, x_m)(i) \quad (k=1, \dots, m), \quad (3)$$

$$x_k(i_{kn}) = \varphi_{kn}(x_1, \dots, x_m) \quad (k=1, \dots, m)^{(2)}, \quad (4)$$

где

$$(f_{kn})_{n=1}^{+\infty} \in D_{f_k} \quad (k=1, \dots, m),$$

функционалы $\varphi_{kn} : \tilde{E}_n^m \rightarrow R$ ($k=1, \dots, m; n=1, 2, \dots$) непрерывны и для любой $(u_k)_{k=1}^m \in C(I_0; R^m)$ имеем

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \varphi_{kn}(x_{1n}, \dots, x_{mn}) = \varphi_k(u_1, \dots, u_m) \quad (k=1, \dots, m),$$

если только

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \|x_{kn} - p_n(u_k)\|_{\tilde{E}_n} = 0,$$

а при каждом натуральном n числа i_{kn} ($k=1, \dots, m$) подобраны таким образом, чтобы

$$t_{i_{kn}n} \leq t_k < t_{i_{kn}n+1}.$$

(2) Признаки разрешимости задач вида (3), (4) содержатся в [5].

Теорема. Пусть задача (1), (2) имеет единственное решение $(u_k^0)_{k=1}^m$ и в $C(I_0; R^m)$ соблюдаются неравенства

$$\begin{aligned} & |f_k(u_1, \dots, u_m)(t) - h_k(t) u_k(t)| \text{Sign}[(t-t_k) u_k(t)] \leq \\ & \leq h_0(t) + f_{0k}(|u_1|, \dots, |u_m|)(t) \text{ при } t \in I_0 \quad (k=1, \dots, m) \end{aligned} \quad (5)$$

и

$$|\Phi_k(u_1, \dots, u_m)| \leq r_0 + \Phi_{0k}(|u_1|, \dots, |u_m|) \quad (k=1, \dots, m), \quad (6)$$

где $r_0 \in R_+$, $h_0 \in L(I_0; R_+)$ и

$$(h_1, \dots, h_m; f_{01}, \dots, f_{0m}; \Phi_{01}, \dots, \Phi_{0m}) \in W(t_1, \dots, t_m). \quad (7)$$

Пусть, далее, для любого $\rho > 0$ имеем

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^m |\Phi_{kn}(x_1, \dots, x_m)| & \leq \eta_\rho \sum_{k=1}^m |f_{kn}(x_1, \dots, x_m)(i)| \leq \\ & \leq f_{\rho n}^*(i) \text{ при } i \in N_n, \sum_{k=1}^m \|x_k\|_{E_n} \leq m\rho \quad (n=1, 2, \dots), \end{aligned}$$

где $\eta_\rho \in R_+$

$$(f_{\rho n}^*)_{n=1}^{+\infty} \in D_{f_\rho}^*, \quad f_\rho^* \in L(I_0; R_+).$$

Тогда для любого $r > 0$ найдется натуральное число $n_0 = n_0(r)$ такое, что при каждом $n > n_0$ множество $X_n(u_1^0, \dots, u_m^0; r)$ решений задачи (3), (4), удовлетворяющих неравенству

$$\sum_{k=1}^m \|x_k - p_n(u_k^0)\|_{E_n} \tilde{<} r,$$

непусто и

$$\sup \left\{ \sum_{k=1}^m \|x_k - p_n(u_k^0)\|_{E_n} : (x_k)_{k=1}^m \in X_n(u_1^0, \dots, u_m^0; r) \right\} \rightarrow 0,$$

когда $n \rightarrow +\infty$.

Следствие 1. Пусть задача (1), (2) имеет единственное решение $(u_k^0)_{k=1}^m$ и в $C(I_0, R^m)$ соблюдаются неравенства (6) и

$|f_k(u_1, \dots, u_m)(t)| \leq h_0(t) + f_{0k}(|u_1|, \dots, |u_m|)(t)$ при $t \in I_0$ ($k=1, \dots, m$), где $r_0 \in R_+$, $h_0 \in L(I_0; R_+)$ и

$$(0, \dots, 0; f_{01}, \dots, f_{0m}; \Phi_{01}, \dots, \Phi_{0m}) \in W(t_1, \dots, t_m).$$

Пусть, далее,

$$f_{kn}(x_1, \dots, x_m)(i) = \int_{t_{i-1n}}^{t_{in}} f_k(q_n(x_1), \dots, q_n(x_m))(s) ds \quad (n \in N, i \in N_n, k=1, \dots, m),$$

$$\Phi_{kn}(x_1, \dots, x_m) = \Phi_k(q_n(x_1), \dots, q_n(x_m)). \quad (n \in N; k=1, \dots, m). \quad (8)$$

Тогда найдется $n_0 \in N$ такое, что при каждом $n > n_0$ множество X_n решений задачи (3), (4) непусто и

$$\sup \left\{ \sum_{k=1}^m \|x_k - p_n(u_k^0)\|_{E_n} : (x_k)_{k=1}^m \in X_n \right\} \rightarrow 0, \text{ когда } n \rightarrow +\infty.$$

С л е д с т в и е 2. Пусть операторы

$$f_k \in C(C(I_0, R^m); C(I_0; R)) \quad (k=1, \dots, m)$$

ограничены на каждом ограниченном множестве пространства $C(I_0; R^m)$, задача (1), (2) имеет единственное решение и соблюдаются условия (5)–(7), где $r_0 \in R_+$, $h_0 \in C(I_0; R_+)$,

$$h_k \in C(I_0; R), f_{0k} \in C(C(I_0; R^m); C(I_0; R)) \quad (k=1, \dots, m).$$

Пусть, далее,

$$f_{kn}(x_1, \dots, x_m)(i) = \frac{b-a}{n} f_k(q_n(x_1), \dots, q_n(x_m))(t_{-kn}(i)n) \quad (n \in N, i \in N_n, k=1, \dots, m),$$

где

$$\tau_{kn}(i) = \begin{cases} i & \text{при } i > i_{kn} \\ i-1 & \text{при } i \leq i_{kn} \end{cases}$$

а функционалы $\Phi_{kn}(n \in N, k=1, \dots, m)$ заданы равенствами (8). Тогда справедливо утверждение следствия 1.

Тбилисский государственный университет
им. А. И. Джавахишвили

(Поступило 25.1.1990)

მათემატიკა

ზ. გელაშვილი

სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნის შესახებ არაწრფივ ფუნქციონალურ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის

რეზიუმე

(1), (2) დიფერენციალური ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის სპოვნულად აგებულია (3), (4) სახის სხვაობიანი სქემა და მოყვანილია ამ სქემის კრებადობის საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

Sh. M. GELASHVILI

ON A NUMERICAL SOLUTION OF BOUNDARY-VALUE
PROBLEMS FOR SYSTEMS OF FUNCTIONAL-DIFFERENTIAL
EQUATIONS

Summary

The difference scheme (3), (4) is considered for a numerical solution of the differential problem (1), (2) and sufficient conditions for the convergence of this scheme are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. М. Гелашвили. Arch. Math. 20, № 4, 1984, 157–168.
2. Ш. М. Гелашвили, И. Т. Кигурадзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 3, 1984, 469–472.
3. Ш. М. Гелашвили. Сообщения АН ГССР, 116, № 1, 1984, 37–40.
4. Ш. М. Гелашвили, И. Т. Кигурадзе. Докл. расшир. засед. семинара ИПМ им. И. Н. Векуа, 3, № 3, 1988, 32–38.
5. Ш. М. Гелашвили. Труды ИПМ им. И. Н. Векуа, 22, 1957, 69–99.



Ю. Л. ДАЛЕЦКИЙ, А. С. ТКЕШЕЛАШВИЛИ

О ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯХ СЛУЧАЙНЫХ
 ФУНКЦИЙ МНОЖЕСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Вахания 4.1.1990)

1. При изучении случайных полей на бесконечномерных пространствах следует считаться с тем обстоятельством, что функции множеств не сводятся к функциям точек (хотя бы и обобщенных, см. [1, 2]). В связи с этим естественно рассмотрение случайных функций множеств. В этой работе мы приведем некоторые соображения общего подхода к случайным функциям множеств, имея ввиду дальнейшее продвижение в сторону построения не гауссова аналога расширенного стохастического интеграла [3, 4].

Пусть (X, \mathfrak{A}) — измеримое пространство; (Ω, F, P) — вероятностное пространство. Мы будем рассматривать конечную случайную аддитивную функцию множество μ , принимающую вещественные значения

$$\mu : \mathfrak{A} \rightarrow R^1, \quad \mu : A \rightarrow \mu(A, \omega) \quad (\omega \in \Omega),$$

$$\mu(A' \cup A'') = \mu(A') + \mu(A''); \quad A', A'' \in \mathfrak{A}, \quad A' \cap A'' = \emptyset.$$

Рассмотрим конечномерные распределения

$$m(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) = P\{\omega : \mu(A_k, \omega) \in \Delta_k, \quad k=1, 2, \dots, n\}.$$

$$A_1, A_2, \dots, A_n$$

Они удовлетворяют естественным условиям согласованности Колмогорова

$$m(\Delta_{k_1}, \Delta_{k_2}, \dots, \Delta_{k_n}) = m(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) \quad (1)$$

$$A_{k_1}, A_{k_2}, \dots, A_{k_n} \quad A_1, A_2, \dots, A_n$$

при любой перестановке (k_1, k_2, \dots, k_n) , а также

$$m(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n, R) = m(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n). \quad (2)$$

$$A_1, A_2, \dots, A_n, A_{n+1} \quad A_1, A_2, \dots, A_n$$

Кроме этих условий, выполняются еще условия, определяющие свойство аддитивности

$$m(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) = \int_{-\infty}^{+\infty} m(dx, \Delta_1 - x, \Delta_2, \dots, \Delta_n), \quad A'_1 \cap A''_1 = \emptyset,$$

$$A'_1 \cup A''_1, A_2, \dots, A_n \quad A'_1, A''_1, A_2, \dots, A_n$$

$$m(\Delta'_1, \Delta''_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) = m(\Delta'_1 \cap \Delta''_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n). \quad (3)$$

$$A'_1, A''_1, A_2, \dots, A_n \quad A_1, A_2, \dots, A_n$$

Рассмотрим характеристический функционал (х. ф.) случайной функции множество

$$\chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n) = E \exp \left\{ i \sum_{k=1}^n \tau_k \mu(A_k) \right\}.$$

$$A_1, A_2, \dots, A_n$$

Условия (3) на языке х. ф. заменяются соотношениями

$$\begin{aligned} \chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n) &= \chi(\tau_1, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n), \\ A_1' \cup A_1'', A_2, \dots, A_n & \quad A_1', A_1'', A_2, \dots, A_n \\ \chi(\tau_1', \tau_1'', \tau_2, \dots, \tau_n) &= \chi(\tau_1' + \tau_1'', \tau_2, \dots, \tau_n). \end{aligned} \quad (4)$$

Условия согласованности (1)–(2) эквивалентны условиям

$$\begin{aligned} \chi(\tau_{k_1}, \tau_{k_2}, \dots, \tau_{k_n}) &= \chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n), \\ A_{k_1}, A_{k_2}, \dots, A_{k_n} & \quad A_1, A_2, \dots, A_n \\ \chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n, 0) &= \chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n). \end{aligned} \quad (5)$$

В силу теоремы Колмогорова условия (5) и положительно определенные функции $\chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ ($n=1, 2, \dots$) обеспечивают существование вероятностной меры на пространстве функций на множестве \mathfrak{A} .

Теорема 1. Для того чтобы мера в пространстве функций множеств $\mu(A)$ была сосредоточена на аддитивных функциях множеств, необходимо, чтобы выполнялись условия (4) и достаточно, чтобы выполнялись эти условия в частном случае

$$\chi(\tau, \tau_1, \tau_2) = \chi(\tau, \tau, \tau_1, \tau_2) = \chi(\tau + \tau_1, \tau + \tau_2), \quad (A \cap B = \emptyset).$$

$$A \cup B, A, B \quad A, B, A, B \quad A, B$$

Доказательство необходимости указано выше. Достаточность следует из соотношения

$$E \exp \{it \{ \mu(A \cup B) - \mu(A) - \mu(B) \} \} = \chi(t, -t, -t) = \chi(0, 0) = 1$$

2. Рассмотрим пространство L простых \mathfrak{A} -измеримых функций на

$$X: \theta(x) = \sum_{k=1}^n \tau_k I_{A_k}(x) \quad (A_1, A_2, \dots, A_n \in \mathfrak{A}).$$

При условиях (4) формула

$$\chi(\theta) = \chi(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)_{A_1, A_2, \dots, A_n}$$

корректно определяет положительно определенный функционал на L , который мы назовем χ . ф. случайной меры μ . При этом функция $\chi(t, \theta)$ ($t \in R^1$) является характеристической функцией случайной величины

$$\mu(\theta) = \sum_{k=1}^n \tau_k \mu(A_k) = \int_X \theta(x) \mu(dx)$$

определяющий случайных линейных функционал $\theta \rightarrow \mu(\theta)$ на L -стохастический интеграл по случайной мере μ .

Далее мы рассмотрим вопрос о распространении этого стохастического интеграла на более широкий запас функций.

Предположим, что случайная функция μ обладает первыми двумя моментами

$$E\mu(A) = 0; \quad E\mu(A_1) \mu(A_2) = \beta(A_1 \times A_2).$$

Функция β (корреляционная мера) порождает конечно-аддитивную положительно определенную функцию множеств на $(X \times X, \mathfrak{A} \times \mathfrak{A})$ и определяет скалярное произведение в L .

$$(\varphi, \psi)_\beta = \iint \varphi(x) \psi(y) \beta(dx \times dy) = E \int \varphi(x) \mu(dx) \int \psi(x) \mu(dx).$$

Всюду далее мы предположим, что корреляционная мера β — σ -аддитивная функция множеств. Отметим, что при этом случайная мера μ σ -аддитивна в среднем квадратичном (но, вообще говоря не п. н.)

Введем в рассмотрение гильбертово пространство H_β со скалярным произведением $(\varphi, \psi)_\beta$, полученное из L путем стандартной процедуры пополнения и факторизации по подмножеству нуль-элементов.

Теорема 2. Стохастический интеграл $\mu(\theta)$ распространяется на элементы θ пространства H_β и сохраняется соотношение

$$E|\mu(\theta)|^2 = \|\theta\|_\beta^2.$$

Доказательство приводится при помощи стандартного предельного перехода.

3. Рассмотрим отображение $S: \varphi \rightarrow \nu_\varphi$,

$$\nu_\varphi(A) = \int \varphi(x) \beta(dx \times A), \quad (6)$$

сопоставляющее каждому элементу $\varphi \in H_\beta^*$ меру на X , порождающую линейный функционал $\nu_\varphi \in H_\beta^*$.

$$\langle \psi, \nu_\varphi \rangle = \int \psi(x) \nu_\varphi(dx) = (\psi, \varphi)_\beta$$

Из формулы [6] и σ -аддитивности β следует, что H_β^* состоит из σ -аддитивных мер. Введем в H_β^* скалярное произведение $(\nu_\varphi, \nu_\psi)^* = (\varphi, \psi)_\beta$. При этом отображение S становится унитарным и отождествляет H_β^* с H_β .

Выберем в H_β ортобазис $\{\varphi_k\}$. Тогда $\nu_k = S\varphi_k = \nu_{\varphi_k}$ — ортобазис в H_β^* : $\langle \nu_j, \nu_k \rangle = (\varphi_j, \varphi_k)_\beta = (\nu_j, \nu_k)^* = \delta_{jk}$.

Рассмотрим гильбертово пространство H_+ — плотно вложенное в H_β с вложением Гильберта—Шмидта. Это пространство можно получить, напри-

мер, как пространство элементов вида $\varphi = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \varphi_k \in H_\beta$, удовлетворяющих

условию $\|\varphi\|_+ = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_k^2} |c_k|^2 < \infty$, где $\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^2 < \infty$. При этом возникает

сопряженный с H_+ пространство $H_-^* \supset H^*$, получающееся из H^* путем

пополнения по норме $\|\nu\|_-^2 = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^2 |c_k|^2$ для $\nu = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \nu_k$

$$H_+ \subset H_\beta \xrightarrow{S} H_\beta^* \subset H_-^*.$$

При этом спаривание пространств H_+ и H_-^* является расширением спаривания H_β и H_β^* .

Теорема 3. Случайная аддитивная функция множеств μ , обладающая σ -аддитивной корреляционной мерой β , реализуется как случайный линейный функционал $\langle \varphi, \mu \rangle$ на H_β , непрерывный в среднем квадратичном и принадлежащий п. н. пространству H_-^* .

Доказательство следует из теоремы Минлоса—Сазонова.



4. Пусть теперь X — линейное топологическое пространство. Тогда для мер на X имеет смысл понятие дифференцируемости вдоль направлений из $X_0 \subset X$.

Теорема 4. Пусть корреляционная мера β дифференцируема по каждому из аргументов вдоль подпространства $X_0 \subset X$, так что существует смешанная производная

$$\beta''_{h_1, h_2}(A_1, A_2) = \lim_{\substack{\tau_1 \rightarrow 0 \\ \tau_2 \rightarrow 0}} \frac{\partial^2}{\partial \tau_1 \partial \tau_2} \beta(A_1 + \tau_1 h_1, A_2 + \tau_2 h_2).$$

Тогда случайная мера μ обладает слабой производной μ'_h вдоль направлений из X_0

$$\int \varphi(x) \mu'_h(dx) = \lim_{\tau \rightarrow 0} \int \varphi(x) \frac{\mu(dx + \tau h) - \mu(dx)}{\tau} \quad (h \in X_0)$$

и справедлива формула интегрирования по частям

$$\int \varphi(x) \mu'_h(dx) = - \int \varphi'_h(x) \mu(dx).$$

Кутаисский политехнический институт
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 5.1.1990)

მათემატიკა

ი. დალეცკი, ა. ტკეშელაშვილი

სიმრავლეთა შემთხვევითი ფუნქციების ალბათური
ბანაჟილებების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია სიმრავლეთა შემთხვევითი ფუნქციების სივრცის თვისებები. აგებულია სტოქასტური ინტეგრალი არაგაუსული შემთხვევითი ზომებისათვის.

MATHEMATICS

Yu. L. DALETSKY, A. S. TKESHELASHVILI

ON PROBABILITY DISTRIBUTIONS FOR RANDOM FUNCTIONS OF SETS

Summary

The paper considers a space of random functions of sets. The stochastic integral for non-Gaussian random measures is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Введение в теорию случайных процессов. М., 1965.
2. Ю. Л. Далецкий, С. В. Фомин. Меры и дифференциальные уравнения в бесконечномерных пространствах. М., 1933.
3. Ю. Л. Далецкий, С. Н. Парамонова. Теория вероятн. и матем. статист., вып. 17, 1977, 51—60.
4. Ю. Л. Далецкий, С. Н. Парамонова. ДАН СССР, 203, № 3, 1973, 512—515.

Г. Д. ГИОРГОБИАНИ

О СХОДЯЩИХСЯ ПОЧТИ ВСЮДУ ПЕРЕСТАНОВКАХ
 РАЗЛОЖЕНИИ В РЯД ПО ОРТОГОНАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Вахания 15.1.1990)

Гарсия в [1] показал справедливость следующего утверждения: пусть $(\varphi_n)_{n=1}^\infty$ —ортогональная система функций из $L_2 \equiv L_2[0, 1]$; для любой функции $f \in L_2$ существует такая перестановка $\sigma: N \rightarrow N$, что ряд Фурье функции f по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^\infty$ сходится почти всюду (п. в.). В этой формулировке перестановка может зависеть от функции f . В связи с этим возникает вопрос (называемый проблемой Гарсия), который до настоящего времени остается открытым: можно ли для данной ортогональной системы $(\varphi_n)_{n=1}^\infty$ подобрать единую перестановку σ такую, что ряд Фурье любой функции $f \in L_2$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^\infty$ сходился п. в. Мы показываем здесь, что такая единая перестановка существует для «почти всех» функций из L_2 .

Приведенный результат Гарсия был обобщен Е. М. Никишиным.

Теорема (Е. М. Никишин [2]). Пусть (T, λ) —измеримое пространство с конечной мерой λ , $\sum \psi_n$ —ряд, составленный из вещественных измеримых функций определенных на T . Если этот ряд сходится по мере λ к некоторой функции ψ и $\sum \psi_n^2 < \infty$ п. в. на T , то существует такая перестановка $\sigma: N \rightarrow N$, что ряд $\sum \psi_{\sigma(n)}$ сходится к ψ п. в. на T .

Отметим, что Е. М. Никишин сформулировал этот результат для случая $T = [0, 1]$ и лебеговой меры λ . Однако его доказательство без существенных изменений проходит в общем случае.

Пусть теперь $(\varphi_n)_{n=1}^\infty$ —произвольный ортонормированный базис в L_2 и ν —произвольная борелевская вероятностная мера на сепарабельном гильбертовом пространстве L_2 .

Теорема 1. Существует такое подмножество $H_0 \subset L_2$, что $\nu(H_0) = 1$ и такая перестановка $\sigma: N \rightarrow N$, что ряд Фурье любой функции $f \in H_0$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^\infty$ сходится п. в. к f .

Доказательство. Ряд Фурье произвольной функции $f \in L_2$ по системе $(\varphi_n)_{n=1}^\infty$ имеет вид

$$\sum c_k(f) \varphi_k(s), \tag{1}$$

где

$$c_k(f) = (f, \varphi_k) = \int_0^1 f(s) \varphi_k(s) d\mu(s),$$

а μ —лебегова мера на $[0, 1]$.

Ясно, что $c_k(f)$ является линейным непрерывным функционалом на L_2 и, следовательно, ν -измеримой функцией.



Обозначим $\psi_k(t) \equiv \psi_k(f, s) \equiv c_k(f) \cdot \varphi_k(s)$. Ясно, что $\psi_k: T \rightarrow \mathbb{R}$, где $T \equiv L_2 \times [0, 1]$ есть λ -измеримая функция, где $\lambda = \nu \times \mu$. Таким образом, ряду (1) можно придать вид $\sum \psi_k(t)$, где ψ_k — вещественные измеримые функции на (T, λ) . Покажем, что ряд $\sum \psi_k$ удовлетворяет условиям:

а) $\sum \psi_k$ сходится по мере λ к некоторой функции ψ , $\psi(f, s) = f(s)$ для любого фиксированного $f \in L_2$ п. в. на $[0, 1]$;

б) $\sum \psi_k^2(f, s) < \infty$ для любого $f \in L_2$ п. в. на $[0, 1]$.

Докажем а). Отметим в первую очередь, что $\sum \psi_k(f, s)$ сходится к $f(s)$ по мере μ для каждого фиксированного f , т. е. для любого $\varepsilon > 0$

$$\mu \left\{ s : \left| \sum_{k=m}^n \psi_k(f, s) \right| > \varepsilon \right\} \rightarrow 0$$

при $m, n \rightarrow \infty$ для каждого $f \in L_2$. Обозначим

$$A \equiv \left\{ (f, s) : \left| \sum_{k=m}^n \psi_k(f, s) \right| > \varepsilon \right\}.$$

По теореме Фубини

$$\begin{aligned} \lambda(A) &= \int_T I_A d\lambda = \int_{L_2} \int_0^1 I_{\{(f, s) \in A\}} d\mu(s) d\nu(f) = \\ &= \int_{L_2} \mu \left\{ s : \left| \sum_{k=m}^n \psi_k(f, s) \right| > \varepsilon \right\} d\nu(f), \end{aligned}$$

где I_A — индикатор множества A . Так как подынтегральная величина сходится к нулю для всех $f \in L_2$, то по теореме Лебега ряд $\sum \psi_k(f, s)$ сходится по мере λ к некоторой функции $\psi(f, s)$. Но для каждого $f \in L_2$ ряд $\sum \psi_k(f, s)$ сходится к $f(s)$ по мере μ . Поэтому $\psi(f, s) = f(s)$ для любого $f \in L_2$ п. в. на $[0, 1]$.

Далее, так как $\int_0^1 \sum c_k^2(f) \varphi_k^2(s) d\mu(s) < \infty$ для каждого $f \in L_2$, то

$\sum c_k^2(f) \varphi_k^2(s) < \infty$ п. в. на $[0, 1]$ для любого $f \in L_2$.

Таким образом, ряд $\sum \psi_k$ удовлетворяет условиям а) и б). По теореме Е. М. Никишина существует перестановка $\sigma: N \rightarrow N$ такая, что $\sum \psi_{\sigma(k)}(f, s) = \psi(f, s)$ λ -почти всюду. Значит для некоторого множества $H_0 \subset L_2$, $\nu(H_0) = 1$ имеет место следующее: для любого $f \in H_0$ $\sum \psi_{\sigma(k)}(f, s) = \psi(f, s) = f(s)$ п. в. на $[0, 1]$. Теорема доказана.

Следствие 1. Существует векторное подпространство (не обязательно замкнутое) $H_0 \subset L_2$, $\nu(H_0) = 1$ и такая перестановка $\sigma: N \rightarrow N$, что ряд Фурье любой функции $f \in H_0$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^{\infty}$ сходится к f п. в.

Отметим, что перестановка σ в теореме 1 и в следствии 1 зависит только от выбора меры ν .

Рассматривая различные меры на гильбертовом пространстве L_2 , например, дискретную, гауссовскую, виннеровскую, можно указать некоторые подклассы в L_2 , для которых можно указать единую перестановку.

Следствие 2. Для любого счетного множества $H_0 \subset L_2$ существует перестановка $\sigma: N \rightarrow N$ такая, что ряд Фурье любой функции $f \in H_0$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^{\infty}$ сходится к f п. в.

Доказательство. Достаточно в теореме 1 в качестве ν взять дискретную меру, сосредоточенную на множестве H_0 .

Пусть теперь ν — гауссовская мера на L_2 . По теореме Э. Мурье [3], класс ковариационных операторов гауссовских мер на гильбертовом пространстве совпадает с классом симметричных, положительных, ядерных операторов. Известно также, что каждый такой оператор R можно представить в виде $R=A^*A$, где A , а следовательно и A^* — операторы Гильберта—Шмидта, и наоборот, для любого оператора Гильберта—Шмидта A , оператор $R=A^*A$ является ковариационным оператором некоторой гауссовской меры на L_2 . Оператор $A^*: L_2 \rightarrow L_2$ обладает следующим свойством: для любого векторного (необязательно замкнутого) подпространства $H_0 \subset L_2$, $\nu(H_0)=1$ — $A^*L_2 \subset H_0$. Обозначим $S=A^*$. Так как S пробегает все пространство операторов Гильберта—Шмидта, когда ν пробегает класс гауссовских мер, то из следствия 1 вытекает

Теорема 2. Для любого оператора Гильберта—Шмидта $S: L_2 \rightarrow L_2$ существует перестановка $\sigma: N \rightarrow N$ такая, что ряд Фурье любой функции $f \in SL_2$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^{\infty}$ сходится к f п. в.

Следствие 3. Пусть H_0 — конечномерное подпространство пространства L_2 . Существует перестановка $\sigma: N \rightarrow N$ такая, что ряд Фурье любой функции $f \in H_0$ по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^{\infty}$ сходится к f п. в.

Рассмотрим теперь в качестве ν меру Винера W в L_2 (образ меры Винера в пространстве $C[0,1]$ при его естественном вложении в L_2). Ковариационный оператор R меры W определяется равенством

$$(Rf)(t) = \int_0^1 \min(s, t) f(s) d\mu(s).$$

Оператор R представляется в виде композиции $R=S^*S$ операторов Гильберта—Шмидта

$$(Sf)(t) = \int_t^1 f(s) d\mu(s), \quad (S^*f)(t) = \int_0^t f(s) d\mu(s).$$

Как было отмечено выше, если H_0 — измеримое векторное подпространство пространства L_2 такое, что $W(H_0)=1$, то $S^*L_2 \subset H_0$. Множество S^*L_2 состоит из всех абсолютно непрерывных на $[0, 1]$ функций g таких что $g(0)=0$.

Теперь из теоремы 2 вытекает следующее утверждение.

Теорема 3. Существует перестановка $\sigma: N \rightarrow N$ такая, что ряд Фурье по системе $(\varphi_{\sigma(n)})_{n=1}^{\infty}$ любой абсолютно непрерывной функции g с производной $g' \in L_2$ (в частности, любой непрерывно дифференцируемой функции g) сходится к g п. в.

Академия наук Грузинской ССР
Институт вычислительной математики
им. Н. И. Мусхелишвили

(Поступило 18.1.1990)

ბ. გიორგობიანი

ორთოგონალური სისტემების მიმართ მჭკრივად გაშლის თითქმის ყველგან კრებადი გადანაცვლებების შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ $L_2[0,1]$ ჰილბერტის სივრცეზე მოცემული ნებისმიერი ბორელის ალბათური ν ზომისათვის და ნებისმიერი ორთონორმირებული ბაზისისათვის არსებობს ბაზისის ისეთი გადანაცვლება, რომ ν -თითქმის ყველა ფუნქციის ფურიეს მჭკრივი გადანაცვლებული ბაზისის მიმართ იკრება ამ ფუნქციისაყენ თითქმის ყველგან $[0,1]$ -ზე.

MATHEMATICS

G. D. GIORGOBIANI

CONVERGENT ALMOST EVERYWHERE REARRANGEMENTS OF EXPANSIONS IN TERMS OF ORTHOGONAL SYSTEMS

Summary

It is proved that for every Borel probability measure ν on the Hilbert space $L_2[0,1]$ and for every orthonormed basis there exists a rearrangement of a basis, such that [the Fourier series of ν -almost every function with respect to the rearranged basis converges almost everywhere on $[0,1]$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Garsia. Rearrangements for Fourier series. Ann. of Math. v. 79. 1964.
2. Е. М. Никишин. Матем. заметки, т. I, № 2, 1967.
3. Н. Н. Вахания; В. И. Тариеладзе, С. А. Чобания. Вероятностные распределения в банаховых пространствах. М., 1955, 173.



Т. М. ГЕЛАШВИЛИ

РЕШЕТКИ СМЕЖНЫХ КЛАССОВ АССОЦИАТИВНЫХ АЛГЕБР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 25.1.1990)

Как известно, с каждой универсальной алгеброй A однозначно можно связать решетку всех подалгебр $L(A)$. Во многих случаях можно построить и более насыщенную решетку — решетку смежных классов $CL(A)$. Проблема изучения связей между $CL(A)$ и A была поставлена А. Г. Курошем [1] (см. также Биркгоф [2]). Свое развитие эта проблематика нашла в теории групп Курцио [3, 4], Н. В. Лойко [5, 6], Брюнелла [7] и др.

В работе будет развита проблематика для линейных алгебр над кольцом. Более подробно: пусть A (линейная) алгебра над кольцом K . Рассмотрим множество $CL(A)$, состоящее из всех смежных классов по всем подалгебрам и пустого множества \emptyset . На $CL(A)$ естественным образом можно ввести частичный порядок: для $X_1, X_2 \in CL(A)$, $X_1 \leq X_2$, когда X_1 подмножество X_2 .

Предложение 1. Частично упорядоченное множество $CL(A)$ является полной решеткой; операции “ \cup ” и “ \cap ” определяются следующим образом: $\bigcap_{\alpha \in I} U_\alpha$, где $U_\alpha = a_\alpha + A_\alpha$, есть теоретико-множественное пересечение; $\bigcup_{\alpha \in I} U_\alpha = a_\beta + \langle A_\alpha, a_\alpha - a_\beta \rangle_{\alpha \in I}$, где β — некоторый фиксированный индекс из I .

Заметим, что если вместо β зафиксируем другой индекс, то легко видеть, что операция объединения будет давать тот же результат. Решетка $L(A)$ будет подрешеткой в $CL(A)$ и она совпадает с интервалом $[\emptyset, A]$.

Теорема 1. Пусть A — линейная алгебра над кольцом K , $CL(A)$ — решетка смежных классов. 1) $CL(A)$ тогда и только тогда разложима в прямое произведение, когда $K \cong \mathbb{Z}_2$ и $\dim A = 1$. 2) $CL(A)$ модулярна тогда и только тогда, когда основное кольцо поле и $\dim A = 1$. 3) $CL(A)$ дистрибутивна тогда и только тогда, когда она разлагается в прямое произведение.

Решетка \mathfrak{M} называется полумодулярной снизу, когда для любых $\mathfrak{R}, \mathfrak{N} \in \mathfrak{M}$ из того, что \mathfrak{R} покрывает $\mathfrak{N} \cup \mathfrak{N}$ следует: \mathfrak{R} покрывает $\mathfrak{R} \cap \mathfrak{N}$.

Теорема 2. Если основное кольцо K — кольцо главных идеалов, то $CL(A)$ тогда и только тогда полумодулярна снизу, когда она модулярна.

Действительно, так как K — кольцо главных идеалов, существует максимальная подалгебра X и элемент $x \notin X$. Следовательно, $A = X \cup (x + X)$ и X покрывает A , откуда, по условию $x + X$, покрывает $X \cap (x + X) = \emptyset$. Таким образом, $X = \emptyset$, тем самым заключаем: K — поле и $\dim A = 1$. Обратное утверждение следствие теоремы 1.

Предположим теперь, что K -поле, $\dim A < \infty$ и $a+X \in CL(A)$. Рассмотрим в A максимальную подалгебру $Y \supseteq X$ и $b \notin Y$. Тогда $A = \langle b, Y \rangle$, $Y \cap (b+Y) = 0$. Так как $X \subseteq Y$, имеем

$$X \cap (b+Y) \subseteq Y \cap (b+Y) = 0 \Rightarrow (a+Y) \cap [(a+b)+Y] = 0.$$

с другой стороны,

$$(a+X) \cup [(a+b)+Y] = a + \langle X, Y, b = a+b-a \rangle = A.$$

Следовательно, справедливо

Предложение 2. Для конечномерной алгебры A над полем K , $CL(A)$ решетка с дополнениями.

Напомним, что \mathfrak{M} называется решеткой с относительными дополнениями, если все ее замкнутые интервалы $[X, Y] = \{Z \in \mathfrak{M} \mid X \leq Z \leq Y\}$ — решетки с дополнениями.

Теорема 3. Пусть A — алгебра над полем K . Решетка $CL(A)$ тогда и только тогда является решеткой с относительными дополнениями, когда такова $L(A)$.

Необходимость следует из того, что любой замкнутый интервал решетки с относительными дополнениями сама решетка с относительными дополнениями и из того, что $L(A) \cong [\emptyset, A]$, т. е. $L(A)$ совпадает с интервалом $[\emptyset, A]$ в решетке $CL(A)$.

Достаточность. Пусть $L(A)$ — решетка с относительными дополнениями. Рассмотрим произвольный интервал в $CL(A)$, $[\mathfrak{R}, \mathfrak{R}]$, $\mathfrak{R} = a+X$, $\mathfrak{R} = b+Y$. Если $\mathfrak{R} = \emptyset$, то имеем

$$[\mathfrak{R}, \mathfrak{R}] = [\emptyset, b+Y] \cong [\emptyset, Y] \cong L(Y).$$

Из предыдущего $CL(A)$ решетка с дополнениями, следовательно, интервал $[\mathfrak{R}, \mathfrak{R}]$ — с дополнениями. Если $\mathfrak{R} = a+X$, то $[\mathfrak{R}, \mathfrak{R}] = [a+X, b+Y] \cong [x, y]$. Так как $L(A)$ решетка с относительными дополнениями, имеем, что $[X, Y]$ и, следовательно, $[\mathfrak{R}, \mathfrak{R}]$ решетки с дополнениями. Итак все интервалы в $CL(A)$ с дополнениями, т. е. $CL(A)$ — решетка с относительными дополнениями.

Говорят, что решетка \mathfrak{M} удовлетворяет условию Жордана—Дедекинда для цепей, если для любых $\mathfrak{R}, \mathfrak{R} \in \mathfrak{M}$ таких, что $\mathfrak{R} \supset \mathfrak{R}$, существует цепь

$$\mathfrak{R} = A_0 \supset A_1 \supset \dots \supset A_n = \mathfrak{R},$$

в которой каждый A_i покрывает A_{i+1} , если всякая такая неуплотняемая цепь имеет одну и ту же конечную длину.

Теорема 4. Если A — конечномерная алгебра над полем K , то в $CL(A)$ тогда и только тогда выполняется условие Жордана—Дедекинда, когда она выполняется в $L(A)$.

Доказательство. Необходимость следует из того, что $L(A)$ совпадает с интервалом $[\emptyset, A] \subset CL(A)$. Покажем достаточность. Пусть $\mathfrak{R}, \mathfrak{R} \in CL(A)$. Так как $\dim A < \infty$, существуют конечные цепи, соединяющие \mathfrak{R} и \mathfrak{R} :

$$\mathfrak{R} = A_0 \supset A_1 \supset \dots \supset A_{n-1} \supset A_n = \mathfrak{R}, \quad (*)$$

$$\mathfrak{R} = B_0 \supset B_1 \supset \dots \supset B_{m-1} \supset B_m = \mathfrak{R}. \quad (**)$$

Ясно, что если $\mathfrak{R} = a + X$, то $\mathfrak{R} = a + Y$, для некоторых $X, Y \in L(A)$. Далее, каждый элемент $\mu \in A$ определяет автоморфизм $CL(A)$ следующим образом: $\tilde{\mu}: x \rightarrow x + \mu$, т. е. $\tilde{\mu} \in \text{Aut}[CL(A)]$. Автоморфизм \tilde{a} цепи (*) и (***) переводит в неуплотняемые цепи, соединяющие X и Y , следовательно, $m = n$. Если же $\mathfrak{R} = \emptyset$, можно предполагать, что $A_{n-1} = a, B_{m-1} = b$. Тогда $\mathfrak{R} = a + X = b + X$ и автоморфизмом \tilde{a} мы из первой цепи (*) получаем неуплотняемую цепь длины $n-1$, а из цепи (***) неуплотняемую цепь длины $m-1$. Обе эти цепи соединяют X и (в данном случае) $Y = 0$. Следовательно, из предыдущего $m-1 = n-1 \Rightarrow m = n$. Теорема доказана.

В случае, когда A — алгебра Ли, с учетом результатов Колмана [8], Товерса [9, 10], А. Г. Гейна [11], А. Г. Гейна и Ю. Н. Мухина [12], А. А. Нашхи [13] теоремы 1—4 и предложения 1—2 дают интересные следствия.

Грузинский технический университет

(Поступило 1.2.1990)

მათემატიკა

თ. გელაშვილი

ასოციაციური ალგებრების მოსაზღვრე კლასების მისივები

რეზიუმე

შესწავლილია ასოციაციური რგოლის მიმართ განსაზღვრული ალგებრის ყველა ქვეალგებრათა მოსაზღვრე კლასების მესერის თვისებები, კერძოდ, დისტრიბუციულობა, მოდულარულობა, პირდაპირ ჯამებად დაშლა, დამატებების არსებობა და სხვა.

MATHEMATICS

T. M. GELASHVILI

COSET LATTICES OF THE ASSOCIATIVE ALGEBRAS

Summary

For the algebras over associative rings the coset lattices are constructed. On these lattices the conditions of distributivity, decomposability, modularity, relative complement and others are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Курош. Теория групп. М.—Л., 1944.
2. Г. Биркгоф. Теория структур. М., 1952.
3. M. Surzio. Recherche matem., 2, 1953, 288—300.
4. M. Surzio. Recherche matem., 4, 1955, 3—14.
5. Н. В. Лойко. Сиб. мат. журнал, т. III, № 1, 1952, 79—86.
6. Н. В. Лойко. Мат. записки Уральского ун-та, т. V, № 1, 1964, 61—66.
7. V. Guinella. Boll. Unione Math. Ital., 3:2 (1970), 225—229.
8. B. Kalman. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. A, 31, № 1, 1957, 1—11.

9. D. A. Towers. J. London Math. Soc., 2, № 7, 1979, 295—303.
10. D. A. Towers. J. London Math. Soc. 22, № 1, 1980, 63—65.
11. А. Г. Гейн. Сиб. мат. журнал, 17, № 2, 1976, 243—248.
12. А. Г. Гейн, Ю. Н. Мухин. Матем. исследования. Кишинев, 10, № 1, 1975, 78—93.
13. А. А. Лашхи. Итоги науки и техники ВИНТИ. Совр. пробл. математики. Новейшие достижения, т. 26, 1985, 213—257.

О. А. ГЛОНТИ, Л. Г. ДЖАМБУРИЯ

ОПТИМАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ ПРИ НАЛИЧИИ ПЛАТЫ ЗА ПЕРЕДАЧУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Вахания 26.1.1990)

В данной работе рассматривается задача об оптимальной передаче сигналов в случае наличия платы за передачу. Следовательно, кроме построения оптимального кодирования и декодирования, надо оптимальным образом выбрать стратегию, определяющую, в какие промежутки времени вести передачу.

Пусть передаваемый сигнал есть гауссовская случайная величина θ с $E\theta = m$, $D\theta = \gamma > 0$. Предположим, передача происходит по каналу с обратной бесшумной связью и принимаемый на выходе сигнал $\xi = (\xi_t)_{t=0, t \in [0, T]}$, удовлетворяет стохастическому дифференциальному уравнению

$$d\xi_t = \alpha_t [A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)\theta] dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad (1)$$

где винеровский процесс $W = (W_t)_{t=0}$ не зависит от θ .

Неупреждающие функционалы A_0 и A_1 задают кодирование. Принимающий два значения — 0 и 1 неупреждающий функционал α определяет стратегию. Функционалы α , A_0 , A_1 предполагаются такими, что уравнение (1) имеет единственное сильное решение. Будем считать, что функционалы A_0 и A_1 удовлетворяют следующему условию энергетического типа:

$$E [(A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)\theta)^2 | \mathcal{F}_t^\xi] \leq P,$$

где P — некоторая константа.

В каждый момент времени t по принятому сигналу ξ_t^0 можно построить функционал $\widehat{\theta}_t(\xi)$ (декодирование), который надо выбрать таким образом, чтобы оптимальным в некотором смысле образом воспроизводить сигнал θ .

Обозначим

$$\delta(T) = \inf_{A_0, A_1, \widehat{\theta}, \alpha} E \left[(\theta - \widehat{\theta}_T)^2 + c \int_0^T \alpha_t dt \right].$$

Константа $c > 0$ есть плата за передачу за единицу времени.

Обозначим $m_t = E(\theta | \mathcal{F}_t^\xi)$, $\gamma_t = E[(\theta - m_t)^2 | \mathcal{F}_t^\xi]$. Как известно, из теории оптимальной фильтрации (см. [1]) m_t и γ_t удовлетворяют стохастическим дифференциальным уравнениям

$$\begin{aligned} dm_t &= \gamma_t \alpha_t A_1(t, \xi) [d\xi_t - \alpha_t (A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)m_t) dt], \quad m_0 = m, \\ d\gamma_t &= -\gamma_t^2 \alpha_t A_1^2(t, \xi) dt, \quad \gamma_0 = \gamma, \quad t \in [0, T]. \end{aligned} \quad (2)$$

Легко показать, что при фиксированных A_0, A_1, α оптимальное декодирование есть $m_t = E(\theta | \mathfrak{F}_t^*)$.

Теорема 1. Пусть $c \geq \gamma P$. Тогда оптимальная стратегия $\alpha_t^* = 0$, оптимальное декодирование $m_t^* = E\theta$ и $\delta(T) = \gamma$ (передача не происходит).

Пусть $c < \gamma P$ и $T < t_0$, где $t_0 = -\frac{1}{P} \ln \frac{c}{\gamma P}$. Тогда оптимальная стратегия $\alpha_t^* = 1$, $t \in [0, T]$, оптимальное кодирование есть $A_1^*(t) = -\sqrt{\frac{P}{\gamma}} e^{Pt/2}$, $A_0^*(t, \xi) = -A_1^*(t) m_t^*$, где оптимальное декодирование m_t^* есть решение уравнения (2) для данных A_0^* и A_1^* . Ошибка воспроизведения имеет вид $\delta(T) = \gamma e^{-PT} + cT$.

Пусть $c < \gamma P$ и $T \geq t_0$. Тогда

$$\alpha_t^* = \begin{cases} 1, & t \leq t_0, \\ 0, & t_0 \leq t \leq T; \end{cases} \quad A_1^*(t) = \begin{cases} \sqrt{\frac{P}{\gamma}} e^{Pt/2}, & t < t_0, \\ \sqrt{\frac{P}{\gamma}} e^{Pt_0/2}, & t_0 \leq t \leq T; \end{cases}$$

A_0^* и m_t^* определяются, как и в предыдущем случае, и ошибка воспроизведения $\delta(T) = \gamma e^{-Pt_0} + ct_0$.

Рассмотрим теперь случай, когда передача сигнала происходит без обратной связи по схеме

$$d\tilde{\xi}_t = \alpha_t [B_0(t) + B_1(t)\theta] dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad t \in [0, T] \quad (3)$$

и B_0 и B_1 удовлетворяют следующему энергетическому ограничению:

$$E [B_0(t) + B_1(t)\theta]^2 \leq P.$$

Теорема 2. Пусть передача происходит по схеме (3). Если $c \geq \gamma P$, то $\alpha_t^* = 0$, т. е. передача не происходит и $m_t^* = m$, $\delta(T) = \gamma$.

Если $c < \gamma P$, то $B_1^*(t) = \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$, $B_0^*(t) = -m \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$ и m_t^* есть решение (2) для $A_1 = B_1^*$ и $A_0 = B_0^*$. Для $T < t_1$, где $t_1 = (cP)^{-1} \sqrt{c\gamma P} - c$, $\alpha_t^* = 1$, $t \in [0, T]$ и $\delta(T) = \frac{\gamma}{1+PT} + cT$. Если $T \geq t_1$, то

$$\alpha_t^* = \begin{cases} 1, & t < t_1; \\ 0, & t_1 \leq t \leq T; \end{cases} \quad \delta(T) = \frac{\gamma}{1+Pt_1} + ct_1.$$

Рассмотрим теперь поставленную выше задачу в случае, когда передаваемый сигнал есть гауссовский процесс $\theta = (\theta_t)_{t \geq 0}$, $t \in [0, T]$ с дифференциалом

$$d\theta_t = a(t)\theta_t dt + b(t)d\tilde{W}_t, \quad (4)$$

где винеровский процесс \tilde{W} не зависит от гауссовской случайной величины θ_0 с $E\theta_0 = m$ и $D\theta_0 = \gamma > 0$, и $|a(t)| \leq K$, $|b(t)| \leq K$. Принимаемый сигнал есть единственное сильное решение

$$d\tilde{\xi}_t = \alpha_t [A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)\theta_t] dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad t \in [0, T], \quad (5)$$

где винеровский процесс W не зависит от \tilde{W} и θ_0 , а непреждающие функционалы A_0 и A_1 удовлетворяют условиям

$$P \left\{ \int_0^T A_0^2(t, \xi) dt < \infty \right\} = 1, \quad \sup_{x \in C, t \leq T} |A_1(t, x)| < \infty$$

и условию энергетического типа

$$E [(A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi) \theta)^2 | \mathfrak{F}_t^*] \leq P.$$

В этом случае уравнения для m_t и γ_t имеют следующий вид:

$$dm_t = a(t) m_t dt + \alpha_t \gamma_t A_1(t, \xi) [d\tilde{z}_t - (A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi) m_t) \alpha_t dt], \quad m_0 = m, \\ d\gamma_t = [2a(t) \gamma_t - \alpha_t \gamma_t^2 A_1^2(t, \xi) + b^2(t)] dt, \quad \gamma_0 = \gamma.$$

Справедлива следующая теорема:

Теорема 3. При передаче гауссовского процесса (4) по схеме (5) оптимальное кодирование есть $A_i^*(t) = \sqrt{\frac{P}{\gamma_i^*}}$, $A_0^*(t, \xi) = -A_1^*(t, \xi) m_i^*$, где оптимальное декодирование m_i^* и процесс γ_i^* определяются из уравнений (4) и (5) для данных A_0^* , A_1^* и оптимальной стратегии α^* , которая определяется следующим образом.

Если

$$c \geq P \exp \left\{ 2 \int_0^T a(t) dt \right\} \left[\gamma + \int_0^T b^2(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t a(s) ds \right\} dt \right],$$

то $\alpha_i^* = 0$, $t \in [0, T]$ и ошибка воспроизведения имеет вид

$$\delta(T) = \exp \left\{ 2 \int_0^T a(t) dt \right\} \left[\gamma + \int_0^T b^2(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t a(s) ds \right\} dt \right].$$

Если

$$\gamma P \exp \left\{ 2 \int_0^T \left[a(t) - \frac{P}{2} \right] dt \right\} < c < P \exp \left\{ 2 \int_0^T a(t) dt \right\} \left[\gamma + \int_0^T b(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t a(s) ds \right\} dt \right],$$

то $\alpha_i^* = I_{[T-x_0, T]}(t)$, где x_0 есть единственное решение уравнения

$$c \exp \{Px\} = P \exp \left\{ 2 \int_0^T a(t) dt \right\} \left[\gamma + \int_0^{T-x} b^2(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t a(s) ds \right\} dt \right]$$

и

$$\delta(T) = \exp \left\{ 2 \int_0^T a(t) dt - Px_0 \right\} \left[\gamma + \int_0^{T-x_0} b^2(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t a(s) ds \right\} dt + \right. \\ \left. + \exp \left\{ -P(T-x_0) \right\} \int_{T-x_0}^T b^2(t) \exp \left\{ -2 \int_0^t \left[a(s) + \frac{P}{2} \right] ds \right\} dt \right] + cx_0.$$

Если

$$c \leq \gamma P \exp \left\{ 2 \int_0^T \left[a(t) - \frac{P}{2} \right] dt \right\}, \text{ то } \alpha_t^* = 1, \quad t \in [0, T]$$

и

$$\delta(T) = \exp \left\{ 2 \int_0^T \left[a(t) - \frac{P}{2} \right] dt \right\} \left[\gamma + \int_0^T b^2(t) \exp \left\{ - \right. \right. \\ \left. \left. - 2 \int_0^t \left[a(s) + \frac{P}{2} \right] ds \right\} dt \right] + cT.$$

Тбилисский государственный
 университет
 им. И. А. Джавахишвили
 Научно-исследовательская
 лаборатория вероятностно-
 статистических методов

(Поступило 1.2.1990)

მათემატიკა

ო. ლლონტი, ლ. ჯამბურია

სიგნალების ოპტიმალური გადაცემა გადაცემისათვის ფასის
 არსებობის შემთხვევაში

რეზიუმე

განხილულია გაუსის სიგნალების ოპტიმალური გადაცემის ამოცანა გადაცემისათვის ფასის არსებობის შემთხვევაში. აგებულია გადაცემის ოპტიმალური სქემა.

MATHEMATICS

O. A. GLONTI, L. G. JAMBURIA

ON OPTIMAL SIGNAL TRANSMISSION WITH A PAYOFF

Summary

The optimal transmission problem of Gaussian signals with a payoff is considered. The optimal transmission scheme is constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Липцер, А. И. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.

Л. Ш. ГАВАШЕЛИ

ИЗГИБНЫЕ И КРУТИЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РАМЫ СТАНКОВ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 16.2.1990)

Как известно, при бурении шарошечными станками динамические нагрузки от бурового става передаются на раму станка. Эти динамические нагрузки имеют как вертикальные, так и горизонтальные составляющие. Поэтому рамы станка колеблются вне плоскости симметрии и в результате изгибные колебания будут сопровождаться, как правило, крутильными колебаниями. При работе без виброзащитного устройства (т. е. простым забурником) амплитуды указанных колебаний достаточно велики и часто вызывают усталостные разрушения металлоконструкции рамы станка. По данным работы [1], в течение 6 лет общая стоимость ремонта рам на 129 станков типа СБШ-250, вызванного усталостным разрушением металлоконструкции станка, составляла около 400 тыс. руб., а время восстановления — 1943 смены. В связи с вышесказанным уменьшение амплитуд изгибных и крутильных колебаний рамы станка имеет большое значение.

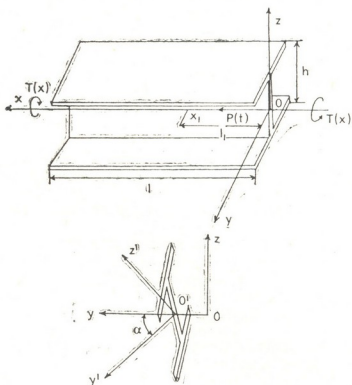


Рис. 1

Целью настоящей работы является исследование изгибных и крутильных колебаний рамы станка и установление влияния виброзащитного устройства на амплитуды указанных колебаний. В дальнейшем будем считать, что амплитуда вибрации бурового става, в свою очередь, является амплитудой возмущений для рамы станка. При бурении с применением простого забурника возмущение имеет случайный характер, а с виброзащитным устройством, можно считать, гармониче-



ский характер. В составлении уравнения движения исследуемой системы не учитываются жесткости и вязкое сопротивление гидродомкратов, так как они влияют только на собственные частоты колебаний рамы станка.

Схематически изгибание и крутильные колебания рамы представлены на рис. 1.

В качестве плоскости симметрии рассмотрим XU , а вертикальной плоскости — XZ . Изгиб рамы под действием вертикальной нагрузки будет происходить в вертикальной плоскости, когда нагрузка не прикладывается вдоль оси $00'$ и не лежит в плоскости симметрии. Вдоль оси OX действует поперечная нагрузка $P(t)$, поступающая от бурового става.

Дифференциальное уравнение для кривой прогибов при действии указанной нагрузки имеет вид

$$E J_0 \frac{d^2 z}{dx^2} = M - P(t) \cdot z, \quad (1)$$

где M — изгибающий момент ($H \cdot m$), создаваемый поперечной распределенной нагрузкой интенсивностью W . Дважды продифференцировав левую и правую части уравнения (1) по x и вместо W подставив величину силы энергии, отнесенной к единице длины, получим

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(E J_0 \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right) + P(t) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = -\rho F \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} \quad (2)$$

Здесь E — модуль Юнга (H/m^2); ρ — плотность материала ($кг/м^3$); F — площадь поперечного сечения рамы ($м^2$); EJ_0 — жесткость при изгибе ($H/м$); J_0 — геометрический момент инерции поперечного сечения относительно его средней линии, перпендикулярной к плоскости симметрии.

В рассматриваемом нами случае будем иметь одновременное действие изгиба, описываемого уравнением (2), и кручения относительно оси X , проходящей через центр сдвига. Это кручение будет неоднородным, и соотношение между изменяющимся в зависимости от координаты X крутящим моментом $T(x)$ и углом кручения имеет вид [2]

$$T(x) = R_0 \frac{d\alpha}{dx} - R_1 \frac{d^2\alpha}{dx^2}, \quad (3)$$

где R_0 — крутильная жесткость ($Нм/рад$); R_1 — жесткость стесненного кручения ($Нм/рад$).

Положительное направление для угла закручивания показано на рис. 1.

Дифференцируя выражение (3) по x , получаем

$$R_0 \frac{d^2\alpha}{dx^2} - R_1 \frac{d^3\alpha}{dx^3} = W \cdot a, \quad (4)$$

где a — расстояние от центра сдвига рамы центра тяжести поперечного сечения.

С учетом уравнений (1) — (4) дифференциальные уравнения для совместных изгибных и крутильных колебаний рамы станка принимают вид

$$\left. \begin{aligned} E J_0 \frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + P(t) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} &= -\rho F \frac{\partial^2}{\partial t^2} (z - a \cdot \alpha), \\ R_0 \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} - R_1 \frac{\partial^3 \alpha}{\partial x^3} &= -\rho F \cdot a \frac{\partial^4}{\partial t^2} (z - a \cdot \alpha) + \rho J_1 \frac{\partial^2 \alpha}{\partial t^2}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где J_1 — центральный полярный момент инерции поперечного сечения ($кг \cdot м^2$); $P(t) = P_0 \cdot \sin \omega t$, P_0 — амплитуда колебаний бурового става; ω —

частота возмущения (c^{-1}) (т. е. частота колебаний бурового става). При $P_0 = P_{\max}$ и $\omega = n\pi$, где n — четное число, и если полагаем, что рамы станка колеблются по одной из собственных форм, решение системы (5) можно искать в виде

$$\begin{aligned} z &= z_1 (D_1 \cos pt + D_2 \sin pt), \\ \alpha &= \alpha_1 (D_3 \cos pt + D_4 \sin pt), \end{aligned} \quad (6)$$

где z_1 и α_1 — нормальные функции; p — круговая частота колебаний. Краевые условия в рассматриваемом случае имеют вид

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} = 0 \quad \text{при } x=0 \text{ и } x=l. \quad (7)$$

Подставляя выражения (6) в систему (5), получаем уравнения относительно z_1 и α_1 :

$$\begin{aligned} E J_0 z_1^{IV} - P_{\max} z_1^{II} &= \rho F \cdot p^2 (z_1 - a \cdot \alpha_1), \\ R_1 \cdot \alpha_1^{IV} - R_0 \alpha_1^{II} &= -\rho F p^2 \cdot a (z_1 - a \alpha_1) + \rho J_1 p^2 \alpha_1. \end{aligned} \quad (8)$$

Функции, которые удовлетворяют условиям (7) и являются решением системы (8), имеют вид

$$\begin{aligned} z_1^i &= N_i \sin(i\pi x/l), \quad \alpha_1^i = M_i \sin(i\pi x/l), \\ (i &= 1, 2, \dots, \infty). \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь N_i и M_i — амплитуды соответствующих нормальных функций. Подставляя (9) в систему (8) и приравнявая коэффициенты одноименных функций, получаем

$$\left. \begin{aligned} E J_0 \cdot N_i \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + P_{\max} N_i \frac{i^2 \pi^2}{l^2} &= \rho F p_i^2 N_i - \rho F p_i^2 \cdot a \cdot M_i, \\ R_1 \cdot M_i \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + R_0 M_i \frac{i^2 \pi^2}{l^2} &= -\rho F p_i^2 \cdot a \cdot N_i + \rho F p_i^2 \cdot a^2 M_i + \rho J_1 \cdot p_i^2 \cdot M_i \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Система (10) относительно N_i и M_i имеет решение, отличное от нуля только в том случае, если равен нулю определитель:

$$\begin{vmatrix} E J_0 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + P_{\max} \frac{i^2 \pi^2}{l^2} - \rho F p_i^2 & -\rho F p_i^2 a \\ \rho F p_i^2 a & R_1 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + R_0 \frac{i^2 \pi^2}{l^2} - \rho F p_i^2 a^2 - \rho J_1 p_i^2 \end{vmatrix} = 0.$$

Отсюда получаем частотное уравнение

$$\begin{aligned} p_i^4 (\rho^2 \cdot F \cdot J_1 + \rho^2 F^2 a^2) - p_i^2 \left[-(\rho F a^2 + \rho J_1) \left(E J_0 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + P_{\max} \frac{i^2 \pi^2}{l^2} \right) + \right. \\ \left. + \rho F \left(R_1 \cdot \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + R_0 \frac{i^2 \pi^2}{l^2} \right) \right] + \left[\left(E J_0 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + P_{\max} \frac{i^2 \pi^2}{l^2} \right) \left(R_1 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + R_0 \frac{i^2 \pi^2}{l^2} \right) \right] = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Решением уравнения (11) находим

$$p_i^2 = \frac{a_1 - a_2 (a_3 + a_4 \cdot P_{\max}) \pm \sqrt{[a_1 - a_2 (a_3 + a_4 P_{\max})]^2 - 4a_0 \frac{a_1}{F \rho} (a_3 + a_4 \cdot P_{\max})}}{2a_0}.$$

Здесь

$$a_0 = \rho^2 F (J_1 + Fa^2), \quad a_1 = \rho F \left(R_1 \frac{i^4 \pi^4}{l^4} + R_0 \frac{i^2 \pi^2}{l^2} \right),$$

$$a_2 = \rho (Fa^2 - \rho J_1), \quad a_3 = EJ_0 \frac{i^4 \pi^4}{l^4}; \quad a_4 = \frac{i^2 \pi^2}{l^2}.$$

Из (12) видно, что с уменьшением максимальной динамической нагрузки на раму станка, поступающей от бурового става, круговая частота увеличивается. Это, в свою очередь, означает, что система отстраивается от наиболее опасных низкочастотных колебаний. Если $a=0$, тогда p_{1i} и p_{2i} являются частотами несвязанных изгибных и крутильных колебаний и не зависят друг от друга. Если $a \neq 0$, из (12) получаем два значения для p_i^2 . Для большого значения p_i , которое достигается уменьшением уровней вибрации бурового става, величины N_i и M_i имеют одинаковые знаки, т. е. изгибные и крутильные колебания рамы станка совершаются в одном направлении. В результате этого увеличивается устойчивость и надежность работы рамы.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт горной механики
 им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 16.2.1990)

შემაწიბა

ლ. გავაშელი

სალარავიანი ბურღვის დაზგების ჩარჩოების ღუნვითი და
 ბრუნვითი რხევები

რეზიუმე

განსაზღვრულია სალარავიანი დაზგების ჩარჩოების ღუნვითი და გრეხვი-
 თი რხევების ამპლიტუდები. დადგენილია მათი დამოკიდებულება საბურღი
 მილების ვიბროსიჩქარეთა დონეებთან და ვიბროდამცავი საშუალების პარა-
 მეტრებთან.

MECHANICS

L. Sh. GAVASHELI

BENDING AND SPINNING VIBRATION OF THE FRAME OF THE ROLLER-BIT DRILLING MACHINE

Summary

The paper defines the amplitudes of the bending and spinning vibrations of the frame of the roller-bit drilling machine and their dependence on the levels of vibration of the drilling pipes and parameters of the anti-vibration equipment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Зайченко. Автореферат канд. дисс. М., 1977.
2. С. П. Тимошенко. Спротивление материалов, ч. II, М., 1960.



А. А. ДУМБАДЗЕ, Д. Э. ГОНИАШВИЛИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Ш. Адамия 1.2.1990)

Проблема прогнозирования вязкоупругого поведения композиционных материалов на продолжительный срок службы на основе лабораторных испытаний ограниченной длительности обсуждалась неоднократно [1, 2]. Основная предпосылка такого прогнозирования заключается в том, что время и температура определенным образом связаны между собой. Это важное положение известно как принцип температурно-временной аналогии ТВА.

Практическое значение этого принципа состоит в том, что при любой температуре только небольшая часть временной шкалы является доступной и удобной для измерения вязкоупругих свойств. Например, при исследовании кратковременной ползучести, опыт обычно проводится в течение 5—20 часов. Для оценки длительной ползучести реальных конструкций такой срок явно недостаточен. Поэтому используя данные, полученные при повышенных температурах и применяя принцип ТВА, прогнозируют ползучесть конструкции в течение длительного времени. Математически это значит, что если материал обладает при температуре $T=T_0$ каким то сплошным релаксационным спектром $L_{T_0}(\tau)$, то процесс релаксации со временем между τ_0 и $\tau_0+d\tau_0$ может быть заменен при $T=T_1$ процессом релаксации со временем между $\frac{\tau_0}{\varphi(T_1)}$ и $\frac{\tau_0+d\tau_0}{\varphi(T_1)}$. В то же время характеристики упругости не изменяются, так как спектр

$$L_{T_1}(\tau) d\tau = \varphi(T_1) L_{T_0}[\varphi(T_1) \tau] d\tau$$

при $\tau = \frac{\tau_0}{\varphi(T_1)}$ сводится к

$$L_{T_0}(\tau_0) d\tau_0, \quad \text{где} \quad \int_0^{\infty} L_T(\tau) d\tau = J(\infty) -$$

равновесная податливость материала.

Исходя из этого предположения в лабораторных условиях проводилось исследование ползучести при кручении трубчатых образцов из ПВП (полиэтилен высокой плотности) вплоть до разрушения при постоянной скорости нагружения. Построена диаграмма $\sigma_{12} \sim \epsilon_{12}$ и определена кратковременная прочность $\sigma_{12}^p = 180$ кгс/см², предельная деформация сдвига — 5,7% и приближенное значение модуля мгновен-



ной упругости E_{12} , который по диаграмме $\sigma_{12} \sim \epsilon_{12}$ составляет $E_{12} = 3300$ кгс/см². Кратковременные испытания на ползучесть проведены при одном значении $\sigma_{12} = 45$ кгс/см² (0,25 от предела кратковременной прочности σ_{P_2}). Продолжительность опытов составляла

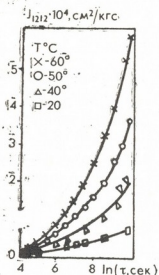


Рис. 1. Кривые податливости при различных температурах

5 ч. При построении обобщенной кривой по методу ТВА прежде всего строились кривые податливости J_{1212} в зависимости от логарифма времени $\ln t$. Затем, приняв за температуру приведения $T_0 = 20^\circ\text{C}$ по

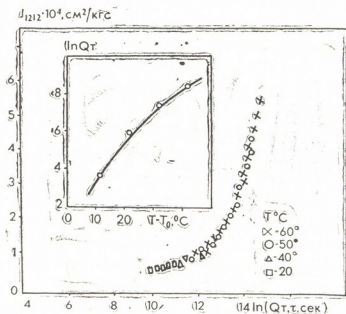


Рис. 2. Обобщенная кривая податливости и зависимость коэффициента температурного сдвига от температуры

смещениям кривых $J_{1212} \sim \ln t$ (рис. 1) определялась зависимость $\ln a_T$ от $T - T_0$ (рис. 2). a_T — коэффициент температурного сдвига аппроксимируется по эмпирической формуле Вильямса—Ленделла—Ферра [3]

$$\ln a_T = \frac{C_1(T - T_0)}{C_2 + T - T_0} = \frac{15,6(T - T_0)}{39,8 + T - T_0}$$

Исходные данные для определения значения коэффициентов C_1 и C_2 приведены в таблице.

Теоретическое значение коэффициента a_T хорошо согласуется с расчетным значением и удовлетворительно описывает смещения опытных кривых податливости при различной фиксированной температуре.

Исходные данные для коэффициентов C_1 и C_2

$T^\circ C$	$\Delta \ln a_T$	$T - T_0$	$\ln a_T$	$\frac{T - T_0}{\ln a_T}$	$\ln a_T$
20	—	0	0	—	—
—	3,70	—	—	—	—
30	—	10	3,70	2,7	3,80
40	—	20	6,00	3,3	5,82
—	1,36	—	—	—	—
50	—	30	7,36	4,1	7,33
60	—	40	8,40	4,7	8,45

Использование выбранной модели при расчете элементов конструкций даст возможность оценить влияние ползучести материала на напряженно-деформированное состояние конструкции в целом.

Грузинский технический университет

(Поступило 23.2.1990)

შეჯამება

ა. დუმბაძე, დ. გონიაშვილი

პოლიმერული კომპოზიციური მასალების ხანგრძლივი ცოცვადობის მოდელირება

რეზიუმე

კომპოზიციური პოლიმერული სხეულებისათვის ცოცვადობაზე მოკლევადიანი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით მიღებულია გადაწყვანი კოეფიციენტი, რომლის საშუალებით შესაძლებელია პროგნოზირება განსაზიღველ ტემპერატურულ ინტერვალში ხანგრძლივი ცოცვადობისა ნებისმიერ ტემპერატურაზე.

MECHANICS

A. A. DUMBADZE, D. E. GONIASHVILI

MODELLING OF LONG-DURATION CREEPING OF POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS

Summary

The paper deals with experimental investigation of creeping during the twisting of pipe-like [specimens made of HDP (high-density polyethylene) at different temperatures over the range of 20 to 60°C. Using the method of temperature-time analogy the coefficient of temperature shift has been



determined and a generalized curve has been built, which makes it possible to predict long-duration creeping of HDP.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Александров, Ю. С. Лазуркин. ЖТФ, 1939.
2. Дж. Ферри. Вязкоупругие свойства полимеров. М., 1963.
3. А. А. Ильюшин, Б. Е. Победря. Основы математической теории термовязкоупругости. М., 1970.

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ПРЕДЕЛЬНОЙ ТЕОРЕМЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 8.2.1990)

Ниже доказывается одна теорема нелинейной теории упругости для полуплоскости из материала гармонического типа [1]. Она играет существенную роль при эффективном решении определенного класса нелинейных краевых задач теории конечных деформаций.

Пусть рассматриваемая упругая среда занимает нижнюю полуплоскость S^- плоскости комплексной переменной $z=x+iy$. Границу S^- обозначим через L [2].

Определяющие уравнения нелинейной теории упругости для идеального упругого материала гармонического типа имеют вид [3]

$$X_x = \frac{(\lambda + 2\mu) q \Omega(q)}{2 \sqrt{I}} \left[1 + \operatorname{Re} \left(\frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right. \right) \right] - 2\mu, \quad (1)$$

$$Y_y = \frac{(\lambda + 2\mu) q \Omega(q)}{2 \sqrt{I}} \left[1 - \operatorname{Re} \left(\frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right. \right) \right] - 2\mu, \quad (2)$$

$$X_y = - \frac{(\lambda + 2\mu) q \Omega(q)}{2 \sqrt{I}} \operatorname{Im} \left(\frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right. \right). \quad (3)$$

В приведенных соотношениях

$$\frac{\partial z^*}{\partial z} = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \Phi'^2(z) + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\Phi'(z)}{\Phi'(z)}, \quad \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} = - \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\overline{\Phi(z) \Phi''(z)}}{\Phi'^2(z)} - \Psi'(z) \right], \quad (4)$$

$$\sqrt{I} = \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} - \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial z^*}{\partial z}, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|, \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + \mu)}{\lambda + 2\mu}, \quad (5)$$

где X_x, Y_y, X_y — компоненты тензора напряжений Коши; λ, μ — упругие постоянные Ламе; $z^* = z + u + iv$, u, v — составляющие вектора упругих перемещений; $\Phi(z), \Psi(z)$ — аналитические в рассматриваемой физической области S^- функции.

Далее принимается, что напряжения и вращение на бесконечности отсутствуют, а главный вектор усилий, приложенных к конечному отрезку границы деформированной полуплоскости S^- стремится к конечному пределу, когда концы этого отрезка независимо друг от друга стремятся к бесконечности соответствующего знака.

В приведенных условиях при больших $|z|$ функции $\Phi(z)$ и $\Psi(z)$ имеют следующую асимптотику:

$$\Phi(z) = - \frac{(\lambda + 2\mu)(X + iY)}{4\pi\mu(\lambda + \mu)} \ln z + z + o(1) + \text{const}, \quad (6)$$

$$\Psi(z) = \frac{(\lambda + 2\mu)(X - iY)}{2\pi\mu(\lambda + \mu)} \left[\frac{1}{2\Phi'(z)} - 1 \right] \ln z + o(1) + \text{const}, \quad (7)$$

где X, Y — компоненты главного вектора указанных внешних сил. Кроме того, доказано, что в условиях допустимых деформаций

$$\varphi'(z) \neq 0 \quad \text{в } S + L. \quad (8)$$

Из (4) следует также соотношение

$$u'_x + iv'_x = \frac{\mu}{\lambda+2\mu} \Phi^2(z) + \frac{\lambda+\mu}{\lambda+2\mu} \left[\frac{\Phi'(z)}{\Phi'(z)} - \frac{\Phi(z) \overline{\Phi'(z)}}{\Phi^2(z)} + \overline{\Psi'(z)} \right] - 1. \quad (9)$$

Имеет место следующее предложение, которое мы ниже называем теоремой о механической аналогии, в связи с тем что ее линейный аналог хорошо известен и широко используется в линейной механике деформируемых сред.

Теорема. Если на границе L деформируемой нелинейно упругой полуплоскости S касательное напряжение равно нулю, т. е.

$$X_y = 0 \quad \text{везде на } L, \quad (10)$$

а на бесконечности напряжения отсутствуют, то

$$X_x = Y_y \quad \text{везде на } L. \quad (11)$$

Доказательство: Из соотношений (1)–(3) следует равенство

$$\frac{\overline{\Phi(x)} \Phi''(x)}{\Phi^2(x)} - \Psi'(x) = \frac{\sqrt{T} \Phi'(x)}{(\lambda+\mu) \Omega(q) \Phi'(x)} \left(\frac{Y_y - X_x}{2} + i X_y \right) \quad \text{на } L. \quad (12)$$

Из сравнения тех же соотношений следует также формула

$$\frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z} = \frac{X_x - Y_y - 2i X_y}{X_x + Y_y + 4\mu} \cdot \frac{\partial z^*}{\partial z}. \quad (13)$$

Если внесем это равенство в первую формулу (5) и затем полученное совместно с (4) и (12) учтем в (1), после некоторых приведенных получим на L

$$X_x = \frac{(\mu |\Phi^2(x)| + \lambda + \mu) [2\mu(Y_y + 2\mu) - X_y^2] - \mu(\lambda + 2\mu)(Y_y + 4\mu) |\Phi^2(x)|}{\mu(\lambda + 2\mu) |\Phi^2(x)| - (Y_y + 2\mu) (\mu |\Phi^2(x)| + \lambda + \mu)}. \quad (14)$$

Далее из (5) на основании (13) следует формула

$$\sqrt{T} = \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial \bar{z}} \left[1 - \frac{(Y_y - X_x)^2 + 4X_y^2}{(X_x + Y_y + 4\mu)^2} \right], \quad (15)$$

которую с учетом (1), (2) можно представить и так на L :

$$\sqrt{T} = \frac{4\mu^2 |\Phi^4(x)|}{(X_x + 2\mu)(Y_y + 2\mu) - X_y^2}. \quad (16)$$

Из формулы (1) с учетом (4) и (15) получим на L

$$|\Phi^2(x)| = \frac{(\lambda + \mu) [X_x + 2\mu] (Y_y + 2\mu) - X_y^2}{\mu(\lambda + 2\mu) (X_x + Y_y + 4\mu) - \mu [(X_x + 2\mu) (Y_y + 2\mu) - X_y^2]}. \quad (17)$$

Внесем теперь (14) в (15) и в полученном равенстве учтем (4). Будем иметь

$$\sqrt{T} = \frac{4\mu |\Phi^4(x)| \left[(Y_y + 2\mu) \left(\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\Phi^2(x)|} \right) - \mu \right]}{(Y_y + 2\mu)^2 + X_y^2} \quad \text{при } x \in L. \quad (18)$$

Из (18) приходим к следующему соотношению на L :

$$\mu \sqrt{T} [(Y_y + 2\mu)^2 + X_y^2] + 4\mu^2 |\varphi^4(x)| \left[\mu - \left(\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi^2(x)|} \right) (Y_y + 2\mu) \right] = 0. \quad (19)$$

Оставаясь в области упругих решений, из (19) заключаем, что для соблюдения этого условия должно быть (когда $X_y = 0$ везде на L)

$$\sqrt{T} \leq |\varphi^4(x)| \left(\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi^2(x)|} \right)^2 \quad (20)$$

при любых допустимых видах деформации.

Оставим в (20) только знак неравенства и положим, что линия свободна от внешних воздействий (с учетом отсутствия напряжений на бесконечности). Но тогда из (17) следует, что $|\varphi^2(x)| = 1$ везде на L . Следовательно, в рассматриваемом случае неравенство (20) гласит: $\sqrt{T} < 1$, что физически невозможно вследствие отсутствия деформации в рассматриваемой замкнутой области. Значит, должно быть

$$\sqrt{T} = |\varphi^4(x)| \left(\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi^2(x)|} \right)^2 \quad \text{на } L. \quad (21)$$

Но тогда из (16) немедленно следует, что $X_x = Y_y$ везде на L , что и доказывает наше утверждение.

Из только что доказанного следует, что в условиях теоремы

$$\overline{\varphi(x)} \varphi''(x) - \varphi^2(x) \psi'(x) = 0 \quad \text{везде на } L. \quad (22)$$

Это равенство позволяет восстановить функцию $\psi(z)$ в области S^- по известным значениям $\varphi(x)$ на L . Кроме того, из (17) будем иметь

$$|\varphi^2(x)| = (\lambda + \mu) (2\mu + Y_y) |\mu [2(\lambda + \mu) - Y_y]| \quad \text{на } L. \quad (23)$$

Из этого соотношения мы можем определить потенциал $\varphi(z)$ в рассматриваемой области по известным на границе значениям нормального напряжения (вспомним, что $X_y = 0$ везде на L).

Из доказанной теоремы с использованием представлений (1.5), (1.6) работы [4] вытекает

Следствие. Если на действительной деформируемой оси L плоскости переменной $z = x + iy$ из нелинейно упругого материала гармонического типа выполняется условие $X_y = 0$, а на бесконечности реализуется однородное напряженное состояние: $X_x^{(\infty)} = N_1$, $Y_y^{(\infty)} = N_2$, $X_y^{(\infty)} = 0$, то

$$X_x - Y_y = \frac{4\mu(\lambda + \mu)(\lambda + 2\mu)a_0^2 b_0}{[\mu a_0^2 + (\lambda + \mu)(1 - b_0)][\mu a_0^2 + (\lambda + \mu)(1 + b_0)]} \equiv \gamma \quad \text{на } L, \quad (24)$$

где

$$a_0^2 = \frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu(N_1 + N_2) + N_1 N_2 + 4\mu^2}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)},$$

$$b_0 = \frac{(\lambda + 2\mu)(N_1 - N_2)}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)}. \quad (25)$$

В рассматриваемом случае вместо (22) будем иметь на L

$$\overline{\varphi(x) \varphi''(x) - \varphi'^2(x) \psi'(x)} = - \frac{\gamma |\varphi'^2(x)|}{\gamma + 2(\gamma_\nu + 2\mu)} \left(1 + \frac{\mu}{\lambda + \mu} |\varphi'^2(x)| \right). \quad (26)$$

Это предложение имеет важное приложение при эффективном (точном) решении ряда актуальных нелинейных граничных задач для указанной области, особенно в нелинейной теории прямолинейных равновесных трещин.

Грузинский технический университет

(Поступило 9.2.1990)

დრეკადობის თეორია

ლ. დობორჯგინიძე

დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი ზღვარიანი თეორემის
შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი წინადადების დასაბუთება ჰარმონიული ტიპის მასალის მქონე ნახევარსიბრტყისათვის. მიღებული შედეგი არაკლასიკური მექანიკის არაწრფივ ამოცანათა გარკვეული კლასის ზუსტი ამოხსნის საშუალებას იძლევა.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

ON ONE LIMITING THEOREM OF THE NONLINEAR
THEORY OF ELASTICITY

Summary

One theorem of the nonlinear theory of elasticity for a half-plane of a harmonic-type material is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Лурье. Нелинейная теория упругости. М., 1980.
2. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. Л. Г. Доборджгинидзе. Изв. АН СССР, МТТ, № 3, 1985, 183—185.
4. Л. Г. Доборджгинидзе. Изв. АН СССР, МТТ, № 4, 1987, 96—100.



А. Г. ГАБЕЛАЯ

СТАБИЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ
 С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ И ПРИВЕДЕНИЕ МАТРИЦ
 К ФОРМЕ ХЕССЕНБЕРГА

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 1.2.1990)

Рассмотрим задачу стабилизации линейных автономных систем с неполной информацией (см. [1]).

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Hx, \end{aligned} \tag{1}$$

где $x \in R^n$, $u \in R^m$, $y \in R^l$, ($m < n$; $l < n$) — соответственно вектора состояния, управления и наблюдения системы; A , B , H — постоянные матрицы соответствующих размерностей, в классе управлений вида

$$u = Cy = CHx. \tag{2}$$

Здесь C — постоянная матрица.

При этом предполагается, что матрица A не является гурвицевой [2]. Как известно [3], задача стабилизации сводится к решению системы неравенств вида (условий Рауса—Гурвица или Лъенара—Шипара)

$$\begin{cases} p_1(c_1, \dots, c_{ml}) > 0, \\ \dots \dots \dots \\ p_n(c_1, \dots, c_{ml}) > 0, \end{cases} \tag{3}$$

где p_i представляют собой полиномы от неизвестных c_1, \dots, c_{ml} (через c_1, \dots, c_{ml} обозначены элементы матрицы C). Однако нахождение явного вида зависимости p_i от своих аргументов уже для трехмерных систем (см. [4]) представляется довольно затруднительным.

Предложим, в связи с этим, один подход, позволяющий в некоторых случаях существенно облегчить задачу нахождения явного вида полиномиальной системы неравенств (3).

Действительно, как известно (см. [5]), любую квадратную, постоянную матрицу некоторым ортогональным преобразованием можно привести к так называемой вещественной форме Шура.

Постараемся воспользоваться этими результатами для непостоянной матрицы замкнутой системы (1)—(2), $A + BCH$.

В этом случае результаты работы [5] примут вид: существует ортогональная матрица (преобразование) $V(C)$, приводящая матрицу $A + BCH$ к блочно-треугольной форме Шура с диагональными блоками первого и второго порядков (вещественная форма Шура), т. е. такая, что

$$V(C) \cdot (A + BCH) V^T(C) = \tilde{A}_ш(C), \tag{4}$$

где

$$\tilde{A}_ш(C) = \begin{pmatrix} \tilde{A}_{11}(C), \tilde{A}_{12}(C), \dots, \tilde{A}_{1k}(C) \\ 0, \tilde{A}_{22}(C), \dots, \tilde{A}_{2k}(C) \\ \dots \dots \dots \\ 0, 0, \dots, \tilde{A}_{kk}(C) \end{pmatrix}, \tag{5}$$



$\tilde{A}_{ii}(C)$ —квадратные блоки порядка 1 либо 2), притом (в силу ортогональности $V(C)$)

$$V(C) \cdot V^T(C) \equiv E_n, \quad (6)$$

т. е.

$$V^{-1}(C) \equiv V^T(C). \quad (7)$$

Далее, так как устойчивость замкнутой системы, согласно (4)—(5), сводится к устойчивости диагональных блоков $\tilde{A}_{ii}(C)$, (если матрицу $A+BCH$ каким-то образом удастся привести к форме Шура) задача составления системы неравенств (3) окажется сведенной к аналогичным задачам для блоков $\tilde{A}_{ii}(C)$, ($i=1, \dots, k$).

Таким образом, произойдет декомпозиция задачи составления неравенств Рауса—Гурвица (или Лъенара—Шипара) для замкнутой системы (1)—(2).

Так как в настоящее время не существует достаточно эффективной процедуры приведения непостоянной матрицы вида $A+BCH$ к форме Шура, мы вынуждены ограничиться первым шагом на этом пути, приводить матрицу замкнутой системы к так называемой форме Хессенберга.

Матрица L называется правой или верхней матрицей Хессенберга [5], если $l_{ij}=0$ при $i > j + 1$.

(Аналогично определяется левая или нижняя матрица Хессенберга).

Притом хессенбергова матрица с ненулевыми элементами побочной диагонали называется не разложимой (в противном случае разложимой).

Мы останавливаем свой выбор на форму Хессенберга, так как для приведения матрицы $A+BCH$ к этой форме можно использовать известный аппарат специальных ортогональных преобразований, называемых «отражениями» [5]. (Притом, как известно, для приведения матрицы порядка n к форме Хессенберга требуется $n-2$ шагов).

Если при этом полученная хессенбергова форма окажется разложимой, мы можем осуществить декомпозицию составления системы неравенств (3). В противном случае, хотя декомпозиций не получается, все же задача составления (3) окажется в значительной мере облегченной. (Действительно, для матрицы Хессенберга значительно облегчена задача нахождения коэффициентов характеристического уравнения, что является довольно трудоемкой задачей в общем случае).

Замечание 1. Конечно, в принципе матрицу $A+BCH$ можно привести не к верхней (или правой) форме Шура, как в (5), а левой (или нижней) форме. (Получаемой из вида (5) транспонированием).

Замечание 2. Отметим, что для приведения матрицы к форме Шура (или Хессенберга), не обязательно пользоваться ортогональным преобразованием. Важно лишь существование $V^{-1}(C)$ для любого C .

При этом вместо (4) будем иметь

$$V(C) \cdot (A+BCH) V^{-1}(C) = \tilde{A}_{ш}(C),$$

или иначе

$$V(C) \cdot (A+BCH) = \tilde{A}_{ш}(C) \cdot V(C).$$

Замечание 3. Из вышеизложенного очевидно, что приведение матрицы замкнутой системы к вещественной форме Шура может существенно облегчить также задачу модального управления системой (1) в классе управлений вида (2) (см. [1]).

Проиллюстрируем вышеизложенное на простых примерах.

Пример 1. Рассмотрим систему виду (1), где

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}; \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \bar{h}^T = (1 \ 2 \ 0). \quad (8)$$

Для этой системы

$$A + c\bar{b}\bar{h}^T = \left(\begin{array}{cc|c} 2+c & 1+2c & 0 \\ c & 2+2c & 0 \\ \hline c & 2c & -1 \end{array} \right).$$

Следовательно, матрица замкнутой системы в классе управлений вида (2) в данном случае с самого начала имеет вещественную форму Шура.

Таким образом, задача стабилизации системы (8) в классе управлений вида (2) сводится к выбору c такой, чтобы подматрица

$$\begin{pmatrix} 2+c & 1+2c \\ c & 2+2c \end{pmatrix}$$

стала гурвицевой, т. е. стабилизирующее c должно удовлетворять условиям

$$\begin{cases} 2+c+2+2c < 0, \\ 2(2+c)(1+c) - c(1+2c) > 0, \end{cases}$$

откуда имеем

$$\begin{cases} 4 + 3c < 0, \\ 4 + 5c > 0. \end{cases}$$

Несовместимость последней системы неравенств свидетельствует о нестабилизированности системы (8).

Пример 2. Рассмотрим систему вида (1), где

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}; \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \bar{h}^T = (1 \ 1 \ 1). \quad (9)$$

В этом случае

$$A + c\bar{b}\bar{h}^T = \begin{pmatrix} 2+c & 1+c & c \\ 0 & 2 & 0 \\ c & c & c-1 \end{pmatrix}.$$

Приведем эту матрицу к форме Хессенберга посредством преобразования отражения.

Для этого возьмем матрицу преобразования в виде

$$M_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \widehat{M}_1 \end{pmatrix},$$

где \widehat{M}_1 — матрица отражения порядка 2.

При этом матрица \widehat{M}_1 строится по известным формулам (см. [5]) для вектора

$$\bar{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ c \end{pmatrix}.$$

(Мы, естественно, подразумеваем $c \neq 0$, так как матрица A не является гурвицевой).

В данном случае имеем

$$M_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\text{sign } c \\ 0 & -\text{sign } c & 0 \end{pmatrix}.$$

Эта матрица (невыврожденная в силу $c \neq 0$), как легко проверить, является ортогональной

$$M_1^{-1} = M_1^T = M_1,$$

т. е. $M_1^2 = E_3$.

Найдем вид преобразованной матрицы

$$A_1(c) = M_1 \cdot (A + c\bar{b}\bar{b}^T) \cdot M_1.$$

В результате несложных вычислений получаем

$$A_1(c) = \begin{pmatrix} 2+c-|c| & -(1+c)\operatorname{sign} c & & \\ -|c| & 1-c & & -c \\ \hline 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Полученная матрица имеет разложимую (правую) форму Хессенберга, более того, даже форму Шура.

Из вида этой матрицы ясно, что система неустойчива, так как имеет инвариантное собственное значение (см. /6/) $\lambda^2 = 2$.

Институт управления
 народным хозяйством
 при Совете Министров ГССР

(Поступило 9.2.1990)

კიბერნეტიკა

ა. გაბელაია

წარმოვი ავტონომიური სისტემების სტაბილიზაცია არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში და მატრიცების ჰესენბერგის ფორმად მიქვანა

რეზიუმე

შემოთავაზებულია მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩაკეტილი სისტემის მატრიცის გარდაქმნის გზით მნიშვნელოვანწილად გავამარტივოთ იმ პირობების ცხადი სახით ჩაწერის პრობლემა, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს მასტაბილიზებული უკუკავშირის კოეფიციენტები.

CYBERNETICS

A. G. GABELAYA

STABILIZATION OF LINEAR OFF-LINE SYSTEMS WITH INCOMPLETE INFORMATION AND TRANSFORMATION OF MATRICES TO KESSENBERG'S FORM

Summary

The paper deals with the method which allows to simplify by closed loop system's matrix transformation the problem of writing in an explicit form of those conditions which are related to stabilizing output feedback coefficients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. К. Асмыкович, Р. Габасов, Ф. М. Кириллова, В. М. Марченко. Автоматика и телемеханика, № 11, 1986.
2. Ф. Р. Гантмахер. Теория матриц. М., 1967.
3. В. Д. О. Anderson *et al.* IEEE Trans. Automat. Contr., 20, № 1, 1975.
4. А. Г. Габелая. Сообщения АН ГССР, 116, № 3, 1984.
5. Х. Д. Икрамов. Численное решение матричных уравнений. М., 1984.
6. А. Г. Габелая. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.



В. Г. ДЖАКЕЛИ

ВЛИЯНИЕ ЭКРАНИРОВКИ НА ЭНЕРГИЮ ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИМЕСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 23.1.1990)

Известно, что впервые теоретически, а потом экспериментально в полупроводниках доказано существование так называемых D^- центров [1] (связанное состояние на водородоподобных нейтральных центрах) с энергией связи $\approx 0,05 E_H$ (E_H — энергия ионизации мелкого донорного нейтрального центра). Аналогично этому ставится вопрос: возможно ли существование связанного состояния на ионизированный, экранированный свободными электронами, донорный центр и при каких условиях?

Потенциальная энергия взаимодействия электрона с экранированным примесным центром дается выражением

$$u(r) = \frac{u_0}{\epsilon_0} \frac{d}{r} \exp\left(-\frac{r}{d}\right), \quad (1)$$

где $u_0 = e^2/d$; ϵ_0 — статистическая диэлектрическая постоянная полупроводника; d — радиус экранирования. В работе [2] было показано, что при $T < 77^\circ\text{K}$ и $n < 10^{17} \text{ см}^{-3}$ экранированный кулоновский потенциал примеси для любых расстояний от примеси хорошо описывается выражением (1) (T — температура решетки; n — концентрация экранирующих свободных электронов).

Для того чтобы в поле, описываемое указанным потенциалом, существовали дискретные состояния, необходимо чтобы параметр $\gamma = md^2 u_0 / h^2 \epsilon_0$ удовлетворял условиям [3]

$$\gamma \geq 1. \quad (2)$$

Указанное условие в свою очередь для данного материала через d ограничивает значение T и n :

$$T \geq 5,8 \cdot 10^{-19} \frac{\epsilon_0}{\left(\frac{m}{m_0}\right)^2} \cdot n. \quad (3)$$

например, в Ge (Si) для $T = 4^\circ\text{K}$ (2) выполняется при $n \leq 6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ($8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$).

В приближении изотропной эффективной массы уравнение для радиальной части волновой функции в поле (1) имеет вид

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2m}{h^2} \left[E + u_0 \frac{d}{\epsilon_0 r} \exp\left(-\frac{r}{d}\right) \right] R = 0. \quad (4)$$

Подбирая функцию вида $R=C \cdot \exp(-\alpha r)$ (α —вариационный параметр) для волновой функции имеем

$$\psi = \alpha^{3/2} / \sqrt{\pi} \exp(-\alpha r). \quad (5)$$

Учитывая также пространственную зависимость диэлектрической проницаемости на атомных расстояниях [4, 5], которую можно записать в виде $\epsilon^{-1}(r) = A + B \exp(-\beta r)$ ($A = \epsilon_0^{-1}$, для *Ge* $B = 0,936$, $\beta = 2,4 \cdot 10^8 \text{ см}^{-1}$, для *Si*, $B = 0,917$, $\beta = 1,37 \cdot 10^8 \text{ см}^{-1}$) вариационным методом для энергии связанного электрона получаем

$$E_0 = -\frac{u_0}{\epsilon_0} \frac{x_0^3}{4} \left[\frac{x_0 - 1}{(x_0 + 1)^3} + \epsilon_0 B \frac{x_0 + \beta d - 1}{(x_0 + \beta d + 1)^3} \right], \quad (6)$$

$x_0 = 2 \alpha_0 d$ —корень уравнения:

$$\frac{1}{2\beta} = \frac{x_0(3+x_0)}{(1+x_0)^3} + \epsilon_0 B \frac{x_0(3+x_0+\beta d)}{(1+x_0+\beta d)^3}. \quad (7)$$

Оценивая размер области, в которой локализована волновая функция связанного электрона, из (5) получаем $r_0 = (\alpha_0)^{-1}$. Конкретные вычисления в *Ge* для $T = 10^\circ \text{K}$, $n = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ дает $\alpha_0^{-1} = 7,2 \cdot 10^{-7} \text{ см}$, $E_0 = -0,004 \text{ ЭВ}$; в *Si* для $T = 10^\circ \text{K}$, $n = 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $E_0 = -0,012 \text{ ЭВ}$, а для $T = 4^\circ \text{K}$, $n = 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $E_0 = -0,0375 \text{ ЭВ}$.

Легко убедиться, что водородоподобный атом получается в естественном пределе $B \rightarrow 0$ и $d \rightarrow \infty$. Тогда $\alpha_0^{-1} = \epsilon_0 \hbar^2 / m e^2$ —эффективный боровский радиус и $E_0 = m e^4 / 2 \epsilon_0^2 \hbar^2 = E_H$.

Анализируя (2) и (6), получаем условие, выполнение которой обеспечивает существование дискретного состояния на экранированном кулоновском центре, с энергией, существенно отличающейся от E_H

$$\frac{\hbar^2 \epsilon_0}{m e^2} \leq d \leq \frac{5 \hbar^2 \epsilon_0}{m e^2}.$$

Выполнение указанного условия в *Ge* достигается при относительно малых n и поэтому его экспериментально легко обнаружить. С изменением T и \hbar изменяется энергия связанных состояний, что по нашему мнению является одной из причин разных значений энергии ионизации в экспериментальных данных. Кроме того, на наш взгляд получается интересный результат—если в полупроводнике, в котором содержатся мелкие нейтральные донорные примеси, при фиксированной T постепенно, любым путем (переход зона-зона) увеличится n , то уменьшится E_0 и при некотором значении n произойдет автоионизация (n резко увеличится).

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 1.2.1990)

3. ჯაკელი

ეკრანირების გავლენა მინარემის ძირითადი მდგომარეობის
ენერგიაზე

რეზიუმე

შესწავლილია იონიზებულ, თავისუფალი ელექტრონებით ეკრანირებულ დონორულ ცენტრზე ბმული მდგომარეობის არსებობის შესაძლებლობა. მიღებულია აღნიშნული მდგომარეობის დაკვირვებისათვის აუცილებელი პირობები და შესაბამისი ენერგიის გამოსახულება ეკრანირების რადიუსის მიხედვით. ზღვრულ შემთხვევაში შედეგი ემთხვევა წყალბადისებური ატომის დონეს ნახევრადგამტარებში.

PHYSICS

V. G. JAKELI

THE INFLUENCE OF SCREENING ON IMPURITY GROUND
STATE ENERGY

Summary

The probability of bound state existence on the ionized donor centre screened by free electrons has been investigated. The condition to observe the state specified above has been obtained as well as the energy value depending on the radius of screening. In semiconductors the hydrogen-type level is obtained in the limiting case.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Гершензон, Г. Н. Гольцман, А. П. Мельников. Письма в ЖЭТФ, т. 14, в. 5, 1971, 281.
2. В. Б. Гласко, А. Г. Миронов. ФТТ, т. 4, в. 2, 1962, 337.
3. В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. Задачи по квантовой механике. М., 1981, 341.
4. M. Azuma, K. Shindo. J. Phys. Soc. Japan. v. 19, № 3, 1964.
5. S. Okugo, M. Azuma. J. Phys. Soc. Japan. v. 20, № 6, 1965.



УДК 548.55:535.345.1

ФИЗИКА

Г. Т. БРОДЗЕЛИ, Б. Т. ЖОРЖОЛИАНИ, М. Я. ЗЕВИН,
 И. В. МАГАЛАШВИЛИ, М. И. НАМТАЛИШВИЛИ, Л. И. ПЕРЕЛЬМАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
 ЛЕГИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛОВ ХЛОРИСТОГО СЕРЕБРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Л. Цинцадзе 15.1.1990)

Использование монокристаллов галогенидов серебра для изготовления оптических элементов инфракрасного диапазона обусловлено в первую очередь их прозрачностью в широком диапазоне длин волн от 0,5 до 25 мкм. Кроме того, кристаллические галогениды серебра негигроскопичны, не растворимы в воде, устойчивы к воздействию агрессивных сред.

Однако, наряду с этим, галогениды серебра обладают серьезными недостатками, ограничивающими их применение в инфракрасной оптике. Под воздействием видимого света и ультрафиолетового излучения в них протекают необратимые процессы фотолиза, в результате которых оптические элементы теряют прозрачность. Вторым существенным недостатком галогенидов серебра является их низкая механическая прочность, не позволяющая получать оптические элементы с высоким качеством поверхности, а их подверженность пластическим деформациям резко снижает область применения в ИК-технологических установках.

В табл. 1 приводятся сравнительные характеристики инфракрасных материалов — хлорида натрия и хлорида серебра.

Т а б л и ц а 1
 Сравнительные характеристики монокристаллов AgCl и NaCl

Характеристика	AgCl	NaCl
Плотность при 20°C, г/см ³	5,56	2,16
Спайность	Не обла- дает	Совершенная
Растворимость при 20°C, г/100 г воды	0,0001	35,7
Параметр решетки, Å	2,774	2,805
Температура плавления, °C	455	801
Коэффициент поглощения, см ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Показатель преломления	1,98	1,49
Потери на отражение, %	23	8,7
Модуль Юнга, 10 ⁶ кгс/см ²	0,6	0,4
Предел прочности, кгс/см ²	3,2	39

Целью работы было исследование возможности получения твердых растворов на основе монокристаллов хлористого серебра с улучшенными механическими и оптическими характеристиками.

Известно, что введение примеси натрия до 1 вес. % в решетку хлористого серебра повышает предел прочности кристаллов [1]. В данной
 19. „ბოლომე“, ტ. 138, № 2, 1990

работе исследованы составы, содержащие 2, 3, 5 и 10 вес.% NaCl в кристаллической матрице хлористого серебра. Для определения температур кристаллизации и подбора режимов выращивания кристаллов проводился дифференциально-термический анализ всех перечисленных составов. Кривые охлаждения ДТА приведены на рис. 1. Как видно из графиков, в составах, содержащих 5 и 10 вес. % NaCl, наблюдается расслоение расплава в процессе кристаллизации, в результате чего происходит распад твердых растворов на компоненты.

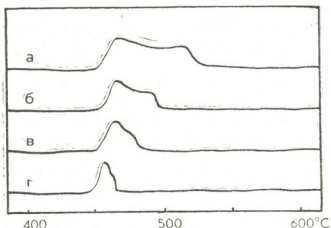


Рис. 1. Кривые охлаждения ДТА для системы AgCl-NaCl: а—10 вес. % NaCl, б—5 вес. % NaCl, в—3 вес. % NaCl, г—2 вес. % NaCl

Выращивание кристаллов проводилось на градиентной печи методом вертикально направленной кристаллизации.

Рентгеновские исследования синтезированных кристаллов показали, что все образцы, за исключением составов, содержащих 5 и 10 вес. % NaCl, являются монокристаллическими, а 5 и 10% составы имеют блочное строение с размерами блоков 5÷8 мм.

В табл. 2 приводятся данные рентгеновских исследований образцов с двух- и трехпроцентным содержанием NaCl в сравнении с чистыми монокристаллами NaCl и AgCl.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния кристаллов NaCl, AgCl и твердых растворов NaCl в AgCl

Индексы плоскостей		(111)	(100)	(220)	(311)
Межплоскостные расстояния, Å	NaCl	3,236	2,805	1,988	1,697
	AgCl	3,203	2,774	1,962	1,673
	AgCl+2%NaCl	3,205	2,776	1,964	1,674
	AgCl>3%NaCl	3,206	2,777	1,964	1,674

Как видно из таблицы, межплоскостные расстояния, вычисленные по данным рентгеновских исследований легированных образцов, с большой точностью совпадают с соответствующими межплоскостными расстояниями чистого AgCl. Это свидетельствует о том, что в этих образцах примесь Na является примесью замещения и ионы Na^+ занимают кристаллографические позиции, соответствующие ионам серебра. Это имеет большое значение, так как в случае зернистой,

многофазной или ячеистой структуры материала ускоряется его деградация вследствие фотолитического разложения хлорида серебра и концентрации металлического серебра вдоль границ макродефектов [2].

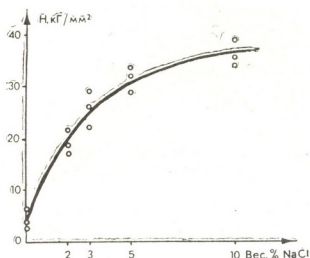


Рис. 2. Зависимость микротвердости кристаллов от концентрации вводимой примеси натрия

На рис. 2 приводится зависимость микротвердости выращенных кристаллов от концентрации введенной примеси натрия. Как видно из графика, с повышением концентрации примеси происходит значительное упрочнение кристаллов, что делает возможной обработку кристаллов обычными абразивными материалами. К тому же, повышение механической прочности позволяет улучшить качество обработки поверхности.

Оптические исследования выращенных кристаллов проводились в диапазоне длин волн от 2,5 до 25 мкм на спектрофотометре ИКС-29. Спектры пропускания и отражения исследованных образцов приводятся на рис. 3.

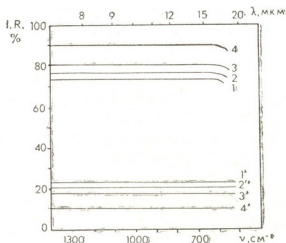


Рис. 3. Спектры пропускания и отражения легированных кристаллов AgCl: пропускание: 1—2 вес. % NaCl, 2—3 вес. % NaCl, 3—5 вес. % NaCl, 4—10 вес. % NaCl; отражение: 1'—2 вес. % NaCl, 2'—3 вес. % NaCl, 3'—5 вес. % NaCl, 4'—10 вес. % NaCl

Из графиков видно, что с увеличением концентрации вводимой примеси Na наблюдается значительное снижение потерь на отражение в исследуемых образцах, в результате чего растет пропускание.



Таким образом, разработан новый класс инфракрасных материалов, представляющих значительный интерес с точки зрения применения их для создания оптических элементов проходной оптики инфракрасного диапазона.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джавелидзе

(Поступило 8.2.1990)

ფიზიკა

ბ. ბროძელი, ბ. ჯორჯოლიანი, ა. ჯევინი, პ. მაგალაშვილი,
მ. ნამთალიშვილი, ლ. პერელმანი

ვერტიკალური ლეგირებული კრისტალების საფუძველზე
მიღებული ინფრაწითელი მასალების გამოკვლევა

რეზიუმე

ვერტიკალურად მიმართული კრისტალიზაციის მეთოდით მიღებულია ნატრიუმით ლეგირებული ვერცხლის ქლორიდის კრისტალები. მოყვანილია ამ კრისტალების ფიზიკური თვისებების გამოკვლევის მონაცემები: ფაზური შემადგენლობა; მიკროსიხისტე, ოპტიკური თვისებები სპექტრის ინფრაწითელ დიაპაზონში. ნაჩვენებია მიღებული მასალების გამოყენების შესაძლებლობა ინფრაწითელი დიაპაზონის ოპტიკური ელემენტების შექმნისას.

PHYSICS

G. T. BRODZELI, B. T. ZHORZHOLIANI, M. Ya. ZEVIN, P. V. MAGALASHVILI,
M. I. NAMTALISHVILI, L. I. PERELMAN

THE INVESTIGATION OF INFRARED MATERIALS BASED ON DOPED SILVER CHLORIDE CRYSTALS

Summary

Silver chloride crystals doped by Na have been grown by vertically directed crystallization. The results of studying the grown crystals physical properties, such as phase constitution microhardness, transmission and reflection in the wavelength of 2,5 to 25 μ are presented. DTA curves for all the grown crystals are given.

The possibility of using synthesized materials for mean infrared range optical elements is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. J. Stokes, C. H. Li. Acta Met., 10, 1962, 535—542.
2. Г. Т. Бродзели, М. И. Намталишвили, Г. Р. Петросян, Л. И. Перельман. Тез. докл. VII Всесоюз. конф. по росту кристаллов, т. 3. М., 1988. 206.

Д. Т. ЛЕЖАВА, О. А. ЦАГАРЕЙШВИЛИ, Л. Р. КУРАШВИЛИ,
Г. Ш. ДАРСАВЕЛИДZE

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ В КАРБИДЕ БОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цагарейшвили 8.2.1990)

Карбид бора, имеющий ромбоэдрическую кристаллическую решетку, обладает высокими потенциальными возможностями для применения в микроэлектронике и полупроводниковой промышленности. Целенаправленное регулирование параметров физических свойств во многом зависит от уровня исследования реальной структуры, природы возникновения и взаимодействия характерных структурных дефектов в карбиде бора. До настоящего времени не разрешена проблема получения его кристаллов технических размеров. Поэтому образцы изделия карбида бора получают методами порошковой металлургии, в частности, горячим спрессованием под давлением порошка карбида бора, полученного карботермическим методом синтеза. Реальная структура таких образцов представляет собой конденсированную среду, образованную частицами кристаллического карбида бора, в которой могут присутствовать включения фаз бора и графита, а также нестехиометрические комплексы системы В—С. Отмеченные структурные особенности создают потенциальные возможности проявления многообразных центров механической релаксации на границах раздела и в объеме частиц. Обнаружение и определение активационных характеристик структурных несовершенств в такой среде эффективно могут быть осуществлены структурно-чувствительными методами внутреннего трения.

Было исследовано внутреннее трение в образцах карбида бора, полученных высокотемпературным синтезом под давлением $5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$. Измерения проводили методом визуальной регистрации декремента затухания крутильных колебаний в диапазонах частот 1—5 Гц и температур 80—300 К в вакууме $\sim 10^{-3}$ Па при амплитудах относительной деформации 10^{-5} — 10^{-4} .

На кривой температурной зависимости внутреннего трения, измеренного на частоте $\approx 1,5$ Гц и относительной деформации $\sim 10^{-5}$, выявлены небольшие максимумы при температурах 110, 130, 180—190 и 220 К (кр. 1). При регистрации спектра внутреннего трения на частоте 5,5 Гц указанные максимумы обнаруживаются в области повышенных температур. Следовательно, основой максимумов являются релаксационные процессы, протекающие под воздействием внешнего механического напряжения и температуры. Значения энергии активации, определенные по частотному сдвигу максимумов, и частотных факторов, вычисленных из экспоненциальной зависимости внутреннего трения в окрестностях максимумов, приведены в таблице.

Температурный спектр внутреннего трения незначительно изменяется после воздействия на образец в районе температуры 300 К циклов знакопеременного нагружения (≤ 1000) при амплитуде относительной деформации $\approx 10^{-3}$. Это, видимо, показывает, что указанное механическое воздействие не стимулирует изменения видов и концентраций центров релаксации, имеющихся в исходной структуре.

Несмотря на это, следует полагать, что определенные дефекты обладают достаточно высокой диффузионной подвижностью. Она обнаруживается в наличии резкой температурной зависимости фона внутреннего трения от температуры, интенсивность которого на один порядок превосходит интенсивность фонового рассеяния энергии колебаний в кристаллах с направленными связями [1]. Отжиг в вакууме при 1000 К в течение 10 ч уменьшает интенсивность фона вблизи 80 К. При этом температурная зависимость фона не устраняется. Отжиг не оказывает влияния на интенсивность, форму и температуру релаксационных максимумов.

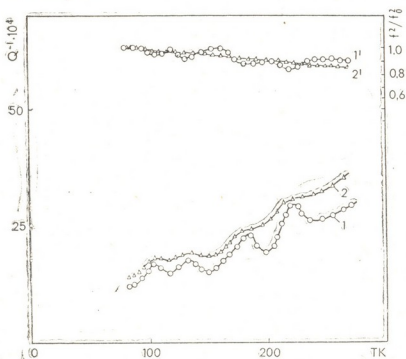


Рис. 1. Температурный спектр внутреннего трения Q^{-1} и модуля сдвига f^2/f_0^2 карбида бора: 1, 1'— Q^{-1} и f^2/f_0^2 при деформации $\approx 1 \cdot 10^{-5}$, 2, 2'— Q^{-1} и f^2/f_0^2 при деформации $\approx 1 \cdot 10^{-4}$

Как в исходных так и в отожженных образцах спектр внутреннего трения проявляет резкую амплитудную зависимость. В температурном спектре внутреннего трения исходных образцов, измеренного при повышенной амплитуде деформации $\approx 10^{-4}$, на высоком фоне имеются слабые перегибы при температурах существования релаксационных максимумов (кр. 2). Последующее измерение спектра на низкой амплитуде колебаний ($\approx 10^{-5}$) вновь проявляет фон с пониженной интенсивностью и четкие максимумы внутреннего трения. Учитывая ограничение подвижности структурных дефектов кристаллического строения кристаллов с направленными химическими связями, в том числе и карбида бора, можно предположить, что аномалии амплитудной и температурной зависимости внутреннего трения обуславливаются структурной релаксацией в переходных областях между частицами карбида бора, образованных при горячем спрессовании порошка.

Пренебрегая изменениями линейных размеров образцов в интервале 80—300 К, можно отождествлять характер температурной зависимости модуля сдвига с поведением квадрата отношения частоты при заданной температуре к частоте при 80 К. Зависимость динамического модуля сдвига от температуры, определенная при пониженных амплитудах колебаний ($\approx 10^{-5}$), характеризуется следующими особенностями (кр. 1'): с возрастанием температуры модуль сдвига линейно

уменьшается, в районе релаксационных максимумов проявляются дефекты модуля, величины дефектов модуля сдвига и интенсивности релаксационных максимумов взаимосвязаны соотношением для процесса с одним временем релаксации. Линейное уменьшение модуля сдвига более заметно выражается в условиях его измерения при относительной деформации $\approx 10^{-4}$ (кр. 2').

Активационные параметры максимумов внутреннего трения

Температура, К	Энергия активации, эВ	Частотный фактор, с ⁻¹
110	0,15 ± 0,1	1 · 10 ⁸
130	0,20 ± 0,1	3 · 10 ⁸
190	0,35 ± 0,1	1 · 10 ⁹
220	0,45 ± 0,1	5 · 10 ⁹

Активационные характеристики релаксационного максимума в районе 230 К близки к характеристикам максимума внутреннего трения, обнаруженного в непрерывных нитях бора, полученных осаждением из газовой фазы [2]. Это может быть объяснено следующим образом. Формирование структур непрерывных нитей и карбида бора происходит в неравновесных термодинамических условиях. В связи с этим в их реальных структурах могут реализоваться конфигурации определенных дефектов и деформированных икосаэдров с приблизительно одинаковыми кристаллографическими и активационными характеристиками.

Для структуры карбида бора характерны плоские несовершенства и расщепленные дислокации [3]. Протяженные кристаллографические дефекты могут разрушить икосаэдры из двенадцати атомов бора и цепочку изолированных атомов углерода и бора на тригональной оси элементарной ячейки. Соответственно будут образовываться новые конфигурации с пониженной точечной симметрией, многообразие которых является основной причиной проявления множества релаксационных процессов в довольно узком интервале температур (80 — 300 К) в карбиде бора.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

(Поступило 9.2.1990)

ფიზიკა

დ. ლეშავა, ო. ცაგარეიშვილი, ლ. ყურაშვილი, გ. დარსაგვიძე

დაბალტემპერატურული შინაგანი ხახუნის ბორის კარბიდში

რეზიუმე

ბორის კარბიდის შინაგანი ხახუნის სპექტრში 80—300K შუალედში გამოვლენილია რელაქსაციური მაქსიმუმები. განსაზღვრულია მათი აქტივაციური პარამეტრები. გაანალიზებულია რელაქსაციური პროცესების სავარაუდო მექანიზმები დამახასიათებელი სტრუქტურული დეფექტების ურთიერთქმედების თვალსაზრისით.

D. T. LEZHAVA O. A. TSAGAREISHVILI, L. R. KURASHVILI,
G. Sh. DARSVELIDZE

LOW-TEMPERATURE INTERNAL FRICTION IN BORON CARBIDE

Summary

Relaxation maxima in the 80—300 K temperature range have been revealed in boron carbide internal friction spectra. Activation parameters of the maxima were determined and possible mechanisms of the relaxation processes were analysed in the view of interaction of characteristic structural defects.

შეჯამება — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Новик, Б. Берри. Релаксационные явления в кристаллах. М., 1975.
2. Г. В. Цагарейшвили, Г. М. Дугладзе, Г. Ш. Дарсавелидзе, Ф. Н. Тавадзе. В Сб. «Бор, получение, структура и свойства». М., 1974, 154—156.
3. К. Н. G. Ashbee. Acta Metallurgica, v. 19, 1971, pp. 1079—1085.



Ир. Г. КИМЕРИДЗЕ

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ СОСТОЯНИЙ ТИПА ОРБИТАЛЬНОГО АНТИФЕРРОМАГНЕТИКА И СПИНОВОГО НЕМАТИКА В ДВУМЕРНОЙ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ХАББАРДА

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 10.1.1990)

Вопрос о динамических неустойчивостях системы слабо взаимодействующих электронов на квадратной решетке обсуждался в ряде работ [1—5]. Недавно было показано [4, 5], что наряду с синглетной сверхпроводимостью, а также волнами зарядовой и спиновой плотности (ВЗП, ВСП), при половинном заполнении зоны возникает возможность упорядочения системы в состояниях с анизотропным электрон-дырочным спариванием на соседних узлах. Одно из этих состояний характеризуется ненулевыми локальными зарядовыми токами, распределение которых на связях квадратной решетки отвечает орбитальному антиферромагнетизму (ОАФ). В другом состоянии имеются ненулевые локальные спиновые токи, а само состояние представляет собой фермионную реализацию спинового нематика (СН) [6].

В настоящей статье выясняются условия, в которых тенденция системы к упорядочению в одном из этих анизотропных состояний оказывается доминирующей. Отметим, что в своей общей постановке вопрос о реализации того или иного состояния в зависимости от характера взаимодействия представляет собой весьма сложную задачу. Неперенормируемость теории в двух измерениях существенно затрудняет учет интерференции между флуктуациями различной симметрии [1, 3]. По этой причине ниже мы ограничимся приближением среднего поля, в котором вершинные (интерференционные) поправки к соответствующим функциям отклика игнорируются.

Принимая во внимание анизотропный характер состояний ОАФ и СН, мы должны исходить из модели с заведомо источечным взаимодействием между электронами [4]. Рассматриваемая нами модель есть обобщение двумерной модели Хаббарда на случай прямого (Кулоновского) и обменного взаимодействий между электронами на соседних узлах:

$$H = -t \sum_{\langle \vec{n}, \vec{n}_1 \rangle} \sum_{\alpha} C_{\vec{n}\alpha}^{+} C_{\vec{n}_1\alpha} + U \sum_{\vec{n}} C_{\vec{n}\uparrow}^{+} C_{\vec{n}\downarrow}^{+} C_{\vec{n}\downarrow} C_{\vec{n}\uparrow} \quad (1)$$

$$+ \frac{V}{2} \sum_{\langle \vec{n}, \vec{n}_1 \rangle} \sum_{\alpha\beta} \dot{C}_{\vec{n}\alpha}^{+} C_{\vec{n}_1\beta}^{+} C_{\vec{n}_1\beta} C_{\vec{n}\alpha} + \frac{J}{4} \sum_{\langle \vec{n}, \vec{n}_1 \rangle} \sum_{\alpha\alpha_1\beta\beta_1} C_{\vec{n}\alpha}^{+} C_{\vec{n}_1\alpha_1}^{+} (\vec{\sigma}_{\alpha\beta} \cdot \vec{\sigma}_{\alpha_1\beta_1}) C_{\vec{n}_1\beta_1} C_{\vec{n}\beta}$$

Здесь t — амплитуда туннельных переходов электронов, формирующих зонный спектр $\epsilon(\vec{k}) = -2t(\cos k_x + \cos k_y)$ (мы полагаем шаг решетки $a=1$); $\vec{\sigma}$ — спиновые матрицы Паули; U , V и J — константы внутривузельного и межузельного — прямого и обменного взаимодействий, со-



ответственно. Эти константы предполагаются малыми по сравнению с шириной зоны $W=8t$. Ниже мы будем рассматривать случай $U, V > 0$, исключив тем самым из рассмотрения сверхпроводящую неустойчивость.

Локальные операторы, средние от которых определяют амплитуды соответствующих параметров порядка, имеют вид

$$\widehat{O}_{\vec{n}}^{\text{взп}} = (-1)^{n_x + n_y} \sum_{\alpha} C_{\vec{n}\alpha}^+ C_{\vec{n}\alpha}; \quad \widehat{O}_{\vec{n}}^{\text{всп}} = (-1)^{n_x + n_y} \sum_{\alpha\beta} C_{\vec{n}\alpha}^+ (\vec{\zeta} \cdot \vec{\sigma}_{\alpha\beta}) C_{\vec{n}\beta}; \quad (2)$$

$$\widehat{O}_{\vec{n}, \vec{n} + \vec{g}}^{\text{ОАФ}} = i(-1)^{n_x + n_y} \lambda(\vec{g}) \sum_{\alpha} C_{\vec{n}\alpha}^+ C_{\vec{n} + \vec{g}, \alpha};$$

$$\widehat{O}_{\vec{n}, \vec{n} + \vec{g}}^{\text{СН}} = i(-1)^{n_x + n_y} \lambda(\vec{g}) \sum_{\alpha\beta} C_{\vec{n}\alpha}^+ (d \vec{\sigma}_{\alpha\beta}) C_{\vec{n} + \vec{g}, \beta},$$

где $\vec{g} = \pm \vec{a}_x, \pm \vec{a}_y$; \vec{a}_x и \vec{a}_y — базисные векторы квадратной решетки; $\vec{\zeta}, \vec{d}$ — единичные векторы в спиновом пространстве; $\lambda(\pm \vec{a}_x) = -\lambda(\pm \vec{a}_y) = 1$; знак-переменный множитель $(-1)^{n_x + n_y}$ отражает нарушение трансляционной симметрии исходной решетки во всех четырех состояниях.

Используя стандартную процедуру перехода к среднему полю в гамильтониане взаимодействия (1) по каждому из параметров порядка Δ_i в отдельности, приходим к уравнениям самосогласования:

$$\Delta_i \cdot \left[1 - \frac{\Gamma_i}{2N} \sum_{\vec{k}} \varphi_i(\vec{k}) \frac{\text{th} \left(\frac{E_i(\vec{k})}{2T} \right)}{E_i(\vec{k})} \right] = 0 \quad (3)$$

($i = \text{ВЗП, ВСП, ОАФ, СН}$). Здесь Γ_i — линейные комбинации констант связи:

$$\begin{aligned} \Gamma_{\text{взп}} &= 8V - U; & \Gamma_{\text{всп}} &= U + 4J; \\ \Gamma_{\text{оаф}} &= 4V + 6J; & \Gamma_{\text{сн}} &= 4V - 2J, \end{aligned} \quad (4)$$

функция $\varphi_i(\vec{k}) = 1$ для ВЗП и ВСП, и $\varphi_i(\vec{k}) = \frac{1}{4} (\cos k_x - \cos k_y)^2$ для ОАФ и СН; $E_i(\vec{k}) = \sqrt{\varepsilon^2(\vec{k}) + \Delta_i^2(\vec{k})}$, причем $\Delta_i(\vec{k}) = \Delta_i$ для ВЗП и ВСП, и $\Delta_i(\vec{k}) = \Delta_i \cdot (\cos k_x - \cos k_y)$ для ОАФ и СН.

При $\Gamma_i > 0$ уравнения (3) определяют «среднеполевую» температуру перехода, которая оказывается повышенной по сравнению со стандартной оценкой благодаря логарифмической особенности Ван Хова в плотности состояний [7]

$$T_{c,i} \simeq W \cdot \exp \{ -(\pi^2 \cdot W / \Gamma_i)^{1/2} \}.$$

Доминировать будет та неустойчивость, которая характеризуется максимальным $T_{c,i}$. Поэтому симметрия низкотемпературной упорядоченной фазы определяется максимальным положительным Γ_i .

В отсутствие обменного взаимодействия ($J=0$), что соответствует т. н. $U-V$ модели, имеем следующие неравенства:

$$\text{при } U < 4V, \text{ и} \quad \Gamma_{\text{ВЗП}} > \Gamma_{\text{ОАФ}} = \Gamma_{\text{СН}} > \Gamma_{\text{ВСП}} \quad (5)$$

$$\Gamma_{\text{ВСП}} > \Gamma_{\text{ОАФ}} = \Gamma_{\text{СН}} > \Gamma_{\text{ВЗП}} \quad (6)$$

при $U > 4V$. Таким образом, при $U \neq 4V$ система находится либо в диэлектрическом состоянии с волной зарядовой плотности ($U < 4V$), либо в антиферромагнитном состоянии ($U > 4V$). Этот результат был недавно получен для $U-V$ модели с помощью численных расчетов [8].

Интересная ситуация возникает на границе раздела ВЗП- и ВСП-фаз, $U=4V$. Здесь возникает вырождение $\Gamma_{\text{ВЗП}} = \Gamma_{\text{ВСП}} = \Gamma_{\text{ОАФ}} = \Gamma_{\text{СН}} = 4V$, указывающее на возможность сосуществования волн плотности с токовыми состояниями ОАФ и СН. Этот результат согласуется с представлением о том, что развитию неустойчивостей ОАФ- или СН-типа должно способствовать достаточно сильное отталкивание электронов на соседних узлах.

Точность приближения среднего поля, конечно, недостаточна для выявления доминирующей неустойчивости из четырех вырожденных, при $U=4V$. Однако, как следует из (4), во-первых, это вырождение снимается учетом слабого обменного взаимодействия J , а во-вторых, при любом знаке J наиболее сильной оказывается неустойчивость либо ОАФ-типа ($J > 0$), либо СН-типа ($J < 0$). Действительно, при $U=4V$ и $J > 0$ имеем

$$\Gamma_{\text{ОАФ}} > \Gamma_{\text{ВСП}} > \Gamma_{\text{ВЗП}} > \Gamma_{\text{СН}}, \quad (7)$$

а при $U=4V$, $J < 0$

$$\Gamma_{\text{СН}} > \Gamma_{\text{ВЗП}} > \Gamma_{\text{ВСП}} > \Gamma_{\text{ОАФ}}. \quad (8)$$

Ясно, что это заключение останется справедливым в некоторой окрестности линии $U=4V$. При достаточном удалении (в масштабе $|J|$) от этой линии восстанавливаются результаты (5) и (6) для чистой $U-V$ модели.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 16.2.1990)

ფიზიკა

ივ. კიხიძე

ორბიტული ანტიფერომაგნეტიკისა და სპინური ენვანტიკის ტიპის მდგომარეობათა არსებობის შესაძლებლობა ორბანომილივიან განზომადებულ ჰაბარდის მოდელში

რეზიუმე

განხილულია ორბანომილივიანი განზომადებული ჰაბარდის მოდელი ელექტრონებს შორის კვანძური ($U > 0$) კვანძაშორისი-პირდაპირი ($V > 0$), და კვანძაშორისი-გაცვლითი (J) ურთიერთქმედებით. საშუალო ველის მიახლოების ფარგლებში, ნახევრადშეესებული ელექტრონული ზონის შემთხვევაში, მოძებნილია მუხტისა და სპინის სიმკვრივის ტალღის, ორბიტული ანტიფერომაგნეტიკისა (მავ) და სპინური ნემატიკის (სნ) ტიპის მდგომარეობათა ჩამოყალიბების პირობები. ნაჩვენებია, რომ $U=4V$ წრფის ახლოს გაცვლითი ურთიერთქმედება ხელს უწყობს მავ ($J > 0$) და სნ ($J < 0$) მდგომარეობათა დომინირებას.

Ir. G. KIMERIDZE

 THE POSSIBILITY OF REALIZATION OF THE ORBITAL
 ANTIFERROMAGNETIC AND SPIN NEMATIC STATES IN THE
 TWO-DIMENSIONAL EXTENDED HUBBARD MODEL

Summary

The two-dimensional Hubbard model with $U > 0$ is generalized to include both direct ($V > 0$) and exchange (J) interactions between electrons on the neighbouring sites. The conditions are found in the mean-field approximation, under which the half-filled system is unstable with respect to formation of the charge- or spin-density waves (CDW, SDW), orbital anti-ferromagnetic (OAF) or spin nematic (SN) states. It is shown that in the vicinity of the line $U=4V$, the exchange interaction makes either the OAF-instability ($J > 0$) or SN-instability ($J < 0$) the dominant one.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Дзялошинский. Письма в ЖЭТФ, 46, приложение 110, 1987.
2. H. J. Schulz. Europhys. Lett., 4, 609, 1987.
3. И. Е. Дзялошинский, В. М. Яковенко. ЖЭТФ, 94, 344, 1988.
4. А. А. Нерсисян, А. Лютер. Препринт ИФАН ГССР, ФТТ-9, 1988.
5. H. J. Schulz. Phys. Rev., B 39, 2940, 1989.
6. А. Ф. Андреев, И. А. Гришук. ЖЭТФ, 87, 467, 1984.
7. E. Hirsch, D. J. Scalapino. Phys. Rev. Lett., 56, 2732, 1986.
8. Y. Zang, J. Callaway. Phys. Rev., B 39, 9397, 1989.



Д. В. КАПАНАДЗЕ

О ЕДИНСТВЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА

(Представлено академиком М. А. Алексидзе 2.2.1990)

Решение обратной задачи теории потенциала имеет большое прикладное значение. Впервые единственность ее решения в классе звездных областей постоянной плотности была доказана П. С. Новиковым [1], результаты которого расширены в областях [2—7]. В этой работе при помощи строения сколь угодно малой окрестности граничной точки объединения в случае кусочно-гладких многосвязных областей из R^2 доказываем единственность решения обратной задачи.

Определим логарифмические потенциалы

$$V^g(x) = \int_Q g(y) \ln \frac{1}{|x-y|} dy, \quad U^\psi(x) = \int_{\partial Q} \psi(y),$$

где Q — кусочно-гладкая ограниченная область; ∂Q — граница области Q , $g \in L_1(Q)$, $\psi \in L_1(\partial Q)$. Если $x_0 \in \partial Q$, то обозначим

$$\sigma_r = \{x: |x - x_0| < r\} \cap \partial Q.$$

Через Q_∞ обозначается связная компонента дополнения $R^2 - \bar{Q}$, которая содержит бесконечно удаленную точку, а $Q_0 = R^2 - \Omega_\infty$. Через \dot{F} обозначается множество внутренних точек для F . \emptyset — пустое множество; ν — внешняя нормаль; $(\nu \wedge x_2)$ — угол между ν и x_2 .

Теорема 1. Пусть Ω_1 и Ω_2 — кусочно-гладкие ограниченные многосвязные области из R^2 , $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$. Предположим, что существует окрестность $\sigma_r = \{x: |x - x_0| < r\} \cap \partial \Omega_\infty$ точки $x_0 \in \partial \Omega_\infty$ такая, что $\sigma_r \cap \bar{\Omega}_1 = \emptyset$, $\sigma_r \subset \partial \Omega_\infty$. Пусть далее, окрестность σ_r содержит какой-нибудь отрезок некоторой прямой линии P_0 , а сама окрестность σ_r не принадлежит прямой линии P_0 ($\sigma_r - P_0 \neq \emptyset$). Тогда потенциалы

$$V_1(x) = \int_{\Omega_1} \ln \frac{1}{|x-y|} dy, \quad V_2(x) = \int_{\Omega_2} \ln \frac{1}{|x-y|} dy$$

не совпадают на Ω_∞ .

Доказательство. Допустим противное, т. е. что $V_1(x) = V_2(x)$ $x \in \Omega_\infty$. Существует линейное преобразование такое, что после поворота координатной системы прямая линия P_0 параллельна оси Ox_2 ($P_0 \parallel Ox_2$). Из равенства потенциалов получаем, что

$$\int_{\Omega_1} U^\psi(x) dx = \int_{\Omega_2} U^\psi(x) dx \quad \psi \in L_2(dS_R), \quad (1)$$



где

$$S_R = \{x : |x| < R\}, \quad \bar{\Omega}_1 \cup \bar{\Omega}_2 \subset R^2 - \bar{S}_R.$$

Рассмотрим множество потенциалов

$$B_0(S'_R) = \{U^\psi : \psi \in L_2(\partial S_R)\}, \quad \int_{\partial S'_R} \psi(y) dS = 0 \quad (S'_R = R^2 - S_R).$$

Из (1) следует также, что

$$\int_{\Omega_1} \frac{\partial U^\psi(x)}{\partial x_2} dx = \int_{\Omega_2} \frac{\partial U^\psi(x)}{\partial x_2} dx, \quad U^\psi \in B_0(S'_R).$$

По формуле Гаусса—Остроградского

$$\int_{\partial \Omega_1} U^\psi(x) \cos(\nu, \wedge x_2) dS = \int_{\partial \Omega_2 - E} U^\psi(x) \cos(\nu, \wedge x_2) dS, \quad (2)$$

где E —отрезок прямой линии P_0 ($E \subset \sigma'_0$, $\cos(\nu, \wedge x_2) = 0$ $x \in E$). Отметим, что если

$$\frac{\partial U^\psi(x)}{\partial x_2} = 0 \quad x \in \Omega, \quad U^\psi \in B_0(S'_R),$$

то $\psi = 0$. В самом деле, известно, что

$$\lim_{x \rightarrow \infty} U^\psi(x) = 0, \quad U^\psi \in B_0(S'_R).$$

Ясно, что

$$U^\psi(x) = \int_{\infty}^x \frac{\partial U^\psi(x)}{\partial x_2} dx_2, \quad U^\psi \in B_0(S'_R),$$

где (x, ∞) —луч, который параллелен оси Ox_2 , $x \in S'_R$, $(x, \infty) \subset S'_R$. Следовательно, $U^\psi(x) = 0$ $x \in S'_R$. Значит, $\psi(x) = 0$ $x \in \partial S_R$. В силу условия теоремы существует окрестность

$$\sigma_1 = [x : |x - x_1| < r] \cap \sigma'_0, \quad \cos(\nu, \wedge x_2) \neq 0, \quad x \in \sigma_1.$$

Пусть $\cos(\nu, \wedge x_2) > 0$ $x \in \sigma_1$. Определим следующие множества:

$$\omega = \sigma'_0 \cap \Omega_0 (\Omega_0 = R^2 - \Omega_\infty), \quad F_0 = \bar{\Omega}_0 - \bar{\omega}, \quad F_2 = \partial \omega \cap \partial \Omega_\infty, \quad F = \bar{F}_0 \cup (\bar{F}_2 - E).$$

Легко убеждаемся, что F_0 —односвязная область, а дополнение $R^2 - F$ замкнутого множества F —связное множество (r —достаточно малое число). Пусть функция φ непрерывна, неотрицательна и финитна на σ_1 ($\max \varphi(x) > 0$). Определим функцию

$$v(x) = \begin{cases} 0 & x \in \bar{F}_0, \\ \varphi(x) & x \in \sigma_1, \\ 0 & x \in F_2 - E. \end{cases}$$

Покажем, что существует последовательность $\{U^{\psi_n}, n = 1, 2, \dots\}$ такая, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|v - U^{\psi_n}\|_{C(F)} = 0, \quad U^{\psi_n} \in B_0(S'_R). \quad (3)$$

Соотношение (3) вытекает из следующего вспомогательного утверждения.

Л е м м а. Пусть $f \in C(F)$, $\Delta f(x) = 0$, $x \in \bar{F}$. Тогда существует последовательность потенциалов $\{U^{\psi_n}, n = 1, 2, \dots\}$ из $B_0(S'_R)$ такая, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|f - U^{\psi_n}\|_{C(F)} = 0.$$

Напишем равенство (2) для потенциалов $\{U^{\psi_n}\}$ из (3)

$$\int_{\partial\Omega_1} U^{\psi_n}(x) \cos(\nu, \wedge x_2) dS = \int_{\partial\Omega_2 - E} U^{\psi_n}(x) \cos(\nu, x_2) dS.$$

Перейдем к пределу при $n \rightarrow \infty$. Тогда получаем, что

$$\int_{\sigma_1} \varphi(x) \cos(\nu \wedge x_2) dS = 0.$$

Так как

$$\cos(\nu \wedge x_2) > 0, \quad x \in \sigma_1, \quad \varphi(x) \geq 0, \quad \max \varphi(x) > 0,$$

то получается противоречие. Теорема 1 доказана.

С л е д с т в и е 1. Пусть Ω_1 и Ω_2 — односвязные многоугольники на R^2 . Если границы $\partial\Omega_1$ и $\partial\Omega_2$ только пересекаются, то решение обратной задачи единственно.

С л е д с т в и е 2. Пусть Ω_1 и Ω_2 — многосвязные многоугольники на R^2 , $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$. Предположим, что существует хотя бы одна вершина $x_0 \in \partial\Omega_2$ (или $\partial\Omega_1$) на $\partial\Omega_\infty$, которая не является общей точкой для Ω_1 и Ω_2 ($x_0 \in \bar{\Omega}_1 \cap \bar{\Omega}_2$). Тогда решение обратной задачи единственно.

Т е о р е м а 2. Пусть Ω_1 и Ω_2 — кусочно-гладкие многосвязные ограниченные области на R^2 , $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$, $\Omega = \bar{\Omega}_1 \cap \bar{\Omega}_2 = \bigcup_1^n Q_i$. Предположим, что существует односвязная область Q_1 ($i = 1, Q_1 \subset \Omega_1$) и другая односвязная область G_0 такая, что $(\bigcup_2^n \bar{Q}_i \subset \bar{G}_0)$, пересечение $\bar{G}_0 \cap \bar{Q}$ содержит не более чем одной точки. Пусть далее μ — почти всюду положительная интегрируемая плотность на Ω . Тогда решение обратной задачи единственно.

Отметим, что условия теоремы 2 часто выполняются, если существует общая гладкая часть на $\partial\Omega_\infty$. ($\sigma \subset \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_2 \cap \partial\Omega_\infty$).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 2.2.1990)

გეოფიზიკა

ჯ. კახანაძე

პოტენციალთა თეორიის შებენიერი ამოცანის ამოხსნის
 ერთადერთობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია თეორემები პოტენციალთა თეორიის შებენიერი ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის შესახებ.

D. V. KAPANADZE

ON UNIQUENESS OF THE SOLUTION OF INVERSE PROBLEMS
OF THE POTENTIAL THEORY

Summary

Theorems on the uniqueness of the solution of inverse problems of the potential theory are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. С. Новиков. ДАН СССР, 18, № 3, 1938.
2. Л. Н. Сретенский. ДАН СССР, 99, № 1, 1954.
3. Ю. А. Шашкин. ДАН СССР, III, № 1, 1957.
4. А. И. Прилепко. Математ. заметки, 14, № 5, 1973.
5. В. И. Исаков. Дифференциальные уравнения, № 1, 1972.
6. В. Н. Страхов, М. А. Бродский. Изв. АН СССР, Физика Земли, 6, 1985.
7. Д. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 2, 1986.



УДК 678.652

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Б. М. МГЕЛАДЗЕ, Г. Ш. ПАПАВА, И. И. АБХАЗАВА,
 Н. С. ПХАКАДЗЕ, Г. Э. КВАНТРИШВИЛИ, Н. З. ХОТЕНАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ
 КАРБАМИДО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ
 В РАСПЛАВЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. О. Чивадзе 29.1.1990)

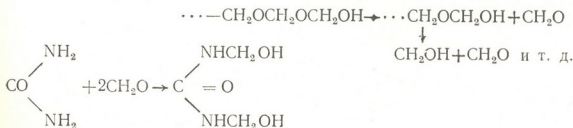
Полимерные композиции аминопласта на основе диатомита получают смешением водного раствора мочевино-формальдегидных олигомеров с диатомитом. При этом образуется пастообразная масса, которую подвергают вакуумной сушке для удаления влаги. В производственных условиях получение высушенной полимерной композиции технически затруднено и малопроизводительное.

В ряде случаев для получения полимерной композиции водный раствор олигомера высушивают в вакууме в распыленном состоянии и затем смешивают с наполнителем на вальцах. Указанный способ получения сухого олигомера технически сложен.

Представляет практический интерес разработать способ получения сухого олигомера в процессе его образования.

Мочевино-формальдегидные олигомеры обычно получают из мочевины и водного раствора формальдегида. Реакцию проводят в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде. Нейтральная и слабощелочная среды более благоприятны для образования метиловых производных. Окончательное отверждение олигомера осуществляют в кислой среде. Энергия активации реакции конденсации в нейтральной или щелочной среде составляет 14,5—15,9 ккал/моль, а в кислой среде снижается до 10,7 ккал/моль при уменьшении рН до 3,65 [1, 2].

При молярном отношении мочевины к формальдегиду 1:2 образуется диметилолмочевина. Общая скорость реакции образования диметилолмочевины меньше реакции образования монометилолмочевины. Процесс протекает в две стадии: сначала из мочевины и формальдегида получается монометилолмочевина, а затем более медленно к ней присоединяется еще молекула формальдегида. Из диметилолмочевины в дальнейшем образуется олигомер как линейного строения, так и с циклическими звеньями [3]. Для получения сухого олигомера процесс проводят в расплаве путем нагревания механической смеси карбамида и параформа. При нагревании выше 100°C смесь переходит в расплав. Параформ деполимеризуется и образуется формальдегид, который по мере образования тут же вступает в реакцию с карбамидом. Процесс образования олигомера схематически можно представить следующим образом:



Образование олигомера, очевидно, протекает по вышеприведенной схеме.

Для успешного осуществления синтеза карбамидо-формальдегидного олигомера в расплаве с целью нахождения оптимальных условий синтеза нам представлялось целесообразным изучить некоторые кинетические закономерности этого процесса, тем более что в литературе таких данных не имелось.

Образование карбамидо-формальдегидного олигомера в расплаве изучалось в интервале температур 110—125°C при мольном соотношении карбамида к формальдегиду 1:2. Контроль за ходом реакции осуществлялся по изменению содержания в реакционной смеси карбамида. Для этого через определенные промежутки времени определялись количество не вошедшего в реакцию карбамида. На рис. 1 приведены кинетические кривые взаимодействия карбамида с формальдегидом при различных температурах.

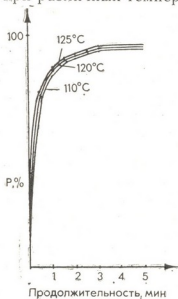


Рис. 1. Кинетические кривые взаимодействия формальдегида с карбамидом в расплаве при различных температурах (соотношение формальдегида к карбамиду 2:1 моль)

Было найдено, что в интервале температур 110—125°C, до высокой степени превращения, константы скорости по ходу реакции сохраняют постоянные значения, будучи рассчитанные по уравнению второго порядка (см. таблицу).

Значения констант скорости и энергии активации при взаимодействии формальдегида с карбамидом при 110—125°C*

Продолжительность реакции, сек	Степень превращения, %			K · 10 ⁻² , л · моль ⁻¹ · сек ⁻¹			Энергия активации, ккал/моль
	110°C	120°C	125°C	110°C	120°C	125°C	
30	71,66	74,50	89,16	2,81	3,24	3,38	1554
60	83,61	85,48	94,25	2,83	3,27	3,34	
90	88,39	89,83	96,06	2,80	3,27	3,38	
120	91,14	92,15	97,01	2,85	3,26	3,34	
150	92,83	93,53	97,60	2,87	3,21	3,38	
180	93,97	94,60	98,01	2,88	3,24	3,37	
240	95,33	95,86	98,50	2,83	3,22	3,36	
300	96,25	96,66	98,27	2,85	3,22	3,37	

* Соотношение карбамида и формальдегида 1 : 2 моль.

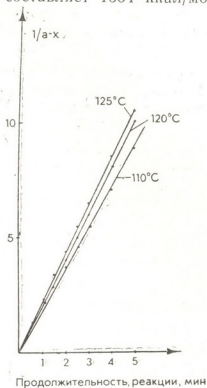
Изменение $1/a-x$ от продолжительности реакции происходит прямолинейно (рис. 2).

На рис. 3 приведена графическая зависимость изменения $\lg K$ от $1/T$. Прямолинейный характер зависимости логарифма константы ско-

ростей от обратной абсолютной температуры указывает на то, что константы скоростей изменяются в соответствии с уравнением Аррениуса.

Энергия активации данной реакции рассчитывается из этой зависимости по уравнению Аррениуса и составляет 1554 ккал/моль.

Рис. 2. Зависимость $1/a-x$ от продолжительности конденсации формальдегида с карбамидом в расплаве при разных температурах (соотношение формальдегида к карбамиду (2:1 моль): a — количество карбамида, которое должно израсходоваться при 100%-ном протекании реакции, x — количество карбамида, израсходовавшееся к данному моменту времени



При рассмотрении влияния температуры и продолжительности реакции на протекание реакции, как видно из кинетических кривых, с увеличением температуры реакции степень и скорость превращения

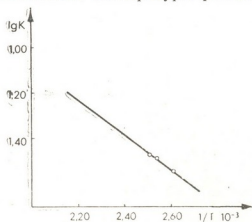


Рис. 3. Зависимость $\lg K$ от обратной абсолютной температуры при взаимодействии карбамида с формальдегидом в расплаве при 100—125°C (соотношение карбамида к формальдегиду 1:2 моль): K — константа скорости, T — абсолютная температура

повышаются. Однако с увеличением температуры степень превращения значительно не возрастает, в то время как увеличение продолжительности процесса оказывает большое влияние. Так, за 30 сек протекания реакции степень превращения при 110°C составляет 71,66%, при 120°C — 75,26%. Если за 30 сек степень превращения составляет 71,66%, при 110°C, то за 5 мин протекания реакции она повышается до 96,25%. При 120°C это изменение составляет 74,5—96,66%, а при 125°C — 75,26—96,81%.

Согласно приведенным данным, за 5 мин реакции достигается максимальное значение степени превращения. При дальнейшем повышении температуры и продолжительности процесса образующийся олигомер начинает отверждаться и теряет как растворимость, так и способность плавиться.

Как видно из кинетических кривых, уже через 2 мин протекания процесса скорость превращения заметно замедляется. Так, если за 30 сек степень превращения при 120°C составляет 74,50%, то через 2 мин она повышается до 92,15%, а к концу 5 мин — до 96,66%.

При 115, 120 и 125°C степень превращения к концу 5 мин составляет соответственно 96,25; 96,66 и 96,81%. Константы скорости реакции соответственно равны $2,85 \cdot 10^{-2}$, $3,22 \cdot 10^{-2}$ и $3,37 \cdot 10^{-2}$ л·моль⁻¹·сек⁻¹.

Таким образом, 125°C является предельным значением температуры реакции, выше которой уже происходит превращение метилольных групп, а продолжительность 5 мин — оптимальным временем образования олигомеров.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 2.2.1990)

ორგანული ქიმია

ბ. მგელაძე, გ. პაპავა, ი. აბხაზავა, ნ. ს. კხაკაძე, გ. კვანტრიშვილი,
 ნ. ხოტენაშვილი

ნალოგოში კარბამიდოფორმალდეჰიდური ოლიგომერის
 წარმოქმნის პროცესის ზოგიერთი კანონზომიერების შესწავლა
 რეზიუმე

ჩატარებულია კარბამიდოფორმალდეჰიდური ოლიგომერის სინთეზი ნალოგოში. პროცესი ტარდება კარბამიდისა და პარაფორმის ნარევის გახურებით.

შესწავლილია პროცესის ზოგიერთი კინეტიკური კანონზომიერება. ნაპოვნია სინთეზის ოპტიმალური პირობები.

ORGANIC CHEMISTRY

B. M. MGELADZE, G. Sh. PAPA VA, I. I. ABKHAZAVA, N. S. PKHAKADZE,
 G. E. KVANTRISHVILI, N. Z. KHOTENASHVILI

SOME REGULARITIES OF UREA FORMALDEHYDE OLIGOMERS FORMATION PROCESS IN MELT

Summary

Urea formaldehyde oligomer synthesis has been carried out in melt. With a view to obtaining a dry oligomer, synthesis was conducted in melt by heating a mixture of urea and paraform.

Some kinetic regularities of the process were studied and optimal conditions of the synthesis selected.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. A. Crowe, C. C. Lich. J. Amer. Chem. Soc., 70, 1948, 3795, 71, 1949, 3731.
2. G. Smets, A. Borzoe. J. Polymer Sci., 8, 1952, 371.
3. А. Ф. Николаев. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М.—Л., 1964, 382—384.

Л. К. СВАНИДЗЕ

СИНТЕЗ КАТИОНИТОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФЕНОЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. О. Чивадзе 7.2.1990)

Непрерывное совершенствование методов разделения смесей растворенных веществ с помощью синтетических ионообменных материалов требует развития поисковых работ в области их синтеза.

В настоящее время создан обширный ассортимент отечественных качественных ионообменных смол, позволяющих осуществлять разнообразнее применение в самых различных отраслях науки и техники.

Стандартные марки ионообменных смол не всегда уже удовлетворяют исследователя и производителя ни со стороны селективности и кинетических свойств, ни со стороны механической прочности и термостойкости [1—3].

Одним из способов получения синтетических смол является метод поликонденсации сульфифенола с формальдегидом.

В данной работе проведен синтез катионитов конденсационного типа на основе разных смесей о-, м-, п-крезолов (КУ-о-, м-, п-крезолы), 3,4- и 3,5-ксиленолов (3,4- и 3,5-ксиленолы), о-, м-, п-двухатомных фенолов (КУ-о-, м-, п-дифенолы) в отдельности по режиму КУ-1 г [4].

Полученные сульфокатиониты обрабатывались по ГОСТу 10 896—64 [5], изучались основные показатели, предъявляемые к ионообменным смолам [4, 6]. Были исследованы механические, физические и физико-химические свойства синтезированных нами катионитов.

Результаты опытов (табл. 1) показывают, что все синтезированные нами катиониты имеют высокую механическую прочность.

Таблица 1

Характеристика катионитов, синтезированных на базе смеси разных гомологов фенола

Катионы	ПСОЕ, мг-экв./г	Механическая прочность, %	Содержание влаги, %	Удельный объем, мл/г		Насыпной вес, г/мл		Набухаемость, мл/г
				влажный	сухой	влажный	сухой	
На основе о-, м-, п-крезолов	2,56	95,00	45,39	2,39	1,74	0,37	0,57	0,65
На основе 3,4- и 3,5-ксиленолов	2,88	95,25	43,95	2,71	2,10	0,34	2,10	0,61
На основе о-, м-, п-двухатомных фенолов	4,13	95,60	44,91	2,92	2,26	0,35	2,26	0,66

Лучшей ПСОЕ обладает катионит на основе равной смеси о-, м-, п-двухатомных фенолов, затем следует катионит на основе 3,4- и 3,5-ксиленолов, катионит на основе о-, м-, п-крезолов на последнем месте.



Сульфуголь, который применяется на электростанциях для умягчения воды, имеет ПСОЕ 2,5 мг-экв/г. Синтезированные нами катиониты имеют ПСОЕ больше, чем сульфуголь, а ПСОЕ катионита на основе о-, м-, п-дифенолов почти на уровне катионита КУ-1 г. (ПСОЕ_{КУ-1 г.} 4,5 мг-экв/г).

Нами проведен также синтез катионита на основе техатомного фенола пирогаллола (КУ=1,2,4 тф) [4]. Получены черные гранулы. Ионит обработан по ГОСТу 10 896—64 [5], а затем исследованы его химические и физико-химические показатели [4, 7].

Результаты сравнены с данными ионитов, которые на основе индивидуальных фенолов синтезированы нами ранее (табл. 2).

Опыты показали, что ионит имеет высокую механическую прочность. Обменная емкость катионита в статических условиях больше, чем катионитов на основе о-, п-крезолов, 3,4-ксиленола, тимола, гидрохинона, сульфуголя [7].

Изучены поглотительные свойства ионита в отношении ионов Be^{2+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} в динамических условиях. С этой целью через колонку со 100 г ионита, заранее обработанного по ГОСТу [5], пропускались с определенной скоростью 0,1 М солевые растворы вышеперечисленных ионов до его полного насыщения. Регенерация проводилась 5%-ным раствором соляной кислоты.

Таблица 2

Физико-химические свойства катионитов

Ионит	ПСОЕ, мг-экв/г	СОЕ, мг-экв/г	Содержание влаги, %	Уд. объем, мг/г		Насыпной вес, г/мл		Механическая прочность
				влажный	сухой	сухой	влажный	
	2,94	0,91	42,1	1,8	1,1	0,9	0,54	39,42
КУ=1, 2, 4 тф	Динамическая обменная емкость катионитов по различным ионам					Общая сумма восстановленного Be^{2+} , мг-экв (H ⁺ -форма)		
	Удержано на ионите, мг-экв							
	Be^{2+} ,	Va^{2+} ,	Al^{3+} ,	Ca^{2+} ,	Mg^{2+} ,			
	60,59	175,66	180,30	40,92	76,44	20,14		

Как видно из данных табл. 2, катионит на основе пирогаллола обладает лучшей обменной емкостью по сравнению с катионитом на основе п-крезола, тимола, сульфуголя, а в отдельных случаях и п-дифенола и 3,4-ксиленола [7].

Изучение его восстановительных свойств [7] показало, что он обладает лучшими данными по сравнению с другими катионитами (табл. 2).

Таким образом, сульфифенольные катиониты конденсационного типа на основе суммы различных фенолов КУ- 3,4, 3,5-ксиленолы и КУ—о-, м-, п-крезолы имеют полную обменную емкость больше сульфуголя, их можно применить вместо сульфуголя для умягчения воды, а катионит на основе о-, м-, п-дифенолов (КУ-о, м-, п-дифенолы), помимо сульфуголя, и вместо КУ-1 г.

Полученный катионит на основе пирогаллола (KY-1,2, 4 тф) обладает лучшим ионообменным свойством по сравнению с ионитами на основе п-формы фенолов и сульфогля.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 8.2.1990)

ორგანული ქიმია

ლ. სვანიძე

კათიონიტების სინთეზი სხვადასხვა ფენოლის ბაზაზე

რეზიუმე

დადგენილია, რომ *o*-, *m*-, *p*-ფენოლების; 3,4—3,5 ქსილენოლების და *o*-, *m*-, *p*-დიფენოლების საფუძველზე პოლიკონდენსაციის მეთოდით მიღებული სულფოკათიონიტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სულფონახშირის ნაცვლად წყლის გასანთავისუფლებლად მასში არსებული კათიონებისაგან, ხოლო კათიონიტი *o*-, *m*-, *p*-დიფენოლების ბაზაზე — კათიონიტ KY-1-ის ნაცვლად.

პოლიკონდენსაციის მეთოდით პიროგალოლის ბაზაზე მიღებულია კათიონიტი KY-1, 2, 4 ტფ. შესწავლილია მისი ფიზიკური, ქიმიური, და მექანიკური თვისებები. ცდების მონაცემებმა გვიჩვენეს, რომ მას აქვს უკეთესი იონგაცვლითი თვისებები *p*-ფენოლების ბაზაზე მიღებულ იონიტებსა და სულფონახშირთან შედარებით.

ORGANIC CHEMISTRY

L. K. SVANIDZE

SYNTHESIS OF CATION EXCHANGERS ON THE BASE OF DIFFERENT PHENOLS

Summary

It is found that sulphonic cation exchangers obtained on the base of *o*-, *m*-, *p*-phenols, 3,4—3,5 xylenols and *o*-, *m*-, *p*-diphenols by the method of polycondensation may be used instead of sulphocarbonate to purify water of cations, while cation exchangers obtained on the base of *o*-, *m*-, *p*-diphenols—instead of KY-1 cation exchanger.

On the base of pyrogallol the cation exchanger KY-1,2,4 Tsp has been obtained by the method of polycondensation and its physical, chemical and mechanical properties have been studied. Experimental data show that this cation exchanger possesses better ion-exchange properties than the ion exchanger and sulphocarbonate obtained on the base of *p*-phenols.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Гелфери х. Иониты. М., 1962, 490.
2. Р. Гриссбах. Теория и практика ионного обмена. М., 1963, 499.

საქართველოს
აкадеმიის

3. Л. К. Сванидзе, В. Г. Гегеле, Д. Н. Киладзе, Н. П. Урушадзе.
В кн.: «Переработка марганцевых и полиметаллических руд Грузии». вып. II.
Тбилиси, 1974, 193.
4. К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионнообменные высокомолекулярные соединения. М., 1960, 293.
5. ГОСТ 10 896—64. Иониты. Методы подготовки к испытанию. 1—4.
6. Иониты. Каталог. Черкассы, 1975, 36.
7. Л. К. Сванидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1988.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Г. ГВАХАРИЯ, Ц. В. ХУХУНИЯ, Р. Д. ГИГАУРИ,
З. И. МГАЛОБЛИШВИЛИ, М. А. ИНДЖИЯ

СИНТЕЗ ИОДИДОВ ТЕТРААРИЛАРСОНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 9.2.1990)

Галогениды арсония вступают в гораздо более широкий круг реакций, чем соответствующие фосфониевые и, тем более, аммониевые соли [1, 2]. Такое различие обусловлено, по-видимому, способностью мышьяка, в отличие от упомянутых элементов-аналогов, образовывать пентакоординационные интермедиаты благодаря своему большому атомному радиусу и возможности участия d-орбиталей.

Из известных способов синтеза [2—8] до настоящего времени соли арсония чаще всего получали кватернизацией арсинов соответствующими органическими галогенпроизводными в инертном растворителе [2]. Реакционная способность третичных арсинов определена, в основном, наличием в них неподеленных пар $4s^2$ электронов атома мышьяка, что придает им нуклеофильность. При взаимодействии с электрофильными реагентами по механизму S_N2 триалкил(арил)арсины подвергаются четвертизации с образованием солей арсония [6]. Образование четвертой связи можно представить как координацию несвязывающей электронной пары трехвалентного мышьяка с кислотой Льюиса, в результате чего атом мышьяка приобретает формальный положительный заряд.

Следует, однако, отметить, что в качестве электрофилов чаще всего используют первичные алкилгалогениды. Причем скорость взаимодействия возрастает, как и в случае обычных S_N2 -реакции, при переходе от хлоридов к иодидам [7]. Что касается арилгалогенидов, то они, как правило, трудно вступают в реакцию с арсиннами, поэтому для получения тетраариларсониевых солей необходимы специальные методы. Для этой цели наиболее широкое распространение получил метод комплексных солей, основанный на взаимодействии арилгалогенидов с триариларсиннами в присутствии, чаще всего, безводного хлорида алюминия при нагревании [1].

Еще в 1940 г. была предпринята попытка [8] синтезировать иодистые соли тетраариларсония на базе треххлористого мышьяка. Было установлено, что например, иодид тетрафениларсония получается арсенированием бензола с безводным треххлористым мышьяком в присутствии хлорида алюминия и последующей обработкой водой, инфузорной землей и концентрированным раствором иодида калия. Однако выход конечного продукта не превышал 20%.

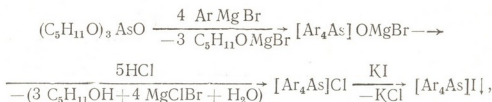
Суммируя вышесказанное, можно заключить, что все перечисленные методы получения солей тетраариларсония характеризуются либо многостадийностью, либо низкими выходами, или же трудностью выделения целевых продуктов, получающихся в смеси с другими веществами.

Цель настоящей работы — разработка нового, эффективного способа синтеза иодидов тетраариларсония.

Как оказалось, целевые продукты получают взаимодействием соответствующего реактива Гриньяра с эфиром мышьяковой кислоты с последующей обработкой продуктов взаимодействия соляной кислотой и иодидом калия.



Образование иодидов тетраариларсония объясняется протеканием следующих последовательных реакций:



где Ar = C_6H_5 , m- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$ и p- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$.

Исходный три-*n*-амиларсенат получали по методике [9]. Основную реакцию проводили в среде диэтилового эфира при температуре кипения растворителя или охлаждении (ледяная вода). Выход целевых продуктов колеблется в пределах 76—83%. Получение иодидов тетраариларсония с высокими выходами основано значительно на меньшей растворимости последних в воде и органических растворителях по сравнению с соответствующими хлоридами, полученных как промежуточные продукты при разложении соляной кислотой продукта взаимодействия реактива Гриньяра с три-*n*-амиларсенатом.

Как видно из приведенной схемы реакции, в конце процесса количественно регенерируется амиловый спирт, который вновь может быть применен как исходный реагент для получения соответствующего эфира мышьяковой кислоты и т. д. Здесь же следует отметить, что с таким же успехом вполне могут быть применены и другие триалкиларсенаты. Однако, по нашему мнению, для этой цели более перспективными являются триамиларсенаты. Дело в том, что низшие эфиры мышьяковой кислоты ($R \leq \text{Bu}$) не получают непосредственным взаимодействием спирта с мышьяковой кислотой, а высшие спирты ($R \geq \text{C}_6\text{H}_{13}$) — дорогостоящие и, причем, труднодоступные.

Из вышеприведенной схемы следует и то, что для достижения цели расходуется только мышьяковая кислота, магний, соответствующий арилгалогенид, соляная кислота и иодистый калий — все они легко доступные реактивы, что дает залог успешного использования предлагаемого способа получения солей тетраариларсония в практике.

Синтез иодида тетрафениларсония. К реактиву Гриньяра, приготовленному из 24,0 г магния и 164,8 г бромбензола в 600 мл абсолютного диэтилового эфира, при постоянном перемешивании добавляли 70,4 г три-*n*-амиларсената. Реакционную смесь кипятили (34°C) 4 часа на воздушной бане и, вновь охладив, разлагали разбавленной соляной кислотой (1:3). Водный слой обрабатывали концентрированным раствором, содержащем 66,4 г иодида калия. Сразу же образовывался осадок желтоватого цвета, который оставляли в маточном растворе 3—4 часа, отфильтровывали, промывали бидистиллятом и сушили в вакуум-эксикаторе над пентаоксидом фосфора и парафином до постоянной массы. Получали 84,6 г иодида тетрафениларсония, что составляет 82,9% от теоретического; т. пл. 312—315°C (по литературным данным [1] т. пл. 314—319°C с разложением). Найдено, %: As 14,31, $\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{AsI}$. Вычислено, %: As 14,70.

Синтез иодидов тетра(*p*-толил)арсония и тетра(*m*-толил)арсония осуществляли аналогично синтезу иодида тетрафениларсония. Выход и результаты химического анализа целевых продуктов приведены в таблице.

Выход и результаты анализа иодидов тетраариларсония

Выход $[\text{Ar}_4\text{As}] \text{I}$			Т. пл., °C		Результаты анализа		
Ar	г	%	Найдено	Литературные данные	Найдено As, %	Брутто формула	Вычислено As, %
C_6H_5	84,6	82,9	312—315	314—319 [1]	14,31	$\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{AsI}$	14,70
$p\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	90,5	80,0	251—253	253—255 [10]	13,07	$\text{C}_{28}\text{H}_{28}\text{AsI}$	13,25
$m\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	65,0	76,6	155	155—156 [10]	12,91	$\text{C}_{28}\text{H}_{28}\text{AsI}$	13,25

Таким образом, нами разработан новый способ получения иодидов тетраариларсония. Показано, что целевые продукты получаются с высоким выходом, если продукты взаимодействия реактива Гриньяра с эфиром мышьяковой кислоты разлагать разбавленной соляной кислотой, а водный слой обработать концентрированным раствором иодида калия.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джanelидзе

Тбилисский государственный
университет
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 16.2.1990)

ორგანული ქიმია

З. ზვახარია, ვ. ხუხუნია, რ. გიგაური, ზ. მგალობლიშვილი, მ. ინჯია

ტეტრაარქილარსონიუმის იოდიდების სინთეზი

რეზიუმე

დარიშხანორგანული ნაერთებიდან ტეტრაალკილ(არილ)არსონიუმის მარილები გამოირჩევა დიდი ქიმიური და ფიზიოლოგიური აქტივობით. მათი მიღების დღემდე ცნობილი ყველა ხერხი ხასიათდება ამა თუ იმ ნაკლით.

დამუშავებულია ტეტრაარქილარსონიუმის იოდიდების სინთეზის ახალი ხერხი. ნაჩვენებია, რომ მიზნობრივი პროდუქტები მაღალი გამოსავლიანობით მიიღება გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით დარიშხანის მკვას ეთერზე და მიღებული პროდუქტების შემდგომი დამუშავებით მარილმკვასა და კალიუმის იოდიდის ხსნარებით. მოწოდებულია მიმდინარე რეაქციების სააღბათო სქემა.

ORGANIC CHEMISTRY

V. G. GVAKHARIA Ts. V. KHUKHUNIA, R. D. GIGAURI
Z. I. MGALOBlishvili, M. A. INJIA

SYNTHESIS OF TETRAARYLARSONIUM IODIDES

Summary

Among arsenic-organic compounds tetraalkyl (aryl) arsonium salts are distinguished by great chemical and physiological activity. All the known methods of their production are characterized by one or another limitation.

The paper describes a new method of synthesis of tetraarylarsonium iodides. It is shown that the target products are prepared by the action of the Grignard reagent on arsenic ethyl and a further treatment of the obtained product by the solutions of hydrochloric acid and potassium iodide. A tentative scheme of the reactions is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. М.—Л., 1945.
2. Р. Д. Гигаури, М. А. Инджия, Б. Д. Чернокальский, Г. Н. Чавава. ЖОХ, т. 48, вып. 4, 1978, 809—811.
3. Р. Риган, И. Четяну. Неорганическая химия, т. I. М., 1971, 470.
4. Н. С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М., 1988, 41.
5. Д. Корбридж. Фосфор. М., 1982, 19—29.
6. Р. Д. Гигаури, М. М. Угулава. Изв. АН СССР, т. 9, № 1, 1983, 15—23.
7. G. Davies. J. Chem. Soc., 1934, 1599.
8. J. Chatt, F. G. Mann. J. Chem. Soc., 1940, 1192.
9. В. С. Гамаюрова и др. Сб. «Химия и технол. элементоорганич. соед. и полимеров». Казань, вып. 5. 1976, 8—11.
10. D. R. Lyon, F. G. Mann. J. Chem. Soc., 1942, 666—671. C. A., 37, 872.

რ. იმნაძე, მ. ჭაჩიბაია, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წ.-კორ.)

სპილენძის ოქსიდის მიღების სხვადასხვა მეთოდის გავლენა მათი ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე

ცნობილია, რომ გარდამავალი მეტალების ოქსიდების სტრუქტურა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები დიდად არის დამოკიდებული მათი მიღების მეთოდებზე. ნიმუშების სინთეზის პირობების უმნიშვნელო ცვლილებაც კი იწვევს ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების შეცვლას.

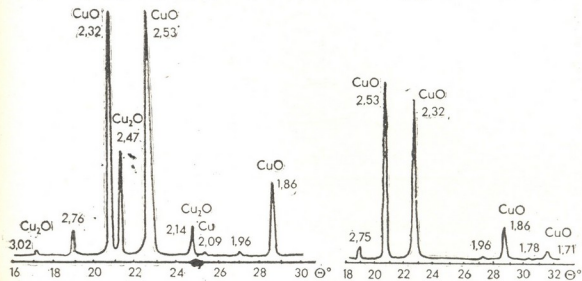
აღნიშნულთან დაკავშირებით. ინტერესს იწვევს სპილენძის (II) ოქსიდის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა, რადგანაც უკანასკნელ ხანს სპილენძის (II) ოქსიდი გამოიყენება როგორც საელექტროდო მასალა.

ჩვენი სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა სპილენძის (II) ოქსიდის მიღების მეთოდის გავლენის გამოკვლევა მის ფაზურ შემადგენლობასა და ფიზიკურ-ქიმიურ პარამეტრებზე.

რენტგენოფაზური ანალიზის შესრულებისას რენტგენოგრამებს ვიღებდით დანადგარზე DPOH-2,0 მონოქრომატული $CuK \alpha$ -გამოსხივებაში სკანირების სიჩქარით 1 გრად/წთ. თერმულ გამოკვლევებს ვატარებდით უნგრული ფირმის MOM დერივატორაფზე Q-1000. ლუმენის გახურების სიჩქარე შეადგენდა 10 გრად/წთ.

დაწნეხილი ნიმუშების თერმოელექტრომომძრავებელი ძალის (თერმოემპ) გაზომვისას ერთ-ერთ ზონდურ ელექტროდს ვაყოვნებდით მუდმივ ტემპერატურაზე T_1 , ხოლო მეორეს ვახურებდით T_2 [1]. ამ დროს აღძრული ინტეგრალური თერმოემპ წარმოადგენს ცხელი ელექტროდის ტემპერატურულ

ფუნქციას: $E_{თემპ.} = \int_{T_1}^{T_2} \alpha dT$, სადაც α თერმოემპ კოეფიციენტი. გამტარებლობის ტიპის დადგენას ვახდენდით თერმოემპ ნიშნის მიხედვით.



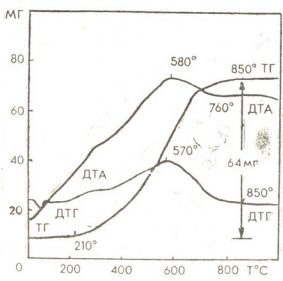
სურ. 1. CuO -ს ნიმუშების რენტგენოგრამები

ნაწილაკების ზომების მიხედვით განაწილებას ვიკვლევდით ფირმა Coultronics France S.A. ხელსაწყოს დახმარებით, რომელიც იძლევა საშუალებას

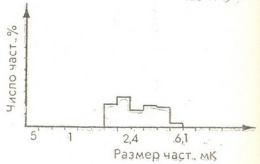
გაზომვები ჩატარდეს 0,4—14 მკმ ფარგლებში. ხვედრითი ზედაპირის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ხელსაწყოთი, რომლის მუშაობის პრინციპი ემყარება აზოტის ადსორბციას დაბალ ტემპერატურებზე [2]. CuO-ს ნიმუშები მიღებული იყო სხვადასხვა პირობებში და სხვადასხვა წედლეულიდან. გამოყენებულ იქნა სპილენძის ოქსიდის მიღების 15 მეთოდი, მათ შორის სპილენძის ოქსიდის მიღება მადნეულის სპილენძის კონცენტრატის ავტოკლავური გადამუშავებით მიღებული ფხვნილის სხვადასხვა ტემპერატურაზე თერმული დამუშავების შედეგად (ნიმუში 1). სპილენძის ფხვნილის დამუშავების ტემპერატურული და დროის ინტერვალების დადგენას ვახდენდით რენტგენოფაზური და დერივატოგრაფიული გაზომვების და ქიმიური ანალიზის დახმარებით. დადგენილ იქნა, რომ სპილენძის ოქსიდის ზოგიერთი ნიმუშის რენტგენოგრაფია შეესაბამება სუფთა CuO-ს (ნიმუში 1—4), ხოლო სხვა ნიმუშში მეტნაკლებად შეიცავს Cu₂O-ს (სურ. 1).

მეორე სურათზე ნაჩვენებია დინამიურ რეჟიმში გადაღებული მეტალური სპილენძის ფხვნილის დერივატოგრაფია. როგორც სურათიდან ჩანს, 210—850° (DTA) ფარგლებში შეინიშნება ეგზოთერმული ეფექტი მაქსიმუმით 570—580°-ზე, რომლის დროსაც მასა მკვეთრად გაზრდილი. სპილენძის ფხვნილის თერმული დაქანგვა ჰაერზე მიმდინარეობს 850°-მდე შემდეგი რეაქციის მიხედვით: $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$.

№ 1 ნიმუშის ნაწილაკების საშუალო ზომა (2,9 მკმ) და ხვედრითი ზედაპირი (2 მ²/გ) უტოლდება ქარხანა „საქკაბელის“ სპილენძის ნარჩენებიდან (ნიმუში 2), აგრეთვე ელექტროლიზური გზით მიღებული სპილენძის ფხვნილიდან (ნიმუში 3) მიღებული ნიმუშის ამავე პარამეტრებს და საგრძნობლად განსხვავდება Cu(NO₃)₂·2H₂O-ის თერმული დაშლით მიღებული ოქსიდის იგივე მაჩვენებლებისაგან (ნიმუში 4).



სურ. 2. მეტალური სპილენძის ფხვნილის დერივატოგრაფია

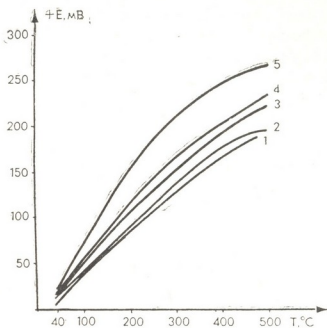


სურ. 3. CuO-ს ნიმუშების ნაწილაკების ზომის მიხედვით განაწილების დიფერენციალური მრუდები

მესამე სურათზე ნაჩვენებია 1 და 4 ნიმუშების ნაწილაკების ზომის მიხედვით განაწილების დიფერენციალური მრუდები, რომლებიც თავისი ხასიათით განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

CuO-ს თერმოელექტრული თვისებები გამოკვლეულ იქნა ტემპერატურის სხვადასხვა გრადიენტზე, რამაც საშუალება მოგვცა შევესწავლა ინტეგრალური თერმო-ემპ ცვლილებანი, დავედგინა გამტარობის ტიპი, მიგველო თერმოელექტრული პოტენციალის ტემპერატურული დამოკიდებულება.

სპილენძის ოქსიდის ყველა ნიმუშმა გამოამჟღავნა მდგრადი P-გამტარობა. მეოთხე სურათზე გამოსახულია 1, 2 და 3 ნიმუშების ინტეგრალური თერმო-ემპ (E) ტემპერატურული დამოკიდებულება. აღნიშნული ნიმუშების თერმო-ემპ მნიშვნელობები 40—500°-ის ინტერვალში ერთმანეთისაგან პრაქტიკულად არ განსხვავდება. ამ ნიმუშების თერმო-ემპ ტემპერატურული დამოკიდებულების მრუდები განლაგებულია უფრო ქვემოთ, ვიდრე 4 ნიმუშისა და აგრეთვე 5 ნიმუშისა, რომელიც მიღებულია რეაქტიული CuO ჰაერზე დაჟანგვით.



სურ. 4. CuO-ს ნიმუშების ინტეგრალური თერმო-ემპ ტემპერატურული დამოკიდებულება

წარმოქმნილი თერმო-ემპ არის ტემპერატურის ფუნქცია კონტაქტებზე და დამოკიდებულია ნიმუშის მასალაზე. თერმო-ემპ მნიშვნელობა ძირითადად განისაზღვრება დენის გადამტანების კონცენტრაციით, რაც დამოკიდებულია მასალის კრისტალური მესერის ტიპსა და მასში არსებული სტრუქტურის დეფექტების ხასიათზე. მიღებული გრაფიკები (სურ. 4) გადმოგვცემენ რეალური აღნაგობიდან გამომდინარე სპილენძის ოქსიდის ნიმუშების თერმო-ელექტრულ თვისებებს, რაც განისაზღვრება მათი მიღების პირობებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
(შემოვიდა 22.12.1989)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. А. ИМНАДЗЕ, Э. И. КАЧИБАЯ, Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корр. АН ГССР)

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ОКСИДА МЕДИ(II) НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Резюме

Исследовано влияние метода получения оксида меди CuO на фазовый состав и физико-химические параметры синтезированных образцов.

Установлена взаимосвязь между методом получения образцов CuO , фазовым составом и такими физико-химическими параметрами как распределение частиц по размерам, термоэлектрические свойства и др.

PHYSICAL CHEMISTRY

R. A. IMNADZE, E. I. KACHIBAYA, L. N. JAPARIDZE

THE IMPACT OF THE METHOD OF COPPER (II) OXIDE PRODUCTION UPON ITS PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

Summary

A study has been made of the impact of the methods of CuO samples production upon their phase constitution and physico-chemical properties. Recently copper oxide has been used as electrode material.

Phase constitution of the samples, their electrophysical properties, specific surface, size distribution of the particles etc. have been studied using the present-day methods of analysis.

Relationship between the method of CuO sample production, phase constitution and such physico-chemical parameters as size distribution of the particles, thermoelectric properties, etc. has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Погапов. Методы измерения параметров полупроводников. М., 1973.
2. Сб. «Методы исследования катализаторов». М., 1983.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Н. НАУМОВ, А. Б. ТАГАЕВ, Д. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ,
 Г. В. ЦАГАРЕИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
 М. Ч. ТУШИШВИЛИ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУБОКСИДА БОРА
 В ИНТЕВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 11,44—311,84 К

Субоксид бора (B_2O) является перспективным материалом для широкого использования в различных областях современной техники. Экспериментальные данные по его основным термодинамическим свойствам весьма ограничены [1]. Цель настоящей работы состояла в исследовании низкотемпературной ($T \leq 298$ К) теплоемкости субоксида бора и создании банка данных по его теплоемкостям, энтальпиям, энтропиям и приведенным энергиям Гиббса при низких температурах.

Теплоемкость C_p субоксида бора массой 4,646 г измеряли при низких температурах (11,44—311,84 К) в вакуумном адиабатическом калориметре с импульсным вводом тепла. Масса никелевой калориметрической ампулы составляла 22,4 г, полезный объем под образец ~ 6 см³. Температура ампулы определялась платиновым термометром сопротивления ТСПН-4 ($R_0 = 49,8768$ Ом).

Таблица 1

Экспериментальные значения теплоемкости B_2O в интервале температур 11,44—311,84 К (1 моль = 80,8654 г; 1 кал = 4,184 Дж)

ТК	C_p кал/моль·К	ТК	C_p кал/моль·К	ТК	C_p кал/моль·К
11,44	0,00854	81,33	1,090	201,52	9,302
12,43	0,00877	88,23	1,332	208,93	9,910
13,59	0,01267	93,91	1,568	214,86	10,515
14,95	0,01820	99,16	1,818	221,70	11,156
16,52	0,02106	104,49	2,085	227,88	11,701
18,08	0,02527	109,91	2,361	233,68	12,237
20,09	0,03381	115,34	2,646	240,11	12,823
22,17	0,04229	121,16	2,986	246,90	13,420
24,14	0,05029	127,10	3,353	253,98	14,018
26,04	0,06512	132,77	3,733	261,34	14,687
28,34	0,0792	138,23	4,098	268,56	15,32
30,95	0,0915	143,50	4,472	275,64	15,88
33,50	0,1085	148,92	4,870	282,59	16,48
36,36	0,1322	154,48	5,394	288,95	17,01
39,63	0,1574	159,59	5,722	294,72	17,47
43,18	0,2058	164,56	6,129	300,36	17,95
47,21	0,2536	170,03	6,587	304,23	18,22
51,66	0,3204	176,02	7,081	308,05	18,56
56,68	0,4119	183,53	7,714	311,84	18,88
62,25	0,5490	189,24	8,209		
68,78	0,6998	195,32	8,750		

Предварительная калибровка пустой ампулы проведена в интервале температур 4,8—340 К. Для проверки методики определена теплоемкость 3,2240 г бензойной кислоты в 43 точках интервала 8—278 К. Согласно со стандартными значениями ее теплоемкость [2] 21. „მეცნიერება“, ტ. 138, № 2, 1990

можно считать вполне удовлетворительным: 1,0% от 8 до 30 К и менее 0,2% — от 50 до 273 К.

В опытах использовался образец субоксида бора ромбоэдрической структуры, приготовленный методом реакционного горячего прессования смеси порошков B_2O_3 марки ХЧ и аморфного бора 99,7% чистоты при температуре 1750°C [3]. Содержание основного вещества, определенное с использованием различных методов анализа, превышает 99,8%.

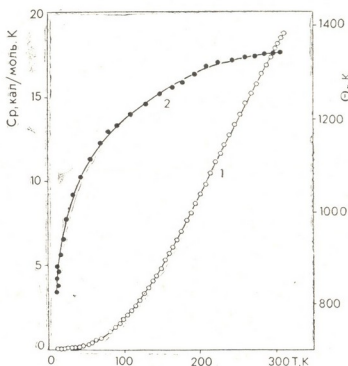


Рис. 1. Зависимость теплоемкости и температуры Дебая B_2O_3 от температуры: 1—функция $C_p = f_1(T)$, 2—функция $\theta_D = f_2(T)$

Для нахождения температурной зависимости теплоемкости субоксида бора в интервале 11,4—311,8 К были получены 61 экспериментальные точки (табл. 1 и рис. 1). Сглаживание эксперименталь-

Таблица 2

Сглаженные значения термодинамических функций B_2O_3 в интервале температур 15—310 К

ТК	C_p	S	$\frac{G-H_0}{T}$	H_T-H_0	ТК	C_p	S	$\frac{G-H_0}{T}$	H_T-H_0
15	0,0164	0,00595	0,00149	0,0672	120	2,925	1,144	0,3197	98,85
20	0,0336	0,0129	0,00343	0,1893	140	4,238	1,689	0,4747	170,11
25	0,0572	0,0228	0,00626	0,4135	160	5,752	2,353	0,6680	269,60
30	0,0871	0,0358	0,01006	0,7716	180	7,419	3,125	0,8963	401,2
35	0,1172	0,0512	0,01479	1,2730	200	9,184	3,998	1,1616	567,0
40	0,1629	0,0697	0,02047	1,9673	220	10,99	4,958	1,464	768,5
45	0,2229	0,0923	0,02715	2,925	240	12,80	5,992	1,797	1006,5
50	0,297	0,1194	0,03498	4,219	260	14,56	7,09	2,162	1280,5
60	0,489	0,1845	0,05461	8,102	273,15	15,68	7,83	2,416	1479
70	0,738	0,283	0,08019	14,19	280	16,26	8,23	2,554	1589
80	1,043	0,401	0,1127	23,04	298,15	17,76	9,30	2,931	1898
90	1,412	0,544	0,1524	35,24	300	17,91	9,41	2,971	1931
100	1,852	0,715	0,1999	51,51	310	18,72	10,01	3,189	2114

ных данных $C_p(T)$ производилось по составленной для ЭВМ ЕС-1033 программе. Среднее отклонение экспериментальных значений C_p от сглаженной кривой равно 4,28% при $T < 30$ К, 1,65% — от 30 до 80 К, 0,45% — в интервале 80 — 150 К и 0,08% выше 150 К. Ниже 15 К C_p B_6O составляет всего лишь $\sim 0,02\%$ от величины Дюлонга и Пти; именно по этой причине C_p B_6O при $T < 11$ К не измерялась. Как видно из рис. 1, во всем температурном интервале зависимость $C_p = f(T)$ представляется гладкой кривой без видимых особенностей.

С помощью сглаженных величин $C_p(T)$ рассчитаны в исследованном интервале температур энтропия (S), разность энтальпий ($H_T - H_0$) и приведенная энергия Гиббса субоксида бора (табл. 2). Для оценки значений термодинамических функций B_6O при $T < 11$ К зависимость $C_p(T)$ описана выражением

$$C_p(T) = 3252 T^3 / (\theta_D^3),$$

где $\theta_D^0 = 800$ К — температура Дебая при 0К — оценена по зависимости $C_p(T)$ в интервале 11—15 К. На рис. 1 изображена кривая температурной зависимости температуры Дебая (θ_D) B_6O в интервале 15—310 К, построенная на основании данных $C_p(T)$. Положительная величина производной $d\theta_D/dT$ свидетельствует о том, что вклад в теплоемкость, связанный с ангармоническими эффектами, пренебрежимо мал при низких температурах. Такое поведение обусловлено большими энергиями межатомного взаимодействия в решетке B_6O , о чем свидетельствуют высокие значения его температуры Дебая.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

Сибирское Отделение
 Академии наук СССР
 Институт неорганической химии
 г. Новосибирск

(Поступило 23.2.1990)

ფიზიკური ქიმია

ზ. ნაუმოვი, ა. ტაბაივი, დ. ცაგარეიშვილი, ზ. ცაგარეიშვილი (საქ. სსრ
 მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. თუშიშვილი

ბორის სუბოქსიდის თერმოდინამიკური თვისებები 11,44—311,84 К
 ტემპერატურულ ინტერვალში

რეზიუმე

ვაკუუმურ ადიაბატურ კალორიმეტრში სითბოს იმპულსური მიწოდებით გაზომილია ბორის სუბოქსიდის (B_6O) დებალტემპერატურული სითბოტევადობები (11,44—311,84 К). გაანგარიშებულია მისი სითბოტევადობის, ენტროპიის, ენთალპიის და გიბსის დაყვანილი ენერჯის გასაშუალოებული მნიშვნელობები აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში.

V. N. NAUMOV, A. B. TAGAEV, D. Sh. TSAGAREISHVILI,
G. V. TSAGAREISHVILI, M. Ch. TUSHISHVILI

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF BORON SUBOXIDE IN THE
TEMPERATURE RANGE 11,44—311,84 K

Summary

Low-temperature heat capacities (11,44—311,84 K) of boron suboxide (B_2O_3) have been measured in the vacuum adiabatic calorimeter with pulse heat supply. Average values of its heat capacity entropy, enthalpy and reduced Gibbs free energy were estimated in the investigated temperature range.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. S. Макаров, Ya. A. Ugai. Less-Common Metals, 197, № 3, 277, 1986.
2. Н. П. Рыбкин, М. П. Орлова, А. К. Баранюк, Н. К. Нуруллаев, Л. Н. Рожновская. Измерительная техника, № 7, 29, 1974.
3. D. R. Petrak, R. Ruh, B. F. Goosy. J. Nat. Bur. of Standards (Special Publication), 364, 605, 1972.



შ. ძიბაძე, ვ. ფრუიძე, ლ. კაკაურიძე, თ. ჩახუნავაძე, ლ. ჯაფარიძე
(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მიღება ზედაპირულ-მემბრანულ ტიტანის ანოდზე

მცირეცვეთადი და ეკონომიკურად ხელსაყრელი ანოდების შექმნა გამოყენებითი ელექტროქიმის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა. მანგანუმსულფატის შემყავებული ხსნარიდან მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მისაღებად გამოყენებული გრაფიტის, ტყვიის, ტიტანის, აქტიურფენიანი ტიტანისა და ტიტან-მანგანუმის შენადნობის ანოდებს აქვთ ერთ-ერთი ან ერთდროულად რამოდენიმე ნაკლი: გამოყენების ერთჯერადობა, საბოლოო პროდუქტის გაჭუჭყიანება ანოდის მასალით, სწრაფი პასივაცია ელექტროლიზის მკაცრად განსაზღვრული პირობების მცირე დარღვევისას, დამზადების სირთულე, სიძვირე [1,2].

წინამდებარე სტატიაში წარმოდგენილია მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მიღებისას ტიტანის ანოდებისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ნაკლოვანი თვისების გაუმჯობესების მიზნით მისი ზედაპირული პლასტიკური დეფორმირების (ზპდ) მეთოდებით დამუშავების შედეგები.

დეტალების განმტკიცება და გამოყვანა ზპდ მეთოდებით ფართოდაა დაწვრილი მანქანათმშენებლობაში. ამ მეთოდებით ზედაპირის მიკრორელიეფის ფორმირებისას მისი მრავალი თვისების შეცვლა შეიძლება [3,4].

მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მისაღებად გამოყენებული ტიტანის ელექტროდები, ელექტროლიზის პროცესის დროს ელექტროლიზერზე მაღალი ძაბვის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროებენ მათ ზედაპირზე არსებული დიდი ელექტროფინალობის მქონე ტიტანის დაჯანგული ფენის მოცილებას. ამ მიზნით ელექტროდები წინასწარ მუშავდება მექანიკური, ქიმიური ან ელექტროქიმიური მეთოდებით. ელექტროდების ასეთი დამუშავებისას მიიღება ზედაპირის მაღალი სიმქისე (იგი საკმაოდ მაღალია დამუშავებამდეც). იმის გამო, რომ ასეთი ზედაპირის ჭეშმარიტი ფართობი მნიშვნელოვნად აღემატება გეომეტრიულს, ანოდური პოლარიზაციის დასაწყისში დენის ჭეშმარიტი სიმკვრივე და შესაბამისად პოტენციალი ანოდზე, რომელიც ელექტროლიზერზე ძაბვის ცვლილების ძირითადი განმსაზღვრელია, დაბალია. მაგრამ შემდეგ, ზედაპირის „პიკებზე“ ელექტრული მუხტებისა და დენის მაღალი სიმკვრივის გამო, რომელიც ბევრად აღემატება მის საშუალო მნიშვნელობას ელექტროდის გეომეტრიულ ფართზე, თანდათანობით წარმოიქმნება ცვლადი შემადგენლობის ტიტანის ოქსიდების ფენა. ამ უქანასკნელს კი ახასიათებს მთელ ზედაპირზე გავრცელებისა და უფრო მაღალი დაჯანგულობის ხარისხის მქონე მუდმივი შემადგენლობის ოქსიდში გადასვლის ტენდენცია [2]. იმის გამო, რომ ტიტანთან შედარებით მისი ოქსიდების ელექტრული წინაღობა გაცილებით დიდია, ელექტროლიზერზე ძაბვა იზრდება.

ტიტანის ელექტროდების ანოდური პოლარიზაციისას მის ზედაპირზე მიმდინარე ალწერილი პროცესის განვითარება შეიძლება შევამციროთ მისი ზპდ ზოგიერთი მეთოდით დამუშავებისას. ასე დამუშავებული დეტალის ზედაპირი



უბრალოდ მქისე კი არ არის, არამედ აქვს სპეციალურად შექმნილი, წინასწარ დაპროგრამებული, რეგულარული (განმეორებადი) მიკრორელიეფი, რომელშიც სხვადასხვა სიმაღლისა და სიღრმის უსწორობა („პიკები“ და „ფოსები“) როგორც ფორმის, ისე ზომების მიხედვით მდოვრეთი და ერთნაირით იცვლება.

გამოსაცდელად მომზადდა ვტ 1-0 მარკის ტიტანის შენადნობის 20 მმ დიამეტრის მქონე ცილინდრული ფორმის მქონე ელექტროდები. ზედაპირიდან ტიტანის დაქანგული ფენის მოსაცილებლად გამოვიყენეთ შემდეგი მეთოდები: კათოდური პოლარიზაცია, გასილაჰავლება და ახარატება. დღეს დღეობით ფართოდ გამოყენებული საფანტკაელური მეთოდი, ამგვარად დამუშავებული ზედაპირის მეტად მაღალი სიმჭისის გამო, ზედ მეთოდებით შემდგომი დამუშავებისათვის არაეფექტურია. ზედ მეთოდებით დამუშავდა აგრეთვე რამდენიმე ელექტროდი ზედაპირიდან დაქანგული ფენის მოუცილებლად.

ელექტროდების ზედაპირის წინასწარ გაწმენდას დაქანგული ფენისაგან ხსენებული მექანიკური მეთოდებით მოსდევდა მისი დამუშავება ზედ მეთოდებით. რაც შეეხება დაქანგული ფენის მოცილების ელექტროქიმიურ მეთოდს, ტექნოლოგიურად უფრო მოსახერხებელია ოპერაციათა შებრუნებული მიმდევრობა — ზედაპირის დამუშავება ჯერ ზედ მეთოდებით, შემდეგ კათოდური პოლარიზაციით. მით უფრო, რომ კათოდური პოლარიზაცია ტარდება იგივე შემადგენლობის ხსნარში და ელექტროლიზის იგივე რეჟიმში, როგორშიც მიზნობრივი პროდუქტის — მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მიღება [5]. ოპერაციათა ასეთი თანმიმდევრობა შესაძლებელია იმის გამო, რომ როგორც ვეჩვენა ელექტროდების ზედაპირების პროფილოგრაფიულმა გამოკვლევამ, კათოდური პოლარიზაცია ისე უმნიშვნელოდ ცვლის ზედაპირის სიმჭისეს, რომ მისი დამუშავების სიწმინდის კლასი არ იცვლება.

დეტალების განმტკიცებისა და გამოყენის ზედ სხვადასხვა მეთოდებიდან შეირჩა გორგოლაჰოვანი იარაღით მოგორვა და ვიბრაციული დაკეცვა.

ზედ შემდეგ რეჟიმებში განხორციელდა: გორგოლაჰოვანი იარაღით მოგორვისას — n (დასამუშავებელი დეტალის ბრუნვის სიჩქარე) — 1000 ბრ/წთ, S (დეტალის გადაადგილების სიჩქარე) — 0,05 მმ/ბრ, P (დეტალზე იარაღის დაწოლის ძალა) — 60—75 კგ/სმ²; ვიბრაციული დაკეცვისას n — 50 ბრ/წთ, S — 2,5 მმ/ბრ, P — 30 კგ/სმ², ვიბრაციის სიხშირე — 3000 1/წთ, სიხშირის ამპლიტუდა — 1 მმ, ბურთულის დიამეტრი — 12 მმ. აღნიშნული მეთოდებით დამუშავებული ელექტროდების გარდა მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მიღების პროცესში შედარების მიზნით გამოიყენა შესაბამისი მეთოდით წინასწარ გასუფთავებული, მაგრამ ზედ მეთოდებით დაუმუშავებელი რამდენიმე ელექტროდი.

ჩატარდა უწყვეტი ელექტროლიზის ორი — 100-და 102-საათიანი ციკლი. მეორე ციკლში ძირითადად გამოვცადეთ პირველ ციკლში ნამუშევარი ელექტროდები. პირველ ციკლში MnO_2 -ის გამოლეკვა მიმდინარეობდა ტიტანის ანოდებისათვის ხსნარის ოპტიმალურად მიჩნეული შემადგენლობისას (საშუალოდ: $MnSO_4$ —100გ/ლ, H_2SO_4 —20გ/ლ), ხოლო მეორეში — მკაცრ პირობებში ($MnSO_4$ —80 გ/ლ, H_2SO_4 —40 გ/ლ). ორივე ციკლში ტემპერატურა იყო ოპტიმალური—90—95°, ხოლო დენის სიმკვრივე საკმაოდ მაღალი—100 ა/მ² ყველა შემთხვევაში საკათოდე მასალად გამოვიყენეთ ტყვია. ელექტროდის გამოცდის შედეგები შევაფასეთ ელექტროლიზერზე საშუალო ძაბვისა ($U_{საშ}$) და ელექტროდის პასივაციის სიჩქარის მიხედვით (V).

ცხრილში მოტანილი შედეგები ვეჩვენებენ, რომ ელექტროლიზის ნორმალურ პირობებში ჩატარებისას (პირველი ციკლი) გორგოლაჰოვანი იარაღით

ელექტროლიზის მახასიათებლები

№	ელექტროლის დამუშავების მეთოდები	პირველი ციკლი			მეორე ციკლი		
		ს.ს.მ., ვ	V, ვ/სთ	ხანგრძლივობა, სთ.	ს.ს.მ., ვ	V, ვ/სთ	ხანგრძლივობა, სთ.
1	დაუმუშავებელი	3,33	0,008	100	3,51	0,006	102
2	მოგორვა	2,89	0,003	100	3,13	0,001	102
3	დაკეპნა	2,90	0,004	100			
4	კათოდური პოლარიზაცია	3,32	0,006	100	3,57	0,005	102
5	მოგორვა, კათოდური პოლარიზაცია	3,10	0,001	100	3,12	0,001	102
6	დაკეპნა, კათოდური პოლარიზაცია	2,70	0,004	100			
7	გასილაჭავლება	3,39	0,007	100	3,46	0,008	102
8	გასილაჭავლება, მოგორვა	3,03	0,005	100			
9	გასილაჭავლება, დაკეპნა				3,20	0,006	102
10	ახარატება	3,04	0,003	100			
11	ახარატება, მოგორვა	2,83	0,002	100			

მოგორვისა და ვიბრაციული დაკეპნის მეთოდებით დამუშავებულ ელექტროდებს (№№ 2, 3, 5, 6, 8, 11), საშუალო ძაბვისა და პასივაციის სიჩქარის უკეთესი მაჩვენებლები აქვთ, ვიდრე იმ ელექტროდებს (№№ 1, 4, 7, 10), რომლებსაც ასეთი დამუშავება არ გაუვლიათ. ზღ მეთოდებით დამუშავებული ელექტროდების (№№ 2, 5, 9) უპირატესობა გამოჩნდა აგრეთვე ელექტროლიზის მკაცრი პირობების შემთხვევაშიც (მეორე ციკლი). განსაკუთრებით აღსანიშნავია იმ ელექტროდების კარგი ელექტროქიმიური მახასიათებლები, რომლებსაც მოგორვამდე და დაკეპნამდე წინასწარი მექანიკური, ქიმიური ან ელექტროქიმიური დამუშავება არ გაუვლიათ (№№ 2 და 3). ეს იმის შედეგია, რომ ზღ მეთოდებით დამუშავებისას ზედაპირული დაქანგული ფენა მისი მალალი სიმიფის გამო ირღვევა (რაც ჩანს ვიზუალურადც) და მისი შემდგომი გაზრდისათვის ხელშემწყობის და ანოდური პროცესის დროს ელექტროლიზერზე ძაბვის ვარდნის გამდიდებლის უარყოფით როლს იგი ვეღარ ასრულებს. ელექტროენერგიის დანახარჯის საშუალო შემცირება ორივე ციკლში გორგოლაჭიანი იარაღით მოგორებისას 8, 2%, ხოლო ვიბრაციული დაკეპნისას 12,9%-ია. ელექტროდების პასივაციის სიჩქარე ორივე მეთოდისათვის საშუალოდ 1,6-ჯერ შემცირდა. ეს ნიშნავს, რომ ტიტანის დამუშავება აღნიშნული მეთოდებით გავლენას ახდენს მის ელექტროქიმიურ თვისებებზე.

მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მისაღები ანოდების აღწერილი მეთოდებით დამზადებისას უქმდება ელექტროდიდან დაქანგული ფენის მოხსნის აუცილებლობა, იზრდება ანოდების სამსახურის ვადა და მცირდება ელექტროენერგიის ხარჯი. ეს ამარტივებს და აიაფებს ელექტროდების დამზადებას და მიზნობრივი პროდუქტის მიღებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
არორგანული ქიმიისა და ელექტრო-
ქიმიის ინსტიტუტი

Ж. М. КЕБАДЗЕ, В. П. ПРУИДЗЕ, Л. Ш. КАКУРИЯ, Т. А. ЧАХУНАШВИЛИ,
 Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (чл.-корр. АН СССР)

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА МАРГАНЦА НА ТИТАНОВОМ АНОДЕ С ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Резюме

Изучено получение электролитического диоксида марганца на титановых анодах, подвергшихся обработке методами поверхностного пластического деформирования. Установлено положительное влияние такой обработки на характеристиках электролиза.

ELECTROCHEMISTRY

Zh. M. KEBADZE, V. P. PRUIDZE, L. Sh. KAKURIA, T. A. CHAKHUNASHVILI,
 L. N. JAPARIDZE

PRODUCTION OF ELECTROLYTIC MANGANESE DIOXIDE ON A TITANIUM ANODE WITH THE TREATED SURFACE

Summary

The paper studies the production of electrolytic manganese dioxide on titanium anodes treated using the methods of plastic deformation of their surfaces. A positive effect of such a treatment on electrolytic characteristics has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Дальнейшее совершенствование технологии производства электролитического диоксида марганца». Тез. докл. Всесоюз. совещания. Черкассы, 1987.
2. Л. Н. Джапаридзе. Электролитический диоксид марганца. Тбилиси, 1987.
3. Л. Г. Одинцов. Упрочнение и отделка деталей гофрированным пластическим деформированием. Справочник. М., 1987.
4. Ю. Г. Шнейдер. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. М., 1982.
5. Т. А. Чахунашвили. Автореферат канд. дисс. М., 1972.



Т. Д. ДЖАПАРИДЗЕ, Г. Ю. БОРОВЕР, Е. И. ШКОЛЬНИКОВ,
З. Я. КЕРВАЛИШВИЛИ, М. Р. ТАРАСЕВИЧ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭДМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джaparидзе 29.1.1990)

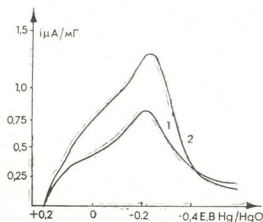
Электрохимический диоксид марганца ЭДМ, используемый в химических источниках тока (ХИТ), обычно характеризуют по ряду параметров, в число которых входит химический состав ЭДМ, структурно-поверхностные свойства, удельный вес, плотность и т. д., а также электрохимические параметры — бесточный потенциал и разрядная емкость ЭДМ в элементе, моделирующем реальный источник тока.

Целью данной работы являлось установление электрохимической активности ЭДМ в процессе разряда в щелочном растворе. Исследования проводили с помощью циклических вольтамперных кривых, полученных на модельном электроде.

Были использованы два типа модельных электродов. В связи с тем, что MnO_2 — полупроводник, для снятия разрядной кривой контакт его частиц с токосъемом достигался двумя путями: 1) использование смеси ЭДМ с углеродным материалом; 2) использование металлической основы с большой поверхностью в качестве токосъема. Первый модельный электрод (№ 1) прессовали из смеси MnO_2 с гидрофобизированной сажей, которую использовали в качестве электропроводного связующего. Второй модельный электрод (№ 2) прессовали из порошняка с предварительно насаженными в его объем ЭДМ.

При снятии потенциодинамических кривых навеска ЭДМ составляла 1—4 мг. Площадь электродов была 1 см^2 . Исследовали ЭДМ производства РПО «Азот».

Рис. 1. Потенциодинамические кривые, полученные на модельных электродах № 1 (1) и № 2 (2) в 1N КОН при $V=2\text{ мВ/с}$, в атмосфере гелия



Потенциодинамические кривые (ПДК) снимали в 1N КОН (квалификации «х. ч.») в стеклянной трехэлектродной ячейке. Потенциал измеряли относительно оксидно-ртутного электрода сравнения в том же растворе. Вспомогательным электродом служила платиновая сетка. Перед измерениями раствор электролита продували не менее 30 мин гелием.

Кривые циклировали от $E_{\text{стан}} + 0,2\text{ В}$ в катодном направлении; величина поляризации составляла от 0,1 до 0,4 В. Число циклов не превышало 5, так как при дальнейшем циклировании вид кривой не



изменялся. Развертку потенциала осуществляли со скоростью 2 мВ/с с помощью потенциостата П 5827 М; кривые регистрировали на двухкоординатном самописце Н-306.

На рис. 1 приведены типичные разрядные ПДК для модельных электродов № 1, 2. Как видно, при смещении потенциалов электродов от стационарного в катодную сторону происходит резкое возрастание тока. В области $E = -0,02 \div -0,03 \text{ В}$ на кривых наблюдается перегиб, а при $E = -0,22 \div -0,25 \text{ В}$ — максимум тока. Полученные кривые по своему виду отличаются от известных в литературе, так как на них имеется не два, а всего один максимум тока.

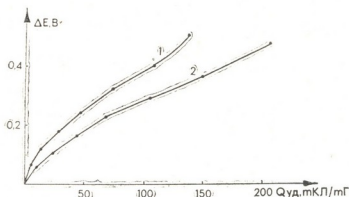
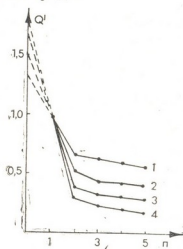


Рис. 2. Зависимость удельной разрядной емкости ЭДМ РПО «Азот» (1) и фирмы УМС (2) от величины поляризации электрода E при $v=2 \text{ мВ/с}$

Для электрода № 1 разрядная емкость, рассчитанная на площади под катодным максимумом, невелика, а коэффициент использования $\gamma = \text{MnO}_2$ при одноэлектронном процессе составляет около 10% (рис. 1, кривая 1). В случае использования электрода № 2 разрядная емкость увеличивается и коэффициент использования диоксида марганца достигает 25% (рис. 1, кривая 2). Таким образом, из полученных данных следует, что электрод № 2 позволяет более эффективно восстанавливать ЭДМ. Поскольку максимальные коэффициенты использования $\gamma = \text{MnO}_2$ реализуются на модельном электроде № 2, дальнейшие исследования проводили только на этом электроде.

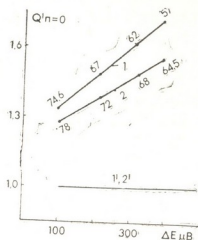
Рис. 3. Зависимость $Q' = Q_n = k/Q_n = 1$ от количества циклов при различной величине поляризации электрода $\Delta E, \text{ В}$: 1—0,1; 2—0,2; 3—0,3; 4—0,4 ($v = 2 \text{ мВ/с}$)



На рис. 2 представлена зависимость удельной разрядной емкости ЭДМ от величины катодной поляризации электрода. Для сравнения здесь же указана кривая, полученная на ЭДМ фирмы УМС (кривая 2). Как следует из рисунка, продукт РПО «Азот» при разряде отдает меньшую емкость, чем продукт фирмы УМС.

Оценим предельные коэффициенты использования ЭДМ. Для этого рассчитаем его разрядную емкость, экстраполированную на «нулевой» цикл ($Q_{n=0}$). Такая экстраполяция была выполнена с помощью циклических ПДК, снятых от стационарного потенциала в катодную сторону с амплитудой 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 В. Для каждой серии из пяти циклов (т. е. для каждой амплитуды) использовали новые модельные электроды. Полученные данные обрабатывали следующим образом. Рассчитанные по ПДК величины $Q_{n=k}$ (где $k=1, 2, 3, 4, 5$) относили к величине $Q_{n=1}$ и строили зависимости $Q' = Q_{n=k}/Q_{n=1}$ от n для разных амплитуд развертки потенциала, т. е. разных значений ΔE (рис. 3). Экстраполируя $Q'_{n=0}$ -кривые для разных ΔE , $n=0$, получали ряд значений $Q'_{n=0}$ и строили зависимость $Q'_{n=0}$ от E (рис. 4). Эта зависимость представляет собой «теоретическую» прямую, определяющую максимально возможные коэффициенты использования данного ЭДМ при данной скорости развертки потенциала. Экспериментальная кривая при таком выборе

Рис. 4. «Теоретические» (1, 2) и экспериментальные (1, 2) зависимости безразмерной разрядной емкости ЭДМ Q' от величины поляризации электрода ΔE при $V=2$ мВ/с: 1,1' — ЭДМ РПО «Азот»; 2,2' — ЭДМ фирмы УМС



координаты не зависит от ΔE и проходит через $Q'=1$. Как видно из рис. 4, более высокие коэффициенты использования реализуются на ЭДМ фирмы УМС по сравнению с ЭДМ РПО «Азот».

Таким образом, выбранный модельный электрод позволяет определить электрохимическую активность ЭДМ и оценить коэффициент его использования.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

Академия наук СССР
 Институт электрохимии
 им. А. Н. Фрумкина

(Поступило 2.2.1990)

ელექტროქიმია

თ. ჯაფარიძე, ბ. ბორჯინი, ე. შკოლნიკოვი, ზ. კარგალიშვილი,
 ა. ტარასივიჩი

ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის ელექტროქიმიური
 აქტიურობის განსაზღვრა

რეზიუმე

შედარებულია სხვადასხვა ფორმის ნაწარმი მანგანუმის ელექტროლიზური ოქსიდის ელექტროქიმიური აქტიურობა ტუტე სსნარებში განმუხტვის დროს.

გადაღებულია ციკლური ვოლტამპერული დამოკიდებულებანი დენის ქიმიური ელემენტების სხვადასხვა ტიპის მოდელურ ელექტროდებზე. შერჩეულ მოდელურ ელექტროდზე გაზომვებით ნაჩვენებია, რომ რუსთავის საწარმოო გაერთიანება „აზოტის“ გამოშვებული ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდი საგრძნობლად ჩამორჩება განმუხტვის მახასიათებლებით ფირმა „ჯიმსის“ ელექტროლიზურ ორქანგს.

 ELECTROCHEMISTRY

T. D. JAPARIDZE, G. Yu. BOROVRER, E. I. SHKOLNIKOV,
 Z. Ya. KERVALISHVILI, M. R. TARASEVICH

DETERMINATION OF EMD ELECTROCHEMICAL ACTIVITY

Summary

The paper deals with a comparison of electrochemical activity of electrolytic manganese dioxide produced by various firms in alkaline solutions upon discharge.

Cyclic voltametric dependencies of chemical sources of electric energy have been registered on different model electrodes. Measurements taken with a chosen electrode show that electrolytic manganese dioxide produced by the "Azot" industrial association (Rustavi) has worse characteristics than EMD produced by the "James" firm.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

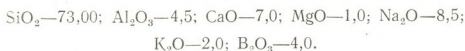
Г. И. ТАРХНИШВИЛИ

РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОЙ ГЛАЗУРИ НА ОСНОВЕ
 ОТХОДОВ ФАРМАКОХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 26.1.1990)

В свете решения проблемы ресурсосбережения была изучена возможность использования отходов фармакохимической промышленности (бой ампульного стекла) для получения глазурных покрытий. В результате проведенного исследования была разработана глухая нефритованная глазурь, оптимальные составы которой характеризуются высокими показателями качества.

Использованный в новой разработке стекольный бой является отходом Тбилисского фармакохимического завода и его применение обусловливает снижение температуры разлива глазури и ее себестоимости. Химический состав этого отхода следующий (в мас. %)



Шихтовый состав разработанной глазури оптимальных составов приведен в табл. 1, а химический — в табл. 2. Свойства оптимальных составов глазури приведены в табл. 3.

Таблица 1
 Шихтовый состав разработанной глазури оптимальных составов

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %				
	Сг-9	Сг-10	Сг-11	Сг-12	Сг-13
Бой ампульного стекла	40	42	43	44	45
Полевой шпат	20	20	20	20	20
Просьяновский каолин	5	5	5	5	5
Веселовская глина ВГО-2	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Доломит	9,4	9,6	10	10,9	11,4
Цишковые белила	6	5,2	5	4,5	4
Циркон	16	14,6	13,4	12	11

Наряду с определением показателей потребительных и физико-технических свойств составы глазури подвергались фазовому анализу; кроме того, изучалось взаимодействие глазури с керамической основой.

Данные петрографического, электронномикроскопического и рентгеноструктурного анализов подтверждают друг-друга и позволяют заключить, что при оптимальном соотношении компонентов основной глазури служит прозрачно-стекловидная масса со светопреломлением $N=1,518$. В массе глазури содержатся нерасплавленные зерна циркона ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$) размером 4—30 мкм, а на поверхности циркона, в некоторых случаях, образован бадделейт (ZrO_2) в виде яйцевидных



зернышек, величиной 0,5—2 мкм. Минерал циркон является основной кристаллической фазой глазури.

Таблица 2

Химический состав разработанной глазури оптимальных составов

Состав глазури	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	ZrC ₂	ZnO	TiO ₂
Cr-9	55,30	9,65	5,95	2,61	6,06	0,95	1,68	11,48	6,28	0,04
Cr-10	56,59	9,76	6,25	2,72	6,28	1,00	1,78	9,81	5,76	0,05
Cr-11	56,90	9,82	6,38	2,78	6,35	1,02	1,81	9,64	5,25	0,05
Cr-12	57,58	9,92	6,89	3,00	6,50	1,05	1,87	8,14	4,99	0,05
Cr-13	58,04	9,98	7,02	3,15	6,57	1,07	1,91	7,97	4,23	0,06

При введении до 40% ампульного боя не достигается качественность глазурного покрытия — имеются дефекты. А при введении более 45% боя глазурное покрытие направлено в сторону плавления, за счет чего содержащиеся в ней кристаллы циркона, а также присутствующие в незначительном количестве кристаллы вилемита (2ZnO·SiO₂) и ганита (ZnO·Al₂O₃) начинают оплавляться и параллельно образуются поры, направленные в сторону вспучивания глазури. Следствием этого является снижение термической, механической и химической стойкости глазури.

Таблица 3

Основные свойства оптимальных составов глазури

Показатели свойств	Значения показателей свойств				
	Cr-9	Cr-10	Cr-11	Cr-12	Cr-13
Интервал обжига, °C					
Начало	1150	1150	1150	1140	1140
Конец	1350	1350	1370	1360	1350
Оптимальная температура обжига, °C	1260	1260	1250	1250	1240
КТР, $\alpha \times 10^7$ °C ⁻¹	43,0	43,3	43,5	44,0	44,2
Белизна, %	80,0	80,4	81,0	81,5	82,00
Блеск, %	63,00	63,3	63,5	63,8	64,00
Термостойкость, число теплосмен	25	27	28	29	30
Микротвердость, кг/см ²	870,0	876,0	880,2	892,1	900,2
Износостойкость, г/см ²	0,060	0,054	0,050	0,048	0,045
Химическая стойкость					
Кислотостойкость к HCl х. ч. 20,4%-ный раствор	0,0018	0,0015	0,0011	0,0009	0,0003
Щелочестойкость к NaOH х. ч. 10,35%-й раствор	0,0217	0,0211	0,0204	0,0192	0,0182
Водостойкость к кипящей воде	0,0010	0,0009	0,0007	0,0002	0,0001
Вязкость при 1250 °C, $\eta \times 10^{-3}$	8,30	9,00	9,00	9,20	9,50
Поверхностное натяжение при 1300 °C, дн/см	327	333	340	338	335
Смачиваемость черепка глазурию °0	65—110	70—100	70—100	70—105	65—105

Итак, можно заключить, что содержание в глазури боя ампульного стекла от 40 до 45% является оптимальным.

При глазуровании керамического черенка оптимальными составами глазури, толщина покрытия составила 400—500 мкм; переход от глазури к черепку реакционный; толщина реакционной прослойки составляет 4—25 мкм. Между прослойкой и черепком образовано множество кристалликов лучистого строения длиной до 15—20 мкм, которые придают глазурованному изделию высокий блеск.

Таблица 4
Результаты оценки уровня качества оптимальных составов глазури дифференциальным методом

Состав глазури	Относительные показатели качества составов глазури							
	термостойкость	износостойкость	белизна	блеск	кислотоустойкость	щелочестойкость	водостойкость	затраты на сырье
Сг-9	1,47	1,28	1,03	1,08	5,50	1,43	3,00	1,42
Сг-10	1,59	1,43	1,03	1,08	6,60	1,47	3,33	1,57
Сг-11	1,65	1,54	1,04	1,09	9,00	1,52	4,23	1,65
Сг-12	1,71	1,60	1,05	1,09	11,00	1,62	15,00	1,79
Сг-13	1,76	1,71	1,05	1,09	33,00	1,71	30,00	1,93

Высокие показатели механических, термических и химических свойств во многом обуславливаются, по нашему мнению, присутствием и данным соотношением оксидов Zr, Zp, Ti, влияние которых на свойства глазури изучено и охарактеризовано многими авторами [1, 2].

Кроме изучения свойств, нами производилась оценка уровня качества [3] разработанной глазури дифференциальным методом (табл. 4). Оценка уровня качества глазури показала, что эта последняя намного превосходит по качеству глазурь аналогичного назначения, используемую на Тбилиском керамическом комбинате. При замене указанной производственной глазури на разработанную, экономия за счет снижения стоимости сырья составит 58 руб. 75 коп. на 1 т глазури (стоимость 1 т производственной глазури 147 руб. 90 коп., а разработанной — 89 руб. 15 коп.).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что разработанная глухая нефритованная глазурь характеризуется высокими показателями качества и может использоваться для покрытия фарфоровых и фаянсовых изделий как хозяйственного, так и художественно-декоративного или санитарно-технического назначения.

В общем, данная глазурь конкурентоспособна и ее внедрение в производство позволит, в некоторой степени, решить проблемы как ресурсосбережения, так и удовлетворения спроса населения на недорогие, но высококачественные керамические товары.

ბ. თარხნიშვილი

ფარმაცოქიმიური მრეწველობის ნარჩენების საფუძველზე
კერამიკული ჰიჭურის შემუშავება

რეზიუმე

შესწავლილია ჰიჭურების მისაღებად ფარმაცოქიმიური მრეწველობის ნარჩენების (საამპულე მინის ლეწი) გამოყენების შეძლებლობა. ჩატარებული გამოკვლევის საფუძველზე შემუშავებულ იქნა ყრუ არაფრტირებული (ნედლი) ჰიჭური, რომლის ოპტიმალური შემადგენლობა ხასიათდება ხარისხის მაღალი მაჩვენებლებით.

ჰიჭური შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სამეურნეო, ისე მხატვრულ-დეკორატიული ან სანიტარულ-ტექნიკური დანიშნულების ფაიფურისა და ქაშანურის ნაწარმის დასაფარავად და მისი წარმოებაში დანერგვა საშუალებას იძლევა გარკვეული დონით გადაჭრილ იქნეს როგორც რესურსდაზოგვის, ისე შედარებით იაფ, მაგრამ მაღალხარისხოვან კერამიკულ საქონელზე მოსახლეობის მოთხოვნის დაკმაყოფილების პრობლემები.

CHEMICAL TECHNOLOGY

G. I. TARKHNISHVILI

OBTAINING CERAMIC GLAZE FROM PHARMACOCHEMICAL
INDUSTRY WASTES

Summary

The possibility of recycling wastes of pharmacochemical industry (ampoule glass breakage) to obtain glazed surfaces has been studied. Based on the studies performed, a thick unfritted (raw) glaze has been obtained whose optimum compositions are remarkable for their high quality.

This glaze can be used for coating household china and faience articles, as well as for decorative, artistic, sanitary, technical purposes. The adoption of the new glaze will contribute to solving the problem of resource saving and at the same time, it will help meet the populations's demand for low-price high-quality ceramic ware.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Бобкова, О. Г. Городецкая, С. А. Янковская, Ж. С. Тижовка. VII Всес. совещание по стеклообразному состоянию. Тезисы докладов и сообщений. Л., 1981.
2. К. К. Квятковская, Г. Ф. Ивченко. Сборник научных трудов НИИстрой-керамики. М., 1982.
3. ГОСТ 22732-77. Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения.



შპს 661.844.22.661.847.2

ქიმიური ტექნოლოგია

3. რუხაძე, ვ. გაფრინდაშვილი, ი. ფულარიანი, ლ. წყალოვაძე

ბარიუმის სულფიდთან ნახშირორჟანგით ბარიუმის კარბონატის
 გამოღებვის პროცესის ოპტიმიზაცია

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. ჯაფარიძემ 15.12.1989)

ბარიუმის კარბონატის მიღების პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ მისი მიღება შედარებით ხელსაყრელად მიმდინარეობს ბარიუმის სულფიდის ხსნარის კარბონიზაციით [1,2].

მეორე ხარისხის დაგეგმვის პირობები ბარიუმის სულფიდის ხსნარის ნახშირორჟანგით კარბონიზაციის პროცესისთვის, უწყვეტი მოქმედების ქაფურის რეაქტორში

ფაქტორები	ფაქტორის ნატურალური სიდიდის აღნიშვნა				მაკოტიმიზირებელი სიდიდეები	
	ξ_1 , გ/ლ	ξ_2 , %	ξ_3 , °C	ξ_4 , მილ/წუთ.		
ძირითადი ღონე	55	50	50	25		
ვარირების ინტერვალი	15	5	10	10	Y_i	\bar{Y}_i
ზედა ღონე	70	55	60	35		
ქვედა ღონე	40	45	40	15		

ფაქტორის კოდირებული აღნიშვნა	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	%	
						%	%
ცდა, №							
1	+	-	-	-	-	95,57	95,04
2	+	+	-	-	-	92,5	89,84
3	+	-	+	-	-	98,52	97,01
4	+	+	+	-	-	95,67	94,44
5	+	-	-	+	-	94,31	93,67
6	+	+	-	+	-	90,57	88,22
7	+	-	+	+	-	97,51	95,23
8	+	+	+	+	-	93,82	93,11
9	+	-	-	-	+	78,43	77,85
10	+	+	-	-	+	68,12	68,14
11	+	-	+	-	+	84,31	85,39
12	+	+	+	-	+	79,85	78,61
13	+	+	-	+	+	76,85	76,81
14	+	-	-	+	+	66,98	67,15
15	+	-	+	+	+	83,97	84,64
16	+	+	+	+	+	78,35	77,61
17	+	2	0	0	0	94,73	94,66
18	+	2	0	0	0	79,82	82,42
19	+	0	-2	0	0	77,23	79,07
20	+	0	+2	0	0	90,81	91,50
21	+	0	0	-2	0	82,35	83,94
22	+	0	0	+2	0	80,62	81,56
23	+	0	0	0	-2	96,4	100,72
24	+	0	0	0	+2	69,81	68,02

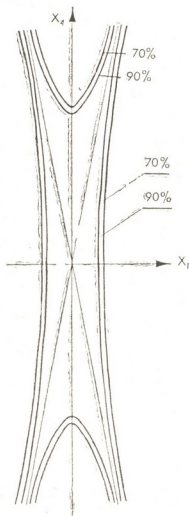
წარმოდგენილი შრომის მიზანია მოიძებნოს ბარიუმის სულფიდის კარბონიზაციის პროცესის ჩატარების ოპტიმალური არე, რომლის დროსაც ბარიუმის კარბონატის გამოსავალი მაქსიმალურია. აღნიშნული პროცესის აღწარმოებლობა შემოწმებულ იქნა კობრენის კრიტერიუმით, რომლის შედეგადაც დადგინდა, რომ პროცესი არის აღწარმოებადი და სტაციონარული. კარბონიზაციის პროცესის მახასიათებელი განტოლების მისაღებად რეალიზებულია მეორე რიგის როტატებულური ცენტრალური კომპოზიციური გეგმა (ცხრ. 1).

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე მიღებულია ბარიუმის კარბონატის გამოსავლიანობისათვის რეგრესიის განტოლება (Y)

$$Y = 81,4 - 3,058x_1 + 3,11x_2 - 0,59x_3 - 8,17x_4 + 0,66x_1x_2 - 0,062x_1x_3 - 1,054x_1x_4 + 0,073x_2x_3 + 1,39x_2x_4 + 0,089x_3x_4 + 1,79x_1^2 + 0,97x_2^2 + 0,34x_3^2 + 0,74x_4^2$$

რაც საშუალებას გვაძლევს უმოკლესი გზით დავგვემოთ კარბონიზაციის პროცესის ოპტიმალური არისაკენ მოძრაობის მიმართულება.

რეგრესიული განტოლებით, ამოძახილის ზედაპირის აღწერის ადექვატურობის შემოწმებამ ფიშერის კრიტერიუმით (F) გვიჩვენა სწორხაზოვანი მიახლოების ადექვატურობა.



ურ. 1. ზედაპირის ორგანიზაციული კვება X_1X_4

იმისათვის, რომ ვიპოვოთ იმ ზედაპირის ექსტრემალური წერტილი, რომელსაც აღწერს რეგრესიის განტოლება, საჭიროა განვსაზღვროთ ზედაპირის ფორმა. ამოძახილის ზედაპირის ფორმის შეფასება შედარებით მარტივია ამოძახილის ფუნქციის კანონიკური ფორმით.



რეგრესიის განტოლების კანონიკურ ფორმამდე მისაყვანად საჭიროა პოვით ფიგურის ცენტრი, რომლის კოორდინატებია

$$X_{S_1} = -25,36; X_{S_2} = 48,81; X_{S_3} = 0,45; X_{S_4} = 58,32.$$

ცენტრში გამოსავალი გამოვთვალეთ ფორმულით

$$\bar{Y}_S = b_0 + \frac{1}{2} \sum b_i x_{iS} \quad (82,5 \%).$$

მახასიათებელი განტოლების ამოხსნის შედეგად მოძებნილია კანონიკური ფორმის განტოლების კოეფიციენტები. კანონიკური ფორმის განტოლებას, რომელიც ახასიათებს ამოძახილის ზედაპირის ფორმას, აქვს სახე

$$Y - 82,5 = 2,01X_1^2 + 1,55X_2^2 + 0,33X_3^2 - 0,055X_4^2.$$

ამოძახილის ზედაპირის ორგანოზომილებიანი კვეთის (სურ. 1) ანალიზისა და თანაბარი გამოსავლიანობის მრუდების აგებით, რომლის პარამეტრები გამოთვლილია EC-1033 ტიპის გამომთვლელი მანქანით, გვიჩვენებს, რომ ზედაპირის ორგანოზომილებიანი კვეთა $X_1 X_4$ ვაწეულილი ჰიპერბოლიდია, რაც მოწმობს მინიმუმების არსებობას. ამ დროს პროდუქტის გამოსავლიანობის შემცირება შეიმჩნევა $X_1 X_4$ ღერძების მიმართულებით მოძრაობისას. ამიტომ გამოსავლიანობის გაზრდისათვის საჭიროა მოძრაობა ცენტრისაკენ. გაანგარიშების საფუძველზე ძველი კოორდინატული სისტემიდან გადავედით ახალზე 100%-იანი გამოსავლიანობის გათვალისწინებით

$$X_4 = 77,86; x_1 = -0,6; x_2 = 2,08; x_3 = 6,9; x_4 = 1,5.$$

X_1, X_2, X_3, X_4 მნიშვნელობების გათვალისწინებით X_4 წერტილისათვის განსაზღვრულია ფაქტორების ნატურალური სიდიდეები:

$$\xi_1 = 46 \text{ გ/ლ}; \xi_2 = 60 \%; \xi_3 = 57^\circ\text{C}; \xi_4 = 10 \frac{\text{მილ}}{\text{წუთ}}.$$

აღნიშნულ მნიშვნელობაზე ექსპერიმენტის ჩატარებამ გვიჩვენა, რომ ბარიუმის კარბონატის გამოსავალია 99,98%.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
შეტალურგის ინსტიტუტის ქუთაისის
კომპლექსური სამეცნიერო ცენტრი

(შემოვიდა 1.2.1990)

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. В. РУХАДЗЕ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, Ю. И. ПУЛАРИАНИ,
Л. А. ЦКАЛОБАДЗЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ КАРБОНАТА БАРИЯ ИЗ СУЛЬФИДА БАРИЯ ПОСРЕДСТВОМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Резюме

С помощью статистических методов планирования и оптимизации экстремальных экспериментов составлен и реализован план в виде полиномов второй степени, для процесса осаждения карбоната бария углекислым газом на реакторе пенного слоя непрерывного действия.

Разработанная математическая модель в виде полинома второй степени позволяет вычислить степень превращения в любой точке исследованной области факторного пространства, а также автоматизировать процесс.



Определен вид поверхности, с помощью канонической формы уравнения найдены точки максимального выхода карбоната бария.

Найдены экстремальные условия ведения процесса: концентрация раствора сульфида бария 46 г/л, температура 60°C, объемная концентрация углекислого газа 57%, скорость подачи раствора 10 мл/мин, выход карбоната бария составляет 99,9%.

CHEMICAL TECHNOLOGY

V. V. RUKHADZE, V. N. GAPRINDASHVILI, Yu. I. PULARIANI,
L. A. TSKALOBADZE

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF BARIUM CARBONATE PRECIPITATION FROM BARIUM SULPHIDE BY CARBON DIOXIDE

Summary

Using statistical methods of planning and optimization of extreme experiments, a plan in the form of the second-degree polynomial has been developed. The process of barium carbonate precipitation has been realized in the foam-layer reactor in the presence of carbon dioxide. A mathematical model in the form of the second-degree polynomial made it possible to calculate the degree of transformation at any point of the factor space.

The type of the surface has been determined. Using the canonical form of the equation, the points of the maximum yield of barium carbonate have been found. Extreme conditions for this process are as follows: barium sulphide concentration—46g/l; temperature—60°C; volumetric concentration of carbon dioxide—57%; solution supply rate—10ml/min; barium carbonate yield 99, 9%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. И. Стригунов. Актуальные вопросы основной химии. Харьков, НИОХИМ, 30, 1973, 51—56.
2. В. Н. Гаприндашвили, Ю. И. Пуларяни, В. В. Рухадзе. Изв. АН ГССР, сер. химия, 10, № 1, 1984.



Н. В. КЕЗЕВАДЗЕ

КАРТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВОДНОГО БАЛАНСА ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 20.1.1990)

Основным методическим приемом изучения водного баланса в горах является установление зависимости его элементов от средне-взвешенной высоты водосбора. Эти зависимости обеспечивают составление карт изолиний элементов водного баланса, характеризующих их распределение по территории. Однако подобные карты не дают представления о структуре водного баланса бассейна, т. е. о взаимосвязи всех звеньев круговорота воды — атмосферного, речного, подземного и почвенного. С целью отражения территориальных особенностей взаимосвязи элементов водного баланса нами построена карта структуры водного баланса Грузии с помощью графиков связи коэффициентов стока (отношение полного речного стока к атмосферным осадкам) и подземного питания (отношение подземного стока к полному речному стоку) по высотным диапазонам (<500 , $500-1000$, $1000-2000$, $2000-3000$ м) >3000 м). Значения этих коэффициентов определяют все варианты соотношения элементов водного баланса — коэффициенты подземного стока, поверхностного стока, инфильтрации.

На графиках связи коэффициентов стока и подземного питания выделяются ареалы их различного сочетания, которые по существу группируют примерно однородные структуры водного баланса по речным бассейнам. Карта структуры водного баланса (рис. 1) позволяет определить структуры водного баланса не освещенных режимными данными бассейнов на фоне их крупномасштабной географо-гидрологической оценки.

Для построения карты структуры водного баланса Грузии использованы результаты исследования Л. А. Владимирова [1].

При господствующей закономерности увеличения осадков и уменьшения испарения с высотой наибольшие значения коэффициента стока (0,77—0,95) имеет самый верхний пояс Большого Кавказа (>3000 м). Максимальная величина отмечена в верховьях Ингури, где орографическая обстановка благоприятствует проникновению влажных воздушных масс по ущелью на фоне теплового баланса, характерного для высокогорья. Сток здесь формируется в основном за счет поверхностного стекания по маломощным дерновым и слабо оподзоленным горно-луговым почвам в комбинации с осыпями, россыпями и скальными обнажениями. Коэффициент подземного питания не превышает 0,15. На валовое увлажнение расходуется от 20 до 27% осадков. Более благоприятная структура водного баланса характерна для высокогорных поясов Абхазии, Сванетии, Аджарии, Имеретии, южного склона Восточного Кавказа, где хорошо выраженная структурность горно-луговых почв создает лучшие условия для формирования подземного стока; коэффициент подземного питания принимает значения от 0,20 до 0,45.

Соразмерное соотношение радиационного тепла и годовых осадков, наличие водонепроницаемых и водоёмких почв, устойчивость снежного покрова обуславливают оптимальную структуру водного баланса в горно-лесной зоне. Коэффициент стока в Западной Грузии меняется в пределах 0,83—0,54, а в Восточной — 0,57—0,43. Этой зоне прису-

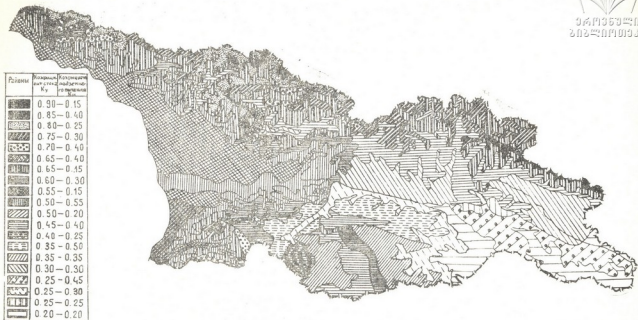


Рис. 1. Карта структуры водного баланса Грузии

ში большая продуктивность биомассы, развитая корневая система, большая мощность и хорошая агрегация бурых горно-подзолистых почв (в Сванетии, Верхней Имерети и Аджаро-Гурии) и коричневых горно-луговых почв (в Юго-Осетии, Картли, Кахети) с распространением преимущественно хвойных и буковых лесов. Сочетание обильных атмосферных осадков (в Западной Грузии в среднем 2000 мм, в Восточной — 1100 мм) с высокой инфильтрационной и водоудерживающей способностью почв обуславливает значительное валовое увлажнение территории — в Западной Грузии в среднем 1100 мм, 40% которого формирует подземный сток, в Восточной Грузии — 850 мм, 35% которого пополняют подземные горизонты.

Повышенная увлажненность и высокий термический фон характерны для Колхидской низменности. Здесь коэффициент стока в зависимости от высоты колеблется в пределах 0,60—0,70. Болотистые и подзолистые почвы низменности с тяжелым глинистым и суглинистым составом и слабой водопроницаемостью обуславливают низкий коэффициент подземного питания (0,20). Однако за счет высокого испарения валовое увлажнение территории составляет около половины атмосферных осадков.

Равнинная и предгорная части Восточной Грузии характеризуются низкими коэффициентами стока (0,12—0,40). Наименьшие по Грузии суммы атмосферных осадков (300—400 мм) и высокий радиационный баланс (51—52 ккал/см² год) обуславливают самые низкие коэффициенты стока (0,12—0,25) на Нижне-Картлийской равнине, Гарекхетском плоскогорье и в Ширакской степи. Почвы здесь в основном каштановые с глинистым и тяжелым суглинистым составом, местами засоленные и солонцеватые, а также черноземные, с хорошо выраженной структурой, обеспечивающей их положительные водно-воздушные свойства. Коэффициент подземного питания равен 0,30. Валовое увлажнение значительное — 85—90% от осадков. Испарение достигает 95% валового увлажнения. С высотой черноземные и каштановые почвы сменяются черноземовидными коричневыми лесными почвами (Циви-Гомборский хребет) с хорошей агрегацией и положительными водно-физическими свойствами [2]. Поэтому коэффициент подземного питания достигает 0,46.

Из межгорных равнинных территорий Восточной Грузии наиболее увлажнены Внутренняя Картли и Алазанская долина, где коэффициенты стока составляют 0,28—0,41. Почвы в основном карбонатные, буро-коричневые и серо-коричневые, со средним и тяжелым суглинистым составом. В северной и западной предгорных частях Внутрикартлийской равнины встречаются также перегнойно-карбонатные и коричневые лесные почвы с хорошо выраженной прочной структурой. Коэффициент подземного питания составляет 0,30. На валовое увлажнение расходуется около 80% атмосферных осадков. В структуре валового увлажнения 90% принадлежит испарению, а остальное идет на питание подземных горизонтов.

Наряду с зональными факторами, на структуру водного баланса оказывают влияние и местные геологические условия. Наиболее ярко это проявляется на Южно-Грузинском вулканическом нагорье и в карстовой области Западной Грузии. Здесь в связи с активным подземным водообменом отмечаются большие различия в структурах водного баланса даже соседних небольших бассейнов. Большое разнообразие в структуре водного баланса Южно-Грузинского вулканического нагорья, помимо геологических факторов, обусловлено также сложностью природно-климатических условий. Резко выраженной континентальностью климата отличается центральная часть нагорья. Коэффициент стока невысокий — 0,35—0,40. Засушливость климата обуславливает недостаточную увлажненность коричневых лесных и буроземных почв Ахалцихской котловины и Эрүшетского хребта. Коэффици-

циент подземного питания на большей части котловины низкий — 0,25. Аналогичную структуру водного баланса имеют территории Джавахети и Цалкинского плато, но коэффициент подземного питания здесь выше — 0,35. С высотой коэффициент стока доходит до 0,45, а коэффициент подземного питания — до 0,40—0,55. Этому способствует смена черноземномовидных луговых почв на более структурные и микроагрегатные горно-луговые почвы. На центральной и восточной части южного склона Месхетского хребта и на северных склонах Триалетского хребта, где темно-бурые и бурые лесные почвы покрыты богатой лесной растительностью, подземное питание заметно увеличивается, коэффициент подземного питания равен 0,50.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии
 им. Вахушти Багратиони

(Поступило 1.2.1990)

ჰიდროლოგია

ბ. კეზევაძე

საქართველოს წყლის ბალანსის სტრუქტურის კარტირება
 რეზიუმე

წყლის ბალანსის ელემენტების ურთიერთკავშირის ტერიტორიული თავისებურებების ასახვის მიზნით აგებულია საქართველოს წყლის ბალანსის სტრუქტურის რუკა. განხილულია ტერიტორიის წყლის ბალანსის სტრუქტურის ძირითადი თავისებურებები.

HYDROLOGY

N. V. KEZEVADZE

MAPPING OF THE STRUCTURE OF WATER BALANCE IN GEORGIA

Summary

A map of water balance structure of Georgia is constructed to represent the territorial peculiarities of interdependence of water balance elements. The paper deals with the characteristics of water balance structure of the territory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Владимиров и др. Водный баланс Грузии. Тбилиси, 1974.
2. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.

Д. М. КУПАРАДЗЕ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком И. П. Гамкредидзе 6.2.1990)

На территории юго-восточной Грузии, в пределах Храмского и Локского выступов юрские образования по своей природе и условиям формирования существенно отличаются друг от друга, что, по-видимому, обусловлено различным ходом геологического развития этих выступов на раннем этапе альпийского цикла тектогенеза. В частности, Храмский выступ в начале среднего лейаса подвергся кратковременной трансгрессии, а затем в течение всей средней юры представлял собой область устойчивого воздымания и размыва [1]. Трансгрессирующее море с карбонатным осадконакоплением перекрывало рассматриваемый выступ в поздней юре, а затем в сеномане.

В отличие от этого, Локский выступ был затоплен морем с раннего лейаса. В байосе и бате он был ареной проявления мощного вулканизма, охватившего всю Сомхито-Карабахскую зону Малого Кавказа. После кратковременного затишья вулканической деятельности в конце батского времени она вновь возобновилась в поздней юре [2].

Продукты раннеюрского вулканизма Локского выступа представлены маломощными кислыми туфами и телами базальтоидов. Есть все основания считать, что еще до и, возможно, в начале геттангского века в пределах рассматриваемой территории существовали субконтинентальные условия. Однако со временем, с усилением нисходящих движений, обусловивших раннеюрскую трансгрессию, она превратилась в область мелководного моря, являющуюся северо-западной частью Сомхито-Карабахской островодужной системы.

К лейасским отложениям часто пространственно приурочены секущие тела базальтоидов, которые по петрографическому и вещественному составу идентичны вулканитам средней юры и, по всей вероятности, являются корнями вулканов байосского века, хотя не исключено, что они могут быть и раннеюрскими [2]. В пользу этого говорит факт широкого развития базальтовых лавовых покровов в лейасских отложениях других районов Грузии.

Разделяя точку зрения Г. С. Дзоценидзе [3], формирование кислых вулканитов плагиориолитового и дацитового состава в лейасское время можно объяснить как результат ассимиляции базальтовым расплавом сиалической коры.

В дальнейшем сравнительно слабый вулканизм ранней юры постепенно наращивает свою мощь и максимума своего развития достигает в период наибольшего прогибания бассейна осадконакопления — в байосе. В результате байосской вулканической деятельности формируется мощная (2 км) вулканогенно-осадочная формация. Полный разрез этих образований наблюдается на восточной периферии Локского выступа, где с лейасскими кварцевыми и слюдястыми песчаниками контактируют нижнебайосские андезито-базальтовые лавы и аналогичного состава пирокластические образования. В восходящем разрезе размер обломочного материала постепенно возрастает, дости-



гая максимальной величины в верхней части разреза (в пределах водораздела Гюльмагмет-Ахкерпи). Здесь развиты лавобрекчии и грубообломочные туфы, характерные для прижерловых зон. Нижнебайосские образования секутся многочисленными дайками и силами диабазов, которые часто расположены радиально по отношению к центру извержения. Эти тела по минералого-петрографическому составу являются полным аналогом пород вмещающей их толщи.

Начиная с позднего байоса вулканическая деятельность постепенно ослабевает, на что указывает появление в разрезах толщи слоистых туфов и туффитов, с которыми ассоциируются туфопесчаники, мергелистые туффиты и туфомергели. Здесь же появляются и прослои мраморовидных известняков, чередующихся с вулканомиктовыми песчаниками, полимиктово-граувакковыми песчаниками, покровами и силами базальтоидов. Следует отметить, что в позднебайосских породах начинает появляться гравитационная сортировка пирокластического материала.

К концу позднего байоса вулканическая деятельность заметно затухает (отмечаются маломощные излияния лав и выбросы пирокластиков). Одновременно с этим усиливается осадконакопление терригенного материала и происходит формирование сложной туфогенно-осадочной толщи позднебайос-батского возраста. Среди туфопесчаников и граувакковых песчаников местами встречаются отдельные маломощные и немногочисленные слои туфов дацитов и лавовые покровы аналогичного состава. Одновременно с этим проявляется и базальтовый вулканизм. Новообразованные вулканические центры этого времени извергали различный по составу вулканический материал. В частности, вначале извергались вулканы базальтандезитового, а затем дацитового состава.

Среднеюрский этап геологического развития как Локского поднятия, так и в целом Малого Кавказа завершается внедрением гранитоидных интрузий [4], которые обнаруживают тесную пространственную и генетическую связь с батскими вулканами. Среди них в пределах юго-восточной Грузии выделяются Поладаурская и Бардадзорская интрузии, формирование которых происходило в несколько фаз, вероятно, начиная с бата и до эпохи включительно.

Батская орофаза, широко проявленная в Грузии, на территории Локского выступа проявляется в общем поднятии и формировании мелких островов. Следовательно, можно полагать, что осадконакопление происходило в наземно-островных и отчасти в подводных условиях. В связи с этим в исследованном районе в отложениях этого времени широко развиты турбидные потоки [5].

Вслед за кратковременным затишьем возобновление вулканической деятельности отмечается в поздней юре. Она имеет ритмичный характер. В начале этого времени отлагаются вулканотерригенные породы, формирование которых связано с разрушением вулканических построек байосского возраста. После этого, вероятно, в келловей-оксфорде в мелководных условиях происходит формирование толщи высокотитанистых оливинсодержащих и дупироксеновых базальтов, андезитов и их пирокластолитов. В кимеридже, после кратковременного затишья вулканической деятельности, формируются маломощные толщи туфов андезито-дацитового состава. В восходящем разрезе верхнеюрские образования венчаются известняками, которые, в свою очередь, перекрываются меловыми отложениями.

Сравнивая позднеюрские образования Локского и Храмского выступов, можно отметить, что на восточной периферии Локского выступа, так же как и на прилегающей к нему территории Северной Армении, верхнеюрские отложения, в отличие от Храмского выступа, в основном представлены вулканогенно-осадочными комплексами. Продуктом позднеюрского вулканизма Локского выступа является ба-

зальт-андезит-дацитовая серия. Что же касается Храмского выступа, то там происходило карбонатное осадконакопление без каких-либо проявлений вулканической деятельности.

Субвулканические породы рассматриваемой территории по петрографическим признакам сходны с эффузивами и характеризуются однотипными с ними минеральными парагенезисами. Отличаются они лишь в структурном отношении.

По новейшим петро- и геохимическим данным можно утверждать, что юрские вулканы Локского поднятия отвечают в основном островодужным толеитовым сериям. Сравнительно редко встречаются породы известково-щелочного, а еще реже субщелочного рядов. Из пород, не вписывающихся по составу в толеитовую серию, можно выделить высокотитанистые (особенно позднеюрские) разновидности и породы бонинитовой серии. А среди известково-щелочных пород выделяются еще и высокомагнезиальные известково-щелочные породы.

В юрской магматической деятельности преимущественное значение приобретает ее эксплозивная форма, хотя в раннем байосе имеют место и эффузивные излияния, в то время как продукты глубинного магматизма играют весьма ограниченную роль.

Как было отмечено, кислые разновидности вулкаников появляются в конце бата. Однако проявления кислого вулканизма в районе Локского поднятия очень незначительные и занимают ограниченные площади. Промышленная рудная минерализация на Малом Кавказе преимущественно приурочена к вулканическим сериям, дифференциация которых доходила до кислых и щелочных магм [6—8]. Исходя из этого мы предполагаем, что отсутствие промышленной рудной минерализации в юрских толщах Локского выступа является результатом сравнительно слабой дифференцированности магмы.

В пределах исследованной территории с юрскими вулканическими толщами пространственно и генетически связаны промышленного значения баритовые месторождения. Генетически они относятся к жильному типу. Баритовые жилы выполняют тектонические трещины [9]. Они, очевидно, формировались вследствие гидротермальной деятельности, связанной с батским магматизмом, а затем с вулканизмом позднего мела.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 8 2.1930)

გეოლოგია

დ. უშვარაძე

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს იურული ვულკანიზმის
 განვითარების ისტორია

რეზიუმე

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე ხრამის და ლოქის შვერილების ფარგლებში განვითარებული იურული ნალექები მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რაც გამოწვეულია ამ შვერილების გეოლოგიური განვითარების სხვადასხვა ხასიათით. წარმოდგენილია ლოქის შვერილის იურული ვულკანიტების ნალექდაგროვების მექანიზმი. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ იურულ წარმონაქმნებში საწარმოო მნიშვნელობის გამადნეების არარსებობა წარმოადგენს მაგმის შედარებით სუსტი დიფერენციაციის შედეგს.

D. M. KUPARADZE

 THE HISTORY OF JURASSIC VOLCANISM DEVELOPMENT
 IN SOUTH-EASTERN GEORGIA

Summary

Jurassic deposits developed within the limits of the Khrami and Loki salients in the territory of south-eastern Georgia sharply differ from each other, which results from different nature of the geological development of these salients. Sedimentation mechanism of the Jurassic volcanites of the Loki salient is presented in the paper. It is suggested that the absence of industrially significant mineralization within the Jurassic formations may be due to relatively weak magma differentiation.

საზოგადოებრივი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Хуцишвили. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 56, 1977.
2. Д. М. Купарадзе. Сб.: Геологические науки и минерально-сырьевая база». София, 1987, 49—56.
3. Г. С. Дзоценидзе. Труды симпозиума по кислому вулканизму (XV Ген. ассамблея МГГС). М., 1971, 48—54.
4. Ю. В. Карякин. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа. М., 1989, 150.
5. Д. М. Купарадзе, М. А. Беридзе. Сообщения АН ГССР, 135, № 2, ч. 2, 1989, 145—148.
6. Ш. А. Азизбеков, Г. С. Дзоценидзе, В. Н. Котляр и др. Сб. «Вопросы металлогении». М., 1965, 141—149.
7. Э. Г. Малхасян. Геологическое развитие и вулканизм Армении в юрский период. Ереван, 1975, 171.
8. А. И. Шмидт, Д. А. Миндин, А. Л. Портной, Л. С. Шер. ДАН СССР, 293, № 5, 1987, 1205—1209.
9. Д. И. Купарадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1951, 15.



ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

И. В. КВАНТАЛИАНИ, А. С. САХАРОВ, Л. З. САХЕЛАШВИЛИ

О ГРАНИЦЕ МЕЖДУ ВАЛАНЖИНСКИМ И ГОТЕРИВСКИМ
ЯРУСАМИ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 15.2.1990)

Верхний валанжин рассматриваемого района (малгобекская свита по А. Е. Саламатину [1]) = баксанская свита по Г. А. Ткачук и В. Л. Егояну [2]) в верхней части представлен пачкой серых алевроитовых (в Дигорской Осетии) и сильно глинистых голубовато-серых известняков (в Тагаурской Осетии и Горной Ингушети). Они прекрасно охарактеризованы аммонитами, позволяющими выделить зону *Neocomites neocomiensis-Saynoceras verrucosum* [3]. Этого нельзя сказать о готериве, представленном похмерской свитой [4], чрезвычайно бедной остатками аммонитид. Она сложена серыми, крепкими, плотными, хорошо сцементированными алевролитами, песчаниками с прослоями известняков и детритовых известняков.

Граница между валанжинскими и готеривскими отложениями на юге Терско-Каспийского прогиба (Северо-Восточный Кавказ) обычно проводится по исчезновению в разрезе верхневаланжинских аммонитов и резкой смене литологического состава пород между карбонатной формацией валанжина и терригенной готерива. Обнаруженные в последнее время в разрезах по рр. Урух и Майрамадаг, над слоем с верхневаланжинскими аммонитами [3], в самой подошве терригенной формации готерива, представители рода *Varremites* позволили однозначно обосновать здесь указанную стратиграфическую границу, что представляет большой научный интерес.

По правому берегу и в промоне по левому берегу р. Урух у моста, ведущего в урочище Дидинат, а также по р. Майрамадаг обнаружены светло-серые слоистые, среднезернистые и кавернозные известняки с округлыми желваками бурого железняка. Эти породы несогласно залегают на верхневаланжинских глинистых алевролитах. В 10—15 см от подошвы пахмерской свиты в алевролитах нами найден аммонит *Varremites desmoceroides* (Kar.), первое описание которого для этого региона предлагается ниже. Найден он и по р. Ардон [5] в готеривской пачке темно-серых алевролитов. Этот вид встречается на обширной территории от Крыма [6] до Северной Осетии и является типичным тетическим представителем, характеризующим зону *Acanthodiscus radiatus-Leopoldia leopoldiana* нижнего готерива юга СССР.

Описываемый материал хранится в музее ГИН АН ГССР под коллекционным № 108.

Надсемейство Desmoceratoidea Zittel, 1895

Семейство Eodesmoceratidae Wright, 1955

Подсемейство Eodesmoceratinae Wright, 1955

Род Barremites Kilian, 1913

Barremites desmoceroides (Karakasch)

Табл. 1, фиг. 1, а, б, в

1868. *Ammonites leopoldi* Eichwald, т. II, с. 1141 (pars)

1907. *Hoplites desmoceroides* Каракаш, с. 83, т. XII, рис. 1.

Голотип из верхнеготеривских отложений Крыма (Каракаш, 1907, с. 83, т. XII, рис. 1).

Материал. Два экземпляра удовлетворительной сохранности. Один из них представлен полуоборотом, другой — несколько меньшим фрагментом.



Рис. 1. *Barremites desmoceroides* (Кар.). Экз. № 108/1 ($\times 0,6$).
 а—вид сбоку, б—вид спереди, в—вид с наружной стороны.
 Северный Кавказ, р. Урух, нижний готерив

Форма. Ядро уплощенное, крупных размеров, с умеренно возрастающими полуинволютными оборотами. Поперечное сечение высоковальное. Боковые стороны слегка выпуклые. Наружная сторона также выпуклая и дугообразно постепенно переходит в боковые. Пупок довольно узкий, ступенчатый, стенки пупка крутопадающие, почти вертикальные.

Экз. №	Д	В	Ш	Дп	в	В:Д	Ш:Д	Дп:Д	В:Ш	В:в
105/50	200	92,1	39,1	44,0	63,6	46	20	22	23	1,44

Скульптура. Ядро гладкое. Немногочисленные пережимы слабо выражены.

Сравнение. Представители описываемого вида по величине значительно (в 2—3, а то и в 10 раз) превосходят барремские виды. *B. desmoceroides* ближе всего стоит к *B. psilotatus* (Uhlig, 1883, с. 226, табл. 16, фиг. 2, 3), от которого отличается более высокими и быстро возрастающими оборотами и слабовыраженными пережимами и сравнительно узким пупком с вертикальной стенкой. От *B. charrigianus* (Orbigny, 1840, с. 618 in Uhlig, 1893, с. 231, табл. 16, фиг. 5, 7, табл. 17, фиг. 11, 14) он отличается гладкой раковинной (у сравниваемого вида присутствуют валикообразные ребра) и слабыми пережимами на ядре.

По общей форме и степени навивания оборотов описываемый вид похож также на *B. difficilis* (Orbigny, 1840, с. 135, табл. 41, фиг. 1, 2), но отличается от него прежде всего более высокими оборотами, отсутствием валиков на раковине и более широким пупком.

Распространение. Нижний готерив, зона *Acanthodiscus radiatus*—*Leopoldia leopoldiana* Крыма и Северного Кавказа.

Местонахождение. Бассейны рр. Урух и Майрамадаг, Северо-Осетинская АССР.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джanelидзе

Северо-Кавказский государственный
научно-исследовательский и
проектный институт
нефтяной промышленности

კალეონტოლოგია

ი. კვანტალიანი, ა. სახაროვი, ლ. სახელაშვილი

ვალანჟინურ და ჰოტერივულ სართულებს შორის საზღვრის შესახებ ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიაში

რეზიუმე

ჰოტერივულის ფუძეში ნაპოვნი ამონიტები *Barremites desmoceroides* (Kar.) შრეების ასაკს ზუსტად ათარიღებენ ადრეჰოტერივულად, რაც ემთხვევა მკვეთრ ლითოლოგიურ ცვლილებას და სავსებით ადასტურებს აქ ვალანჟინურსა და ჰოტერივულს შორის საზღვრის გავლების შესაძლებლობას.

PALAEONTOLOGY

I. V. KVANTALIANI, A. S. SAKHAROV, L. Z. SAKHELASHVILI

ON A BOUNDARY BETWEEN THE VALANGINIAN AND HAUTERIVIAN IN THE NORTH-EASTERN CAUCASUS

Summary

Ammonites *Barremites desmoceroides* (Kar.) found in the base of the Hauterivian exactly date the beds as Early Hauterivian and indicate conclusively that the boundary between the Valanginian and Hauterivian lies here.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Саламатин. Сб. научн. трудов СевКавНИПИнефть, вып. 37. Грозный, 1982, 10—14.
2. В. Л. Егоян, Г. А. Ткачук. Труды КФ ВНИИ, вып. 16. Л., 1965, 241—285.
3. И. В. Кванталиани, А. С. Сахаров. *Geologica Balcanica*, т. 16, вып. 1. София, 1986. 55—68.
4. А. Е. Саламатин. Изв. Северо-Кавказского научн. центра Высшей школы, Естественные науки, № 2, 1979, 74—79.
5. М. М. Алиев, В. В. Друшиц, Н. А. Крылов и др. Нижний мел юга СССР. М., 1985.
6. Н. И. Каракаш. Труды СПб о-ва естествоиспыт., отд. геол. и минерал. т. XXXII, вып. 5, 1907.



ბ. ბუაჩიძე, ბ. მელიქაძე, მ. თოღაძე

ჰიდროდინამიკური პარამეტრების რეაქცია მიწისძვრის
გომზადების პროცესში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ბ. ბალაქაძემ 30. 1. 1990)

საქართველოს ტერიტორიაზე განლაგებულ სპეციალიზირებული ქსელის ჰაბურდილებზე 1985 წლიდან მიმდინარეობს დაკვირვება ჰიდროდინამიკურ პარამეტრებზე მიწისძვრის პროგნოზირებისათვის საკუთრო ჰიდროგეოლოგისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის მეთოდის შესაბამისად.

ამჟამად ყველაზე დამაიმედებელ პროგნოზულ ნიშნად შეიძლება ჩაითვალოს ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრების რეაქცია მზისა და მთვარის მიმოქცევით ვარიაციებზე [1]. მათი უმეტესობა მგრძობიარობით ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნას, რაც სხვა მიზეზებთან ერთად გაპირობებულია არსებული აპარატურის დაბალი განმსაზღვრელი შესაძლებლობით [2]. შესარჩევი ინფორმაციული პარამეტრებიდან (წყლის დონე, წყლის ელექტროგამტარობა და ტემპერატურა, პელიუმის და რადონის კონცენტრაციები და სხვა) წყლის დონე ყველაზე მგრძობიარე ინდიკატორია და წარმოდგენს ძირითად მაჩვენებელს გეოდინამიკური პროცესების განვითარების სათვალთვალოდ. ამ მდგომარეობამ განაპირობა უარყოფითდონიანი სუბარტეზიული ჰაბურდილების შერჩევა.

დაკვირვების რეგიონული ხასიათი ითვალისწინებდა საქართველოს ტერიტორიაზე რვა სარეიგო ჰაბურდილის თანაბარ განაწილებას, დასახლებული პუნქტების სიხშირის, ტერიტორიაზე სამოქალაქო და საწარმოო ობიექტების განლაგების გათვალისწინებით.

ინფორმაციული ჰაბურდილების შერჩევასთან ერთად მოეწყო მათზე რეიგული დაკვირვებანი წყლის დონეზე და ატმოსფერულ წნევაზე, რამაც ერთეულ ჰაბურდილებში გვიჩვენა მათი უეჭველი კავშირი გეოდინამიკურ პროცესებთან.

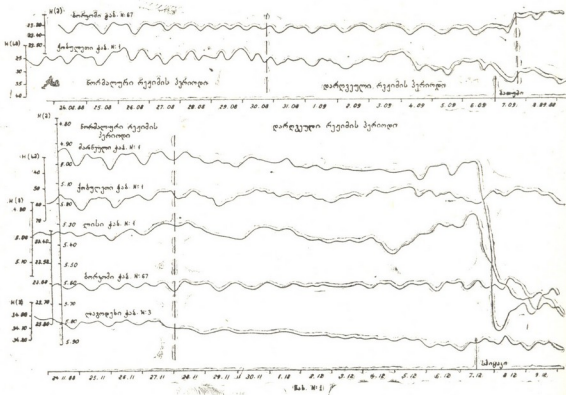
სეისმურად მშვიდ პერიოდში წყლის დონის მერყეობა წარმოდგენს სიმძიმის ძალის ვარიაციის სარკისებურ ასახვას — გრავიტაციული ველის ცვლილებებით გამოწვეული დედამიწის ქერქის დეფორმაცია იწვევს წყლის დონის შებრუნებულ ცვლილებას.

მიწისძვრის მომზადების პერიოდში იმ ჰაბურდილებზე, რომლებიც განლაგებულია მომზადებაში ჩართულ ნავარაუდევ ტერიტორიაზე, ირღვევა მშვიდ პერიოდში მისთვის დამახასიათებელი სურათი, რაც გაპირობებული უნდა იყოს კნდოგენური წარმოშობის ძალებით გამოწვეული დაძაბული მდგომარეობის ცვლილებით.

როგორც ცნობილია, მიწისძვრის სიმძლავრის (მაგნიტუდის) გაზრდასთან ერთად იზრდება იმ ტერიტორიის ფართობი, რომელსაც მოიცავს მომზადების პროცესი. $R=e^M$ ფორმულის შესაბამისად (სადაც R მიწისძვრის მომზადების პროცესში მონაწილე ტერიტორიის რადიუსია, M მიწისძვრის მაგნიტუდა) 5 მაგნიტუდის (M) შემთხვევაში მომზადებაში ერთევა დაახლოებით

80 კმ რადიუსის ტერიტორია. ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ ადგილობრივი მიწისძვრის ($M=3-4$) წინამორბედი აღინიშნებოდა მხოლოდ ეპიცენტრთან ახლომდებარე ცალკეულ რეჟიმულ ბურღილებში და, ამდენად, არსებული სიზმირის ქსელი შეუძლებელს ხდიდა დასაბუთებულ პროგნოზს.

მუშაობის მსვლელობაში დავგროვილ იქნა საკმარის რაოდენობის სტატისტიკური მასალა, რომლის მიხედვითაც შეიძლება დადგინდეს გარკვეული კანონზომიერებანი.



სურ. 1

ვლინდება, რომ ადგილობრივი სუსტი მიწისძვრების მომზადების პროცესი წყლის რეჟიმის დარღვევის სახით წინ უსწრებს სეისმურ მოვლენას (რამდენიმე დღიდან რამდენიმე საათამდე). ძლიერი კატასტროფიული მიწისძვრების ($M>6$) მომზადების პროცესში ჩართული ტერიტორია მოიცავს ფართობს რადიუსით 280 კმ და მეტს. შესაბამისად იზრდება შესაძლებლობა ფიქსირებულ იქნეს დარღვევები არსებული ქსელის რამდენიმე ჭაზე ერთდროულად. 1 სურათზე ნაჩვენებია მიწისქვეშა წყლების რეაქცია ცნობილი ძლიერი მიწისძვრების — ბათუმის (07. 09. 88 $M=4,7$) და სპიტაკის (7. 12. 88 $M=7$) მომზადებაზე. სიმძლავრესთან ერთად შესაბამისად იზრდება მიწისძვრის წინ დარღვეული რეჟიმის პერიოდის ხანგრძლივობა და თვითონ დარღვევის ამპლიტუდა.

ძლიერი მიწისძვრის მომზადებისას მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის თავისებურებას წარმოადგენს, დარღვეული რეჟიმის პერიოდის შემდეგ, მიმოქცევითი ვარიაციების აღდგენა უშუალოდ მიწისძვრის წინ, რომელიც განისაზღვრება სხვადასხვა ხანგრძლივობით რამდენიმე საათიდან 1—3 დღემდე.

სავარაუდოა, რომ ეს მოვლენა გამოწვეულია გრაფიტაციული ველის ცვალებადობის ინტენსივობის გაზრდით და სათანადო ზემოქმედებით დაძაბულობის კერაზე. მიწისძვრის პროცესის გამშვებად მოგვევლინება მიმოქცევითი ვარიაციის მაქსიმალური სიდიდე, თუმცა არ შეიძლება გამოვრიცხოთ ასევე სხვა ეგზოგენური ფაქტორის როლიც.

აქედან გამომდინარე, შეიძლება გამოიყოს მიწისძვრის მომზადებაში სამი ეტაპი: პირველი — ხანგრძლივი დროის განმავლობაში (რამდენიმე თვე ან წელი) დიდ ტერიტორიებზე ხდება ჰიდროდინამიკური ველის ცვლილება, რაც შეიმჩნევა წყლის დონის საშუალო მნიშვნელობების შეცვლაში. მეორე — დაგროვილი ენერჯის კრიტიკული მნიშვნელობების მიღწევისას მიწისქვეშა წყლების რეჟიმში შეიმჩნევა გრავიტაციული მდგენლის გავლენის შემცირება გაქრობამდე. მესამე — სეისმური მოვლენის ჩახმახის როლში გამოდის ეგზოგენური ფაქტორების ცვალებადობის მაქსიმალური მნიშვნელობები.

ძლიერი მიწისძვრების შემთხვევაში მათი პროგნოზირებისათვის აუცილებელი პირობაა წყლის რეჟიმის დარღვევა რამდენიმე მომიჯნავე ჰაზე ერთდროულად. ამ შემთხვევაში მიწისძვრების მომზადებაში ჩართული ტერიტორიის ფართობის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ მიწისძვრის შესაძლო სიმძლავრე. წყლის რეჟიმის ცვლილებების სახის მიხედვით (მთლიანი გაქრობა და ვარიაციების შემდეგ აღდგენა) შესაძლებელია მიახლოებით განვსაზღვროთ მოვლენის შესაძლო დრო რამდენიმე დღის სიზუსტით. მიწისძვრის ადგილის განსაზღვრისათვის აუცილებელი პირობაა მთელი სეისმოაქტიური რეგიონის ჰიდროგეოდეფორმაციული ველის სურათის აგება და მასზე გამუდმებული დაკვირვებები, მოცემული სიხშირის ქსელის მეშვეობით. მაგალითად $M=6$ მიწისძვრებისათვის რეჟიმულ წერტილებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 200 კმ.

შესაზამისად, მიწისძვრის დროის, ადგილის და სიმძლავრის მოკლევადიანი პროგნოზირება შესაძლებელია საკმარის სიზუსტით სპეციალიზებული რეგიონური ქსელის საშუალებით, ინფორმაციის ერთიან ცენტრში ოპერატიული გადაცემით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის სექტორი
საწარმოო გაერთიანება „საქგეოლოგია“

(შემოვიდა 16. 2. 1990)

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Г. И. БУАЧИДЗЕ, Г. И. МЕЛИКАДЗЕ, М. Ш. ТОДАДЗЕ

РЕАКЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Резюме

В результате выявления закономерной связи гидродинамического поля с деформациями земной коры установлены прогностические возможности режима субартезианских горизонтов. Реакцией пласта на подготовку землетрясения является нарушение режима, а роль «спускового механизма» для сейсмического события играет комплекс экзогенных факторов.

G. I. BUACHIDZE, G. I. MELIKADZE, M. Sh. TODADZE

THE RESPONSE OF HYDRODYNAMIC PARAMETERS TO
EARTHQUAKE GENERATION PROCESS

Summary

Revealing of regular relationship between the hydrodynamic field and deformations of the Earth's crust allowed determination of prognostic properties of the regime of subartesian horizons. The stratum responds to the earthquake generation process by a disturbance of the natural regime, while the complex of exogenetic factors performs the role of the "triggering mechanism" for a seismic event.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Меликадзе, Е. Попов. ГНИИНТИ, Инф. листок, сер. «Геология» № 7, Тбилиси, 1989.
2. გ. ბუაჩიძე, გ. მელიქაძე და სხვ. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 106, № 1, 1982.

В. П. КОПАЛЕИШВИЛИ, О. Г. ИОСЕЛИАНИ, И. Г. КАШАКАШВИЛИ,

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЙНИТНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО СОСТОЯНИЯ

Разработаны новые составы технологичных и экономичных среднеуглеродистых бейнитных сталей 40ГМФ и 40ГСМФ, которые обеспечивают без применения закалки и отпуска достижение высокопрочного состояния. Бесшовные трубы, полученные из стали 40ГМФ, после нормализации отвечают требованиям ГОСТа 632—80 по группе прочности Л, а из стали 40ГСМФ после нормализации и высокого отпуска — Л и М.

Составы разработанных сталей при охлаждении на воздухе обеспечивают распад аустенита по бейнитному механизму. «Бейнитную» конфигурацию диаграммы распада аустенита обеспечивают Mn, Mo, (C, V); их минимальное количество установлено экспериментально.

Таблица 1

Изменение показателей механических свойств по изотермам
 (в числителе—40ГМФ, в знаменателе—40ГСМФ)

Температура $\gamma \rightarrow \alpha$ изотермического превращения, °С	Показатели механических свойств по изотермам				
	σ_T Н/мм ²	σ_B Н/мм ²	δ_5 %	ψ %	HRC
700	560	860	5,5	7,0	22
	580	830	17	39	24
650	680	1000	12,5	20,0	27
	680	940	18	44	28,5
625	710	1050	6,5	11,5	32
	730	1020	17	35	29,5
600	Х р у п к о е р а з р у ш е н и е				39
	800	1060	12	30	31
575	Х р у п к о е р а з р у ш е н и е				43
	Х р у п к о е р а з р у ш е н и е				49
550	1100	1300	5,0	12	40
	1030	1550	7,0	15	40
500	740	1030	11	25	30
	790	1290	12	22	35
450	860	1100	14,5	57	36
	750	1060	16	45	33
400	1170	1360	13	54	43
	1150	1320	14	50	38
350	1400	1670	12	48	47
	1430	1680	12	47	44



Кремний (в пределах 0,17...1,0%) не меняет общей картины превращения (бейнитная реакция сохраняется и при $Si=0,17\%$), но оказывает количественное влияние на распад аустенита. Повышение содержания кремния $Si \geq 0,50\%$ замедляет превращение аустенита в перлитной области (замечается также увеличение продолжительности превращения), а на бейнитную область влияет незначительно. Изменение показателей механических свойств по изотермам носит сложный характер (табл. 1). Ускорение превращения аустенита в перлитной области при $Si < 0,5\%$ способствует повышению предела прочности. В этих условиях сталь 40ГСМФ характеризуется более высокой пластичностью, чем сталь 40ГМФ (это подтверждается и тем, что сталь 40ГМФ после изотермического превращения при 600°C охрупчивается, а сталь 40ГСМФ сохраняет все показатели механических свойств). В перлитной области только после распада аустенита при 650°C достигается по обоим сталям одинаковый уровень предела текучести ($\sigma_T = 680 \text{ Н/мм}^2$), в бейнитной области сталь 40ГМФ по пределу текучести превосходит сталь 40ГСМФ по изотермам $550, 450, 400^\circ\text{C}$ или же кинетические процессы и механизмы $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения не исключают на разработанных составах возможность того, что менее легированная сталь обеспечивает более высокий уровень предела текучести. По имеющимся данным, при одинаковых условиях в стали 40ГСМФ больше процент остаточного аустенита, чем в стали 40ГМФ, что в процессе растяжения способствует развитию микро-ПВП эффекта ($\gamma_{\text{ост}} \rightarrow \alpha$).

Разработанные композиции после обжимных станов («1000», «900») не требуют замедленного охлаждения. Это обусловлено тем, что горячая пластическая деформация сдвигает перлитную область к оси ординат и при непрерывном охлаждении в сложном наборе структурных составляющих появляются и структуры диффузионного распада (табл. 2), которые выступают в роли «мягких подушек», способствующих релаксации напряжений.

Таблица 2
Влияние ГПД и скорости охлаждения на механические свойства
стали 40 ГСМФ

Сталь 40ГСМФ, температура нагрева 1000°C , скорость охлаждения, $^\circ\text{C}/\text{с}$	СПД, %	Показатели механических свойств				
		$\sigma_B \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_T \text{ Н/мм}^2$	$\delta_5 \text{ \%}$	$\psi \text{ \%}$	Твердость НRC
0,5	0	1150	880	16	25	32
	45	1070	800	19	27	30

При исследовании бейнитных сталей обнаружен эффект, названный академиком АН СССР Ф. Н. Тавадзе «омолаживанием». При выдержке (в естественных условиях более 10 суток или при повышенной температуре, например при 100°C , более 6 часов) горячекатаного металла (труб, сортового проката и др.) из бейнитной стали повышаются все показатели механических свойств, особенно относительное удлинение (табл. 3). (Данный эффект может наблюдаться и в других составах сталей, если в процессе отпуска горячекатаного или нормализованного металла относительное удлинение скачкообразно понижается, а сужение растёт, и, по-видимому, связан с изменени-

ემ растворимости водорода в матрице). Как видно из табл. 3, после «омолаживания» наблюдается довольно хорошее сочетание механических свойств ($\sigma_B=980$ Н/мм², $\sigma_T=675$ Н/мм², $\delta_5=32,6\%$, $\psi=34,5\%$).

Таблица 3
Изменение показателей механических свойств при „омолаживании“
(в числителе—сталь 40ГСМФ, в знаменателе—40ГМФ)

Продолжительность выдержки при 100°C, час	σ_B Н/мм ²	σ_T Н/мм ²	δ_5 %	ψ %
0	950	650	18	16
	880	650	23	51
2	980	670	22	24
	880	650	22	50
4	980	670	30	31
	885	655	20	48
6	980	675	32,6	34,5
	890	660	18,7	47
8	980	675	32,6	34,5
	890	660	18,7	47

Таким образом, специально подобранные среднеуглеродистые бейнитные стали, например 40ГМФ и 40ГСМФ, могут быть использованы для достижения высокопрочного состояния по ресурсосберегающей технологии; например, для получения высокопрочных труб вместо схемы закалки и отпуска экономичнее использовать «омолаживание» или нормализацию с высоким отпуском.

Грузинский технический университет

(Поступило 8.2.1990)

მეტალურგია

ვ. კოვალევიჩილი, თ. იოსელიანი, ი. ჭავჭავაძილი, ფ. თაყაიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ბენიტური ფოლადების გამოყენება მალაზბაკიცე მდგომარეობის მისაღწევად

რეზიუმე

ახალი ბენიტური 40 ГМФ და 40ГСМФ ფოლადები შემუშავებულია 650—760 მპა დენადობის ზღვარის მქონე უნაკერო მილების მისაღებად გლინვითა და ნორმალიზებით ან შემდგომი მაღალი მოშვებით. ამ ფოლადების კვლევისას შემჩნეულია ახალი ეფექტი, რომელსაც ფ. თაყაიძე უწოდა „გაახალგაზრდავება“. ცხლადგლინული ფოლადის დაყოვნებისას (მაგ. ოთახის ტემპერატურაზე ათზე მეტი დღე-ღამის ან 100°C-ზე ექვს საათზე მეტი ხნის განმავლობაში) იზრდება მისი მექანიკური თვისებების ყველა მახასიათებელი (განსაკუთრებით ფარდობითი წაგრძელება).



V. P. KOPALEISHVILI, O. G. IOSELIANI, I. G. KASHAKASHVILI

I. F. N. TAVADZETHE USE OF BAINITE STEELS TO ATTAIN A HIGH-STRENGTH
CONDITION

Summary

New bainite steels 40GMF and 40GSMF have been developed to make seamless pipes with a 650 to 760 MPa yield point by rolling and normalization or by a subsequent high-temperature tempering.

While studying these steels a new effect has been observed, which was called as "rejuvenation". After ten days of exposure of the hot-rolled steel at room temperature or 6 hours of its exposure at 100°C all the indices of its mechanical properties are improved.

ავტობატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ი. ხომერიკი

მიკრო ეგმ-ზე აბეზული ელექტროენერჯის სამფაზა მრიცხველის ცდომილება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ფრანგიშვილმა 19.3.1990)

ელექტროენერჯის რაციონალური ხარჯვის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა მისი ზუსტი აღრიცხვა. ამ აღრიცხვის განმახორციელებელი საშუალებები სიზუსტის გარდა უნდა აკმაყოფილებდნენ დაბალი ღირებულებისა და ექსპლუატაციური საიმედოობის მოთხოვნებს. მიკროპროცესორებისა და მიკრო ეგმ-ების ფართო გავრცელება, რომელთა ღირებულებაც განუწყვეტლივ კლებულობს, საშუალებას იძლევა უფრო ეფექტურად გადაიჭრას ზემოთ აღნიშნული პრობლემები. ვინაიდან ელექტროენერჯის მომხმარებელთა უმრავლესობა იყენებს ცვლად სამფაზა დენს, ამიტომ ძირითად ინტერესს წარმოადგენს ენერჯის აღრიცხვა ასეთ წრედებში. მაგალითად, პირველი სამამულო სიგნალების დამუშავების ციფრული პროცესორის KM1813BE1 გამოყენება საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გავაუმჯობესოთ დასმული ამოცანის ამოხსნა [1].

ერთკრისტალიანი მიკრო ეგმ-ების უმრავლესობას, მათ შორის KM 1813BE1-საც [2], რამდენიმე შესასვლელზე აქვს ერთი ანალოგურ-ციფრული გარდამსახი, რაც სიმძლავრის განსაზღვრისას ცვლადი დენის წრედებში წარმოშობს ცდომილებას, გამოწვეულს დენებისა და ძაბვების მნიშვნელობების ათვლის არაერთდროულობით. ვუწოდოთ ამ ცდომილებას ძვრის ცდომილება. მოვახდინოთ მისი შეფასება და დავსახოთ მისი შემცირების გზები.

სამფაზა სისტემაში აქტიური სიმძლავრის მნიშვნელობა შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n i_A u_{AC} + i_B u_{BC}, \quad (1)$$

სადაც n არის დენისა და ძაბვის მყისი მნიშვნელობების ანათვლების რაოდენობა ერთი T პერიოდის განმავლობაში; i_A, i_B დენის მყისი მნიშვნელობებია A და B ფაზებში; u_{AC}, u_{BC} ხაზური ძაბვების მყისი მნიშვნელობებია.

დროის მონაკვეთი ერთი და იმავე სივალის ორ მეზობელ ანათვალს შორის აღენიშნოთ T_{ϕ} -თი (დისკრეტისაციის პერიოდი), მაშინ დრო ორ მეზობელ ანათვალს შორის იქნება $T_{\phi}/4$, ვინაიდან ერთი პერიოდის განმავლობაში ერთი და იმავე ინტერვალთ ხდება ოთხი i_A, i_B, u_{AC}, u_{BC} სიდიდის გაზომვა. მათი სხვადასხვა კომბინაცია იძლევა სიმძლავრის გამოთვლის 24 შესაძლებელ ალგორითმს.

ინდუქციური დატვირთვის შემთხვევაში, ძვრის ფარდობითი ცდომილებებისათვის მივიღებთ გამოსახულებებს, რომლებიც მოყვანილია 1 ცხრილში. ამ ფორმულების მიხედვით ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენეს, რომ ძვრის ცდომილება იზრდება ფაზების ძვრის კუთხის ϕ -ის ზრდასთან ერთად, ხოლო შედარებით მცირე ცდომილებებს იძლევა 4—5 ალგორითმები. ცდომილება ამ შემთხვევაში ϕ -ის ცვლილებისას 10—30° ფარგლებში და n -ის ცვლილებისას 61-დან 250-მდე იცვლება 1,4—0,002% ფარგლებში.



ალგორითმის ნომერი	ალგორითმი	ძერის ფარდობითი ცდომილება
1	2	3
1	$i_A \ u_{AC} \ i_B \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right)}{\cos \varphi} - 1$
2	$i_B \ u_{BC} \ i_A \ u_{AC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
3	$i_A \ i_B \ u_{BC} \ u_{AC}$	$\delta_0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2n} - \varphi\right)}{\cos \varphi} - 1$
4	$u_{AC} \ i_A \ u_{BC} \ i_B$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
5	$u_{BC} \ i_B \ u_{AC} \ i_A$	$\delta_0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{n} + \varphi\right)}{\cos \varphi} - 1$
6	$u_{AC} \ i_B \ u_{BC} \ i_A$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
7	$i_A \ i_B \ u_{AC} \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{n} + \varphi\right)}{\cos \varphi} - 1$
8	$i_B \ i_A \ u_{BC} \ u_{AC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
9	$u_{AC} \ u_{BC} \ i_B \ i_A$	$\delta_0 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right)}{\cos \varphi} - 1$
10	$u_{AC} \ u_{BC} \ i_A \ i_B$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
11	$u_{BC} \ u_{AC} \ i_B \ i_A$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
12	$i_B \ u_{AC} \ i_A \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
13	$i_A \ u_{AC} \ u_{BC} \ i_B$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
14	$u_{BC} \ i_B \ i_A \ u_{AC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
15	$i_B \ i_A \ u_{AC} \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
16	$i_B \ u_{BC} \ u_{AC} \ i_A$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
17	$u_{AC} \ i_A \ i_B \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
18	$u_{BC} \ u_{AC} \ i_A \ i_B$	$\delta_0 = \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n} - \frac{\pi}{6}\right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$

1	2	3
19	$i_A \ u_{BC} \ u_{AC} \ i_B$	$\delta_0 = \frac{2 \cos \left(\frac{\pi}{n} - \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3}} - 1$
20	$u_{BC} \ i_A \ i_B \ u_{AC}$	
21	$i_A \ u_{BC} \ i_B \ u_{AC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos \left(\frac{\pi}{2n} + \varphi \right) \cos \left(\frac{\pi}{n} - \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
22	$i_B \ u_{AC} \ u_{BC} \ i_A$	$\delta_0 = \frac{2 \cos \left(\frac{\pi}{n} + \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3}} - 1$
23	$u_{AC} \ i_B \ i_A \ u_{BC}$	$\delta_0 = \frac{2 \cos \left(\frac{\pi}{2n} - \varphi \right) \cos \left(\frac{\pi}{n} - \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3} \cos \varphi} - 1$
24	$u_{BC} \ i_A \ i_{AC} \ i_B$	

ცხრილი 2

ალგორითმების ნომრები	ძერის ფარდობითი ცდომილება, როცა $i_A=0$ ან $u_{AC}=0$	ძერის ფარდობითი ცდომილება, როცა $i_B=0$ ან $u_{BC}=0$
1	2	3
1, 2, 6, 24	$\delta_1 = a + b + c$	$\delta_1 = a - b - c$
4, 5, 12, 21	$\delta_1 = a - b + c$	$\delta_1 = a + b - c$
9, 13, 14, 15	$\delta_1 = a + c - d$	$\delta_1 = a - c + d$
3, 16, 17, 18	$\delta_1 = a + c + d$	$\delta_1 = a - c - d$
7, 10, 19, 23	$\delta_1 = k + l + m + q$	$\delta_1 = k + l - m - q$
8, 11, 20, 22	$\delta_1 = k - l + m - q$	$\delta_1 = k - l - m + q$

2 ცხრილში მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$$a = -\frac{5}{2} \left(\frac{\pi}{2n} \right)^2$$

$$k = -\frac{5}{8} \left(\frac{\pi}{n} \right)^2$$

$$b = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{\pi}{2n} \right)^3$$

$$l = \frac{1}{8\sqrt{3}} \left(\frac{\pi}{n} \right)^3$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{\pi}{2n} \right)^3 \operatorname{tg} \varphi$$

$$m = \frac{1}{8\sqrt{3}} \left(\frac{\pi}{n} \right)^3 \operatorname{tg} \varphi$$

$$d = \left(\frac{\pi}{2n} \right)^2 \operatorname{tg} \varphi$$

$$q = \frac{1}{8} \left(\frac{\pi}{n} \right)^2 \operatorname{tg} \varphi$$

ძერის ფარდობითი ცდომილების შემდგომი შემცირება შეიძლება დენისა და ძაბვის მნიშვნელობების აპროქსიმაციით. აქ უკვე მნიშვნელობა აქვს დროის მომენტის შერჩევას, რომლის მიმართაც მიმდინარეობს აპროქსიმაცია.

2 ცხრილში მოყვანილია ძვრის ფარდობითი ცდომილებების გამოსახულებები ინდუქციური დატვირთვის შემთხვევაში დენისა და ძაბვის პირველი ხარისხის პოლინომით აპროქსიმაციისას დროის სხვადასხვა მომენტებში. აპროქსიმაციის შედეგად ძვრის ფარდობითი ცდომილება მცირდება 1—2 თანრიგის ფარგლებში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 23.3.1990)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. О. ХОМЕРИКИ

ПОГРЕШНОСТИ ТРЕХФАЗНОГО СЧЕТЧИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПОСТРОЕННОГО НА МИКРО-ЭВМ

Резюме

Получены формулы для определения погрешностей, обусловленных последовательной во времени обработкой входных сигналов при определении мощности с помощью микро-ЭВМ. Рассмотрены способы уменьшения упомянутой погрешности и оценены полученные результаты.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. O. KHOMERIKI

ERRORS OF THE THREE-PHASE ELECTRICITY METER BUILT ON MICRO-COMPUTER

Summary

Formulas for defining errors determined by a sequential processing of input signals while measuring the power with the help of micro-computer have been obtained. The ways of diminishing the above-mentioned error have been analysed and the obtained results have been estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. О. Хомерики. Тез. докл. VIII Всесоюз. науч.-техн. конф. ИИС-87, ч. II. Ташкент, 1987.
2. М. Х. Гуревич, А. А. Кузнецов, И. Ю. Луцкий, Г. Ф. Страутманис. Микропроцессорные средства и системы. № 5, 1988. 5—10.

А. А. КОЛАКОВСКИЙ (член-корреспондент АН ГССР)

ЭНДЕМИЗМ ФЛОРЫ ВОСТОЧНО-ЕВРАЗИЙСКОГО КРЫЛА СРЕДИЗЕМНОГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Восточно-евразийское крыло Средиземногорной области охватывает мощные горные системы альпийской складчатости, протягивающиеся от Копетдага и Афганистана на восток до систем меридиональной складчатости, примерно от широты о-ва Тайвань до северной оконечности Камчатки.

Основной причиной в необходимости анализа флоры рассматриваемого наиболее крупного на земном шаре участка Средиземногорной области явилось необычайное богатство его флоры эндемиами различного таксономического ранга. Это выдающееся богатство флоры преимущественно покрытосеменных растений, выявленное по все еще неполным источникам, кроме отмеченных [1—6], выражается в следующих показателях: эндемичные семейства — 25, эндемичные рода — 864, эндемичные виды — 9700.

Эти показатели значительно превышают предварительные [7], по которым отмечалось лишь: по первой категории таксонов — около 20, по второй — 400 и по третьей — около 2000.

Особенно в отношении богатства эндемичными родами выделяются следующие семейства: Umbelliferae — 83 рода, Compositae — 81 род, Cruciferae — 77 родов, Gramineae — 46 родов, Labiatae — 44 рода, Liliaceae — 32 рода, Orchidaceae — 32 рода, Leguminosae — 27 родов, Rosaceae — 26 родов.

Все остальные семейства включают 402 рода, по преимуществу монотипные или олиготипные, реже отмечаются рода, содержащие по 15, и совсем редко 80 видов. Из числа крупных родов более широкого распространения следует также отметить *Saussurea*, который состоит более чем из 400 по преимуществу литофильных видов с основным центром развития в Тибете, Гималаях, Китае, причем отдельные его виды поднимаются до 5500 м н. у. м. Общеизвестен также род *Pedicularis* из 600 видов с максимальным обилием в Тибете, Гималаях. Имеется еще ряд других подобных родов.

Все это необычайное богатство рассматриваемого участка Средиземногорной области, включающей Восточно-Азиатскую флористическую область [6], или Катазийскую подобласть [7], определяется многими причинами, в том числе и историческими. Поэтому последняя [8] рассматривается не только как область сохранения, но и развития этой богатейшей флоры.

Суммируя все основные факторы, определяющие закономерности развития растений вообще в горных условиях, приведем только наиболее главные из них: 1. Горные системы на земле, существовавшие еще в меловом периоде, являлись первичной ареной эволюции покрытосеменных растений. 2. Горные системы альпийской складчатости занимают почти половину суши земного шара, а если учесть площадь всех склонов, то значительно больше (рис. 1). 3. Горные первичные станции «девственной» литосферы, представленные вулканическими или осадочными породами, сохранились почти повсеместно, особенно на больших высотах. 4. Первичными продуктами денудации

горной литосферы являлись всевозможные каменистые и щебнистые осыпи и россыпи, а также галечники и пески, представляющие последнюю стадию ее разрушения. 5. Литосфера в области альпийской складчатости необычайно разнообразна по химическому и механическому составу, что, несомненно, способствует обогащению флоры в результате ее приспособительной эволюции. Большую роль при этом



Рис. 1. Альпийские эпигеосинклинальные складчатые и эпиплатформенные глубобые сооружения (по Хайну). На вклейке: черным — евразийский участок Средиземногорной ботанико-географической области, косыми штрихами — системы альпийской складчатости, не вошедшие в область, точками — граница четвертичного оледенения в пределах Евразии

играют карстовые, преимущественно известняковые области, занимающие примерно одну треть земного шара [9]. 6. Горные системы характеризуются множеством оригинальных стадий, которые по своему экологическому разнообразию во много раз превышают объем подобного же разнообразия на равнинах. Общим фактором этого разнообразия является свойственная только горам вертикальная поясность с возрастающей по вертикали интенсивностью ультрафиолетовой радиации (УФ). 7. Первичные покрытосеменные, возникшие в горных системах, начали свою эволюцию на первичных литофильных субстратах, лишенных связанного азота. Поэтому основное направление флорогенеза шло по пути приспособления к использованию свободного азота. (эта почти не изученная [10] проблема имеет огромное практическое значение). 8. Конечным этапом эволюции растений в условиях повышенного уровня УФ, первичной чистоты литосферы, лишенной связанного азота, явилась богатейшая флора Средиземногорной области, приспособленная к этим специфическим условиям и насыщенная формами различного таксономического ранга.

Преобладающее большинство литофильных видов в современной флоре с древними корнями происхождения не потеряли способности существования на первичной литосфере, а также существуют и ныне на породах, лишенных связанного азота. Таковы, например, многие эдификаторы лесной растительности — буки, грабы, каштаны, не говоря о таких богатых литофилами родах травянистых растений, как *Draba*, *Saxifraga* и многие другие. Среди подобных же литофилов следует отметить и многие голосеменные, в особенности большинство сосен, пихту, ель, лиственницу, можжевельники, свойственные в основном горным системам Старого и Нового Света.

Эндемизм и богатство флор являются единственными и основными критериями при выделении флористических областей [11], однако

этот момент «большинством исследователей не затрагивается». Таким образом, оказывается, «что при обосновании областей конкретным цифровым материалом» такие области, как бореальная и арктическая, подвергнувшись на значительных площадях оледенению, оказываются настолько сильно обедненными, что могут рассматриваться в лучшем случае лишь как провинции Средиземногорной области. Так, все богатство бореальной «области» составляет около 3500 видов при крайне незначительном только видовом эндемизме. Еще более разительна бедность арктической «области», которая составляет не более 300—350 видов, причем в основном «сниженных альпийцев».

Закономерности в отношении необычайного общего богатства флоры и особенно ее эндемиами, наблюдаемое в восточно-евразийском крыле Средиземноморской области, распространяется хотя и в меньших размерах в ее западном крыле — в европейско-кавказской под-области. На Кавказе, например, общее число видов составляет округло 4700, а видовой эндемизм его равен 42%. В несколько уменьшенном виде эти закономерности сохраняются и на самом западном отрезке области [12]. При всем этом как на Кавказе, так и в европейских Альпах наблюдается общая преобладающая ореофильная и литофильная линия эволюции.

Средиземногорная область хорошо очерчивается многими типичными ареалами, в частности пихты, характерной для всего Северного полушария, груши, многими церрисовыми дубами для Старого Света. Уже по одному этому отмечаемое в ней «отсутствие географизма» [13], не может иметь решающего значения, так как эта совершенно естественная область занимает огромные пространства земной суши и почти полностью монолитна на территории Евразии.

Все это обуславливает необходимость рассматривать восточно-евразийское крыло Средиземногорной области как крупнейший центр развития и сохранения горных оригинальных флор по преимуществу умеренного климата в различных его экологических модификациях. Этот богатейший центр флоры сосудистых растений огромного научного и практического значения очень мало использован в интродукции и изучении полезных растений.

Академия наук Грузинской ССР
 Сухумский ботанический сад

(Поступило 8.2.1990)

ბოტანიკა

ა. კოლაკოვსკი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ხმელთაშუამთის ოლქის აღმოსავლეთ-მცრაზიის ფრთის ფლორის
 ენდემიზმი

— რეზიუმე

ენდემური მცენარეების სიმდიდრით გამოირჩევა ეს ოლქი: ენდემური ოჯახები — 24, გვარები — 864, სახეობანი — 9700. აღინიშნება მთიანი სისტემის ეკოლოგიური თავისებურებანი, რაც უზრუნველყოფს ფლორის მრავალფეროვნებას: კლიმატის ვერტიკალური ზონალობა, სიმაღლესთან თანაფარდობით ულტრაიისფერი სხივების ზრდა და ლიტოფილური სტაციების სიჭარბე იწვევს შეკრული აზოტის უქონლობას. სახეობებით დარიბი და თითქმის ენდემებს მოკლებული ბორეალური და არქტიკული ოლქები შეიძლება განვიხილოთ მხოლოდ როგორც ხმელთაშუამთის ოლქის პროვინციის გაღარიბება.

A. A. KOLAKOVSKY

 FLORAL ENDEMISM OF EAST-EURASIAN WING OF THE
MEDITERRANEAN MOUNTAINOUS REGION

Summary

The flora of the East-Eurasian wing of the Mediterranean mountainous region abounds in its endemic florogenetic elements: 24 families, 864 genera and 9700 species.

The principal ecological specificities of mountainous systems determining such a diversity of endemic species are noted: vertical zonation of the climate, increase of ultraviolet radiation, with increased neight predominance of lithophilous stations without bound nitrogen.

ԼԻՏԵՐԱԿՈՂԵՐԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Флора СССР, т. I—XXX. М.—Л., 1934—1960.
2. Г. В. Микешин. Интродукционные фонды юга Китая. М., 1973.
3. Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. I—IV, 1985—1989.
4. Р. В. Камелин. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л., 1973.
5. А. Л. Тахтаджян. Система и филогения цветковых растений. Л., 1966.
6. А. Л. Тахтаджян. Флористические области Земли. Л., 1978.
7. А. А. Колаковский. Сообщения АН СССР, 89, № 3, 1978.
8. А. Л. Тахтаджян. Происхождение и расселение цветковых растений. Л., 1970.
9. Н. А. Гвоздецкий. Карст. М., 1981.
10. С. П. Костычев. Физиол. раст., ч. I, 1933.
11. А. И. Толмачев. Труды Сев. базы АН СССР, вып. 8, 1941.
12. R. Hendrych. Preslia, 53, 2, 1981.
13. А. И. Толмачев. Введение в географию растений. Л., 1974.



Дж. Е. КЕРЕСЕЛИДZE

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ
(*OXYCOCCUS MACROCARPUS PERES*)
В УСЛОВИЯХ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Г. Гигаури 12.2.1990)

Значительная часть заболоченных и частично мелиорированных земель Колхидской низменности в хозяйственном отношении недостаточно использована. Плодородие этих почв чрезмерно низкое и поэтому они частично используются для заготовки грубого корма скоту, а также его пастбы [1]. Увеличение плодородия и рентабельности этих почв возможно соответствующим подбором перспективных растений и их внедрением в сельскохозяйственное производство нашей республики, тем более, что клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus Peres*) не требовательна к почвенно-климатическим условиям и ее можно успешно разводить на тех мелиорированных участках Колхидской низменности, которые для разведения цитрусовых, чая и других субтропических культур менее рентабельны.

Интродукция, освоение новых культур и их внедрение в практическую деятельность человека требует предусмотрение зарубежного и отечественного опыта по данному вопросу. За рубежом большой опыт работы по культивированию крупноплодной клюквы имеют американские и канадские исследователи, а в нашей стране — белорусские и прибалтийские (Латвия—Литва) интродукторы [2, 3].

Основной целью наших исследований является выявление возможности культивирования клюквы крупноплодной, изучение биологических особенностей, способности адаптации к новым условиям сферы, экологическое и экономическое обоснование целесообразности интродукции и культивирования в зоне Колхидской низменности, и в конечном итоге разработка практических рекомендаций для внедрения перспективных сортов клюквы крупноплодной в народное хозяйство нашей республики.

Для подбора и испытания различных сортов американской крупноплодной клюквы в 1987 г. черенки (12 сортов) интродуцированы из Ганцевичной опытно-экспериментальной базы Центрального ботанического сада АН БССР и посажены в Колхидском филиале (г. Зугдиди) Центрального ботанического сада АН ГССР.

Испытания проходят следующие сорта: Уилкокс, Франклин, Бекунт, Ховес, Бен-лир, Ранний черный, Стивепс, Пилигрим, Мак-Фарлин, Сирлз, Вашингтон и Бергман. Результаты наблюдений показали, что укоренение черенков всех сортов довольно высоко и в среднем достигает 91%. Стопроцентным укоренением выделяется сорт Бекунт. „ბოტანიკა“, ტ. 138, № 2, 1990

ჯიშებს მიეკუთვნება. მსხვილი ნაყოფებით გამოირჩევა ბერგმანი, პოლიგრამი, ბენ-ლირი, ვაშინგტონი და სტივენსი. ჯიში პილიგრამი გარდა მსხვილი ნაყოფებისა მაღალი მოსავლიანობით გამოირჩევა. შემდეგ ვაშინგტონი, ბეკუიტი და ხოვესი.

ინტროდუქციის პირველადი შედეგები გვაძლევს საფუძველს ვივარაუდოთ რომ მსხვილნაყოფა ამერიკული შტომის ჯიშები — პილიგრამი, ვაშინგტონი, ბეკუიტი და ხოვესი კოლხეთის დაბლობის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებისათვის პერსპექტიულია.

BOTANY

J. E. KERESLIDZE

PRELIMINARY RESULTS OF THE INTRODUCTION OF DIFFERENT SPECIES OF AMERICAN CRANBERRY (*OXYCOCCUS MACROCARPUS PERES*) IN THE KOLKHETI LOWLAND

S u m m a r y

The paper presents preliminary results of the introduction of 12 varieties of American cranberry.

Phenological and biometric observations warrant the conclusion that some of these varieties may prove promising for climatic and soil conditions of the Kolkheti lowland.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Моцерелия. Культуртехника и агромелиорация на осушенных землях Колхидской низменности. Тбилиси, 1986.
2. Е. А. Сидорович, М. А. Курдинов, Н. Н. Рубан. Клюква крупноплодная в Белоруссии. Минск, 1987.
3. Н. Н. Рубан, А. В. Шерстеникина. Клюква крупноплодная. Минск, 1989.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. А. САНАДЗЕ (академик АН ГССР), А. И. ЛИТВИНОВ,
Г. К. ТОМАРАДЗЕ

ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗОПРЕНА РЕГЕНЕРАНТАМИ ТОПОЛЯ

Различные виды тополя широко представлены в лесных и городских насаждениях. Они отличаются быстрым ростом и неприхотливостью, поэтому являются существенными компонентами вторичных сукцессий, а также рассматриваются как важный источник биомассы [1]. С другой стороны, многие виды тополя плохо укореняются при черенковании [2] и подвержены заболеваниям [3, 4]. Все это стимулировало исследования по культивированию тканей и клеток тополя *in vitro*. В настоящее время описаны методы клонального размножения тополя почти из всех его органов [2, 3, 5—8]. Тополь — первое среди древесных видов растение, регенерированное из протопластов [9], а также первое трансгенное древесное растение [10].

Вместе с этим, как известно уже более 30 лет, листья тополя синтезируют и выделяют в атмосферу свободный изопрен [11]. Это фото-биологическое явление (изопреновый эффект — ИЭ) изучается на уровне отделенных листьев [12, 13], изолированных протопластов и хлоропластов [14, 15]. Позже были начаты работы на культуре ткани листа тополя [16], которая рассматривается в качестве модельного объекта исследования ИЭ и новой системы препаративного получения изопрена.

Полученные нами фотомиксотрофные каллусы тополя, у которых окислительные процессы превалируют над восстановительными, в обычных условиях выращивания и в эксперименте не проявляют ИЭа. В этой связи возник вопрос о причине подавления ИЭ — имеет она генетическую или эпигенетическую природу. Восстановление способности к ИЭ у растений-регенерантов, полученных из каллусов, послужило бы указанием на то, что в период неорганизованного роста не произошло необратимых изменений в геноме каллуса, вызвавших подавление ИЭ.

Многочисленные попытки получения растений из каллуса, введенного в культуру в 1981 году, не привели к положительному результату. На агаризованной питательной среде, содержащей соли по Мурашиге и Скугу, сахарозу (10 г/л), инозит (100 мг/л), бензиламинопурин (0,4 мг/л), появлялись лишь многочисленные узкие зеленые листообразные структуры и одиночные побеги. Однако листообразные структуры бурели и гибли, достигнув высоты 4—6 мм, а побеги прекращали развитие, достигнув высоты 1—1,5 см.

Растения-регенеранты, не отличающиеся по внешнему виду от обычных растений тополя, были получены из каллуса, введенного в культуру в 1988 году. Условия стерилизации листьев и их эксплантации, освещенность и температура при инициации первичного каллуса, были такие же, как при получении каллусной культуры в 1981 году [16]. Питательная среда содержала соли по Мурашиге и Скугу, сахарозу (10 г/л), инозит (100 мг/л), 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (1 мг/л), аденин (1 мг/л), агар (7 г/л). В этих условиях было проведено четыре субкультивирования, после чего каллус был переведен на питательную среду для выращивания тканей и клеток древесных растений [17], дополненную фитогормонами бензиламинопурином

(0,5 მგ/ლ). Опыты вели при непрерывном освещении люминесцентными лампами (8—10 клк).

В этих условиях через 6—8 дней на поверхности каллуса появлялись зеленые плотные образования диаметром 2—3 мм. Еще через неделю из них начинали формироваться побеги, которые при достижении высоты 2—2,5 см отделяли от каллуса и погружали наполовину в агаризованную безгормональную питательную среду [17] для укоренения. Предварительно с нижней части побегов удаляли листья. В недельный срок появлялись первые корни. Через 1,5—2 месяца высота растений была 5—7 см и они имели хорошо развитые корни длиной 6—8 см. На этой стадии растение высаживали в почву, состоящую из перегноя и песка в соотношении 2:1. На первых порах растение помещали в условиях повышенной влажности и адаптировали к обычной атмосфере постепенно. Время от перевода каллуса на органогенную питательную среду до получения растений метровой высоты занимало 6—7 месяцев.

Сравнение интенсивности фотосинтеза и ИЭ полученных нами растений-регенерантов и обычных растений тополя показало, что по этим параметрам они не отличаются. Это же было нами показано для тополя *Populus balsamifera* L, регенеранты которого были получены из каллусной культуры пыльников Г. П. Бутовой и Т. М. Табацкой [18].

Таким образом, выясняется, что подавление выделения изопрена на стадии неорганизованного роста не связано с необратимыми изменениями генома клеток каллуса. Скорее всего, это причина физиологического характера, что и было недавно показано в работе нашего аспиранта М. Л. Долидзе (неопубликованные данные).

Тбилисский государственный университет
 им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 16.2.1990)

გეგმარება ფიზიოლოგია

ბ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ლიტვინოვი, ბ. თომარაძე

იზოპრენის გამომყოფა ვერხვის რეგენერანტებისგან

რეზიუმე

ვერხვის ფოთლის ფოტოსინთეზის უნარის მქონე კალუსი არ გამოყოფს იზოპრენს, მაშინ როცა ამავე კალუსიდან რეგენირებული მცენარის ფოთოლი იზოპრენს იმავე სიჩქარით გამოყოფს, როგორც ჩვეულებრივი ვერხვის ფოთლები. იზოპრენის გამოყოფის დათრგუნვა ქსოვილის არაორგანიზებული ზრდის სტადიაში ალბათ დაკავშირებულია ეპიგენეტიკური ხასიათის მიზეზებთან.

PLANT PHYSIOLOGY

G. A. SANADZE, A. I. LITVINOV, G. K. TOMARADZE

ISOPRENE RELEASE BY POPLAR REGENERATES

Summary

Isoprene release from photosynthesizing callus of poplar leaves has not been found, while leaves of the plants regenerated from this callus release

isoprene at the same rate as leaves of the ordinary poplar trees do. Apparently, a depression of isoprene release at the stage of non-organized growth of the tissue is connected with the reasons of epigenetic nature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. N. Roy. *Sci. and Cult.*, 47, № 5, 1981, 160—163.
2. M. R. Ahuja. *Silvae. Gen.*, 32, № 3—4, 1983, 131—135.
3. H. C. M. Whitehead, K. J. Giles, N. Z. T. For. *Sci.*, 7, № 1, 1977, 40—43.
4. H. J. Frohlich, H. Weisgerber. *Silvae. Gen.*, 34, № 4—5, 1985, 132—137.
5. E.—W. Noh, S. C. Minocha. *Plant Cell Repts.* 5, № 6, 1986, 464—467.
6. Лу Чжихуа. *Лесоводство, лесные культуры и почвоведение*. М., 1987, 74—78.
7. C. B. Rutledge, G. C. Douglas. *Physiol. Plant*, 72, № 2, 1988, 367—373.
8. K. Sumiya, T. Sunakova, T. Ishimoto. *Mokuzai Gakkaishi*, 34, № 4, 1988, 354—358.
9. J. A. Russell, B. H. McCown. *Plant Sci.*, 46, № 2, 1986, 133—142.
10. J. Fillatti, J. Sellmer, B. H. McCown, B. Haissing. *I. Comai Mol. Gen. Genet.* 206, № 2, 1987, 192—199.
11. Г. А. Санадзе. *Сообщения АН ГССР*, 19, № 1, 1957, 83—86.
12. Д. И. Баазов, Г. А. Санадзе. *Физиол. раст.*, 34, № 2, 1987, 213—220.
13. Г. М. Тархнишвили, А. Н. Каландадзе, Г. А. Санадзе. *Сообщения АН ГССР*, 119, № 1, 1985, 173—176.
14. М. П. Мгалоблишвили, А. И. Литвинов, Г. А. Санадзе. *ДАН СССР*, 259, № 3, 1981, 766—768.
15. Г. А. Санадзе, М. П. Мгалоблишвили, К. Г. Далакишвили. *Физиол. раст.*, 33, № 5, 1986, 856—863.
16. А. И. Литвинов, Г. К. Томарадзе, С. Г. Сургуладзе, Г. А. Санадзе. *Изв. АН ГССР, сер. биол.*, 12, № 2, 1986, 129—134.
17. G. B. Lloyd, B. H. McCown. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 30, 1980, 421—427.
18. Г. П. Бутова, Т. М. Табацкая. *Физиол. раст.*, 28, № 1, 1981, 215—217.

Дж. П. РАТИАНИ

К ВОПРОСУ ОБ ОТДАЛЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ДИКИХ И ДОМАШНИХ СВИНЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Я. Элиава 9.1.1990)

Для изучения частной генетики и филогенеза свиней, происхождения их высокой плодовитости, скороспелости и других продуктивных признаков большое значение может иметь гибридизация современных пород с диким кабаном разных видов и подвидов. В связи с этим проведены экспериментальные работы в Оногийском животноводческом совхозе Мартвильского (бывш. Гегечкорского) района Грузинской ССР в 1983—1989 гг. Скрещивались свиноматки крупной белой (местной популяции) и ландрасской пород со среднеазиатским диким кабаном *Sus scrofa nigripes*, европейским диким кабаном *Sus scrofa scrofa* и закавказским кабаном *Sus scrofa attila*. Эти животные резко различаются по величине тела, плодовитости, скороспелости, иммуногенетическим, карниологическим и многим другим морфо-физиологическим признакам [1—6].

Имуногенетические исследования проводились по 44 эритроцитарным антигенам А, С, Е, D, F, G, J, K, H, L и M генетических систем групп крови. Генная частота определялась, исходя из закона распределения генотипов, по Харди—Вейнбергу. При сравнении нежизнеспособных гибридов с жизнеспособными достоверность разницы между ними подсчитывалась по методу угла ϕ , разработанному Фишером (цит. по [7]). Степень генетического сходства между группами изучаемых животных вычислялась с помощью коэффициента иммуногенетического сходства, предложенного Майла и Лидстром [8].

Кариотип ландрасской свиньи идентичен кариотипу свиньи крупной белой породы (диплоидное число хромосом $2n=38$). Закавказский дикий кабан № 03, который был отловлен в Самтредском заповеднике (Грузинская ССР), и европейский дикий кабан № 02, который был отловлен в Новочеркасском заповеднике и включен в опыт, имеют сходный кариотип ($2n=38$). Среднеазиатский дикий кабан № 01, который был завезен в хозяйство из Тбилисского зоопарка, по морфологии и числу хромосом отличается от них ($2n=36$). Все гибриды первого поколения от скрещивания со среднеазиатским диким кабаном характеризуются промежуточным наследованием кариотипа ($2n=37$).

Схема скрещивания и результаты исследования по репродуктивной характеристике и постнатальной жизнеспособности гибридов разной генерации представлены в таблице. Анализ данных по плодовитости при разных типах скрещивания показывает, что дикие кабаны № 01, 02 и 03 имеют высокую оплодотворяющую способность со свиноматками домашних пород. При гибридизации во всех типах скрещивания наблюдается увеличение числа поросят в помете по сравнению с таковыми при их чистопородном разведении. Гетерозис по плодовитости в наибольшей степени обнаружен у ландрасских свиноматок. Однако гетерозис по плодовитости сопровождается резким снижением жизнеспособности гибридов. При сравнении родительских форм животных и их гибридов от разных типов скрещивания между

собой выявлено существенное различие по данным признакам, что непосредственно отражает степень и характер гибридизации. Из 229 гибридов от среднеазиатского дикого кабана до 8-месячного возраста удалось вырастить только 34, что составляет 14,8%. При гибридизации европейского и закавказского диких кабанов с домашними свиньями смертность потомства значительно снижается, однако показатели жизнеспособности и продуктивности (среднесуточный привес) гибридов остаются очень низкими. Уровень смертности постепенно снижается при селекции возвратных (F_{2b}) гибридов в «себе».

Репродуктивная характеристика и возрастная динамика натальной и постнатальной жизнеспособности гибридов F_1 , F_{2b} и F_2 при гибридизации ландрасской и крупной белой пород свиней с дикими кабанов *Sus scrofa attila*, *Sus scrofa scrofa*, *Sus scrofa nigripes*

Т и п скрещивания*	Поколение	Число гибридов	Средняя плодовитость $\bar{X} \pm m$	Количество мертворожденных и погибших в разных возрастах поросят, % **		
				Мертворожденные	1—60 дней	1—80 дней
Л x <i>S. s. at.</i>	F_1	108	14,2±0,39	7,4	28,7	41,7
КБ x <i>S. s. at.</i>	F_1	98	13,28±0,29	9,2	29,5	35,7
Л x <i>S. s. s.</i>	F_1	103	15,00±0,28	10,7	42,7	51,5
КБ x <i>S. s. s.</i>	F_1	88	12,88±0,31	7,9	35,2	43,2
Л x <i>S. s. n.</i>	F_1	106	14,33±0,28	12,3	70,7	84,9
КБ x <i>S. s. n.</i>	F_1	123	13,06±0,37	13,0	63,4	85,4
Л x F_1 (Л x <i>S. s. at.</i>)	F_{2b}	85	10,80±0,45	10,6	37,6	40,1
КБ x F_1 (КБ x <i>S. s. at.</i>)	F_{2b}	101	9,50±0,31	7,9	35,6	38,6
Л x F_1 (Л x <i>S. s. s.</i>)	F_{2b}	130	9,80±0,25	7,6	38,5	46,9
КБ x F_1 (КБ x <i>S. s. s.</i>)	F_{2b}	117	9,66±0,38	8,5	35,0	39,3
Л x F_1 (Л x <i>S. s. n.</i>)	F_{2b}	92	10,04±0,45	10,9	48,9	56,5
КБ x F_1 (КБ x <i>S. s. n.</i>)	F_{2b}	60	8,33±0,32	11,6	53,3	60,0
F_1 (Л x <i>S. s. at.</i>) x F_1 (Л x <i>S. s. at.</i>)	F_2	84	7,55±0,39	3,6	33,3	41,6

* Обозначения породности матери x отца; Л—ландрасская, КБ—крупная белая, *S. s. at.*—дикий кабан *Sus scrofa attila*, *S. s. s.*—дикий кабан *Sus scrofa scrofa*, *S. s. n.*—дикий кабан *Sus scrofa nigripes*, в скобках—гибриды первого поколения соответственно от типа скрещивания.

** Данные приведены с нарастающим итогом.

Следует отметить, что по отношению к закавказскому дикому кабану (№ 03) европейский дикий кабан (№ 02) иммуногенетически более отдален ($r=0,518$), чем среднеазиатский дикий кабан (№ 01). Индекс иммуногенетического сходства между ними составляет $r=0,805$. Это объясняется прежде всего тем, что в последние годы в республику регулярно завозили диких свиней из средней Азии. Известно, что у диких кабанов наблюдается полиморфизм по кариотипу ($2n=36$, $2n=37$, $2n=38$) [3, 5], этим особенно отличаются дикие кабаны среднеазиатской популяции. Поэтому завоз таких животных без соответственной аттестации по кариотипу и по иммуногенетическим параметрам нецелесообразен.

მნიშვნელოვანი დიფერენცირება და მკვეთრი კონტრასტულობა კაროტიკულ, იმუნოგენეტიკურ და სხვა მორფო-ფიზიოლოგიურ ნიშან-თვისებებზე განაპირობებს ახალი, ბუნებისათვის უცხო გენოტიპების წარმოჩინებას ჰიბრიდებში, რომელთა სიცოცხლისუნარიანობა და პროდუქტიულობა დაქვეითებულია. გარეული და შინაური ღორის ჰიბრიდიზაციისას სასურველი კომბინაციური შეთანწყობის პროგნოზირებისათვის აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული კაროტიკულზე შედარებით ჰომოგენური, ხოლო იმუნოგენეტიკურ პარამეტრებზე ჰეტეროგენური შერჩევის სასელექციო უზრატესობა.

GENETICS AND SELECTION

J. P. RATIANI

ON THE PROBLEM OF REMOTE HYBRIDIZATION OF WILD
AND DOMESTIC PIGS

Summary

The interbreeding of sows of the Big White and Landrace breeds with Central-Asian, European and Transcaucasian wild boar has been carried out. An enhanced effect of natural selection on hybrid progeny has been established. Considerable differentiation and sharp contrast of wild boars and domestic pigs according to karyotypic, immunogenetic and many other morpho-physiological indications give rise to new genotypes, which are still unknown in nature and have not yet undergone natural selection control. To predict the combinative effect of wild boars and domestic pigs one must take account of the selective advantage of homogeneous selection by karyotype and heterogeneous selection by immunogenetic parameters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Тихонов, Д. П. Ратиани. Генетика, 10, № 1, 1974.
2. В. Н. Тихонов, Д. П. Ратиани. С.-х. биол., 9, № 2, 1974.
3. В. Н. Тихонов, Д. П. Ратиани. Сб. «Вопросы теоретической и прикладной генетики». Новосибирск, 1975.
4. В. Н. Тихонов, А. И. Трошина, Д. П. Ратиани. Сб. «Систематика и цитогенетика млекопитающих». М., 1975.
5. Д. П. Ратиани. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.
6. Морфология и генетика кабана. М., 1985.
7. Н. А. Плохинский. Биометрия. М., 1970.
8. K. Majjala, G. Lindstrom. Ann. Agr. Fenniae, 5, 1966.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. С. ШАГИНЯН

О СООТНОШЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ
СТАБИЛЬНОСТИ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ
БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. Ш. Надарейшвили 12.2.1990)

Оптимальное функционирование сердца характеризуется соразмерностью функций возбуждения и сокращения для достижения максимальной эффективности внешней работы сердца по известной концепции Сендоу ([1], цит по [2]): сопряжение возбуждения и сокращения.

Цель работы — получить интегральную характеристику электро-механической активности сердца у больных ИБС с помощью клинко-инструментального изучения возможности физиологического построения расчетных формул сопряжения возбуждения и сокращения сердца.

Клинически обследованы 133 больных ИБС в возрасте от 39 до 86 лет (21 женщина и 112 мужчин) и 25 практически здоровых лиц того же возраста (контрольная группа). Больные ИБС были разделены на 4 группы: I — 51 больной с (ишемической) стадией атеросклероза (А1) по классификации А. Л. Мясникова (средний возраст $53,6 \pm 2,85$ года), с недостаточностью кровообращения I степени (H_1), II функционального класса (ФК) по классификации Канадского общества кардиологов, принятой в СССР; II — 56 больных с АII (средний возраст $56,0 \pm 1,32$ года), H_1 —II, II и III ФК; III — 14 больных с АIII (средний возраст $66,0 \pm 3,58$ года) и с мерцательной аритмией (МА), H_1 —II, III ФК; IV — 12 больных с АIII (средний возраст $63,3 \pm 4,07$ года), H_1 —II, II—III ФК с летальным исходом на дому спустя 1—1,5 месяца после выписки из стационара.

Применялись ЭКГ исследование в 15 отведениях (12 общепринятых и 3 по Нэбу), комплексно-синхронное кинето(ККГ)-поликардиографическое и сфигмографическое исследование центральных и периферических артерий. Центральная гемодинамика исследовалась с помощью неинвазивного метода [3] с модификацией [4] и дополнениями [5]. Все исследования проводились повторно от 2 до 4 раз в динамике наблюдения. Для оценки кардио-гемодинамики использовались показатели: 1) конечное диастолическое давление (КДД) в левом желудочке [6, 7]; 2) индекс сократимости (ИС) миокарда [8]; 3) индекс расслабления (JVIR) [9].

Использовались также эмпирически выведенные показатели по принципу наибольшей информативности в оценке электрической и механической стабильности сердца: 1) показатель систоло-диастолической электротонической компенсации $СДЭК = Q - T/T - Q$ (ЭКГ); 2) коэф-

фициент электрической стабильности сердца $КЭС = \frac{T - Q/Q - T}{R - R}$; 3) пока-

затель механической гиперфункции миокарда (усл. ед.) $МГ = T \cdot ЧСС \cdot ОПС \cdot 10^{-3}$, где T — длительность фазы напряжения (с); ЧСС — частота сердечных сокращений в 1 мин; ОПС — общее периферическое сопротивление (дин · см⁻⁵ · с⁻¹) · 10⁻³ — множитель для удобства расчета; 4) показатель внут-



римиокардиального напряжения в систоле (усл. ед.) $ВМН = \frac{E_0}{W} \cdot \frac{ИС \cdot КД}{Д}$,

где $\frac{E_0}{W}$ — упругое сопротивление стенки аорты, ретроградно понижающее податливость стенки левого желудочка; ИС — длительность изометрического сокращения (с); Д — длительность механической диастолы (с); 5) показатель интрамиокардиального диастолического стресса на основе [10, 11]

(усл. ед.) $ИМДС = \frac{КДД}{Д/С}$, где С — длительность механической систолы (с);

6) уровень рабочей (фактической) сократимости сердца (усл. ед.) $УРС = \frac{ИС \cdot 10^{-2}}{ВМН}$; 7) коэффициент механической стабильности сердца $КМС =$

$\frac{Д - С}{Т}$.

Ввиду громоздкости размерность комплексных показателей приводится в условных единицах. Результаты исследований подвергнуты вариационно-статистической обработке с выведением критерия достоверности различий по Стьюденту.

Наряду с нарушениями функций автоматизма, проводимости и возбудимости сердца, имели место нарушения систоло-диастолической электротонической компенсации, особенно у больных III группы ($Q-T/Q = 1,27 \pm 0,18$ при $0,76 \pm 0,026$ в контроле ($p < 0,001$); КЭС составлял $1,29 \pm 0,07$ при $1,56 \pm 0,036$ в контроле ($p < 0,01$) интервал Т (ЭКГ) — II тон (ФКГ) по Хеглину колебался в пределах от $-0,04$ до $-0,07$ с при норме $\pm 0,02$ с преимущественно у больных IV группы, что выражало энергетически-динамическую недостаточность сердца.

У больных I—IV групп наблюдался фазовый синдром гиподинамии миокарда, более выраженный у больных III группы, сопровождавшийся снижением величин ИС, УРС и $IViR$ (от $p < 0,05$ до $p < 0,001$) при компенсаторном нарастании МГ ($p < 0,001$) и увеличении $ВМН$ и $ИМДС$ (от $p < 0,01$ до $p < 0,001$). Статистически фиксированное сокращение миокарда, характеризовавшее гипоксическое субконтрактурное состояние [10] миокарда ($ВМН$, $ИМДС$) в условиях повышенного энергетического обмена и снижения функционального резерва по кислороду [12], отягощало непроезводительную и производительную части работы сердца, к тому же $ИМДС$ затруднял преднагрузку сердца, $ВМН$ — постнагрузку сердца.

Особый интерес вызывает уровень $ВМН$ у больных ИБС I группы в покое, приближающийся по величине к уровню $ВМН$ у юных спортсменов-боксеров на высоте физической нагрузки PWC_{170} (при параллельном исследовании у 28 юных спортсменов).

Важность обнаруженного «балластного напряжения» сердца у больных ИБС призывает к новой, углубленной дифференциации течения ИБС. Так, у больных ИБС I группы $ВМН = 3,72 \pm 0,23$, в контроле $1,67 \pm 0,15$, $p < 0,001$; во II группе $ВМН = 9,53 \pm 1,99$; в III группе $ВМН = 23,92 \pm 3,90$, в межгрупповом значении $p < 0,001$, что во много раз превышало $ВМН$ у спортсменов на высоте физической нагрузки ($3,49 \pm 0,70$).

При кардиосклерозе типично неравномерное расположение участков склероза [13], их мозаичный характер [14, 15], что увеличивает возрастание гетерогенных свойств электрогенеза бегущей волны возбуждения. Это приводит к дисперсии рефрактерности и десинхронизации электрической активности сердца [13]. Так, наблюдалась диссо-

дцания изменений электрической и механической активности сердца по группам больных ИБС, выявленная с помощью корреляционного анализа. В то же время прямая взаимосвязь между КЭС и КМС в контрольной группе ($r = +0,75 \pm 0,20$, $p < 0,01$) характеризовала согласованность на высоком уровне величин электрической и механической стабильности сердца в условиях физиологического равновесия, т. е. сопряжения возбуждения и сокращения сердца. Подобная согласованность между КЭС и КМС, но, по-видимому, по принципу защитно-адаптационной, компенсаторно-рефлекторной приспособляемости наблюдалась у больных ИБС III группы с МА ($r = +0,81 \pm 0,17$, $p < 0,001$) в патологических условиях равномерно низкого уровня величин КЭС и КМС. Это «спасительное» патологическое равновесие сохраняло сопряжение возбуждения и сокращения сердца у больных с самым тяжелым течением ИБС, уменьшая риск фибрилляции желудочков. В прочих группах больных ИБС сопряжение возбуждения и сокращения сердца не выявлено.

У больных ИБС IV группы с летальным исходом взаимосвязь параметров кардио-гемодинамики только в 3 сочетаниях (в отличие от больных ИБС других групп, у которых взаимосвязь параметров установлена в 7—8 сочетаниях), в условиях снижения величин производительной части работы сердца (сердечный индекс, ИС, УРС, JViR) и увеличения параметров непроизводительной части работы сердца (МГ) и гипоксического субконтрактурного состояния миокарда (ВМН, ИМДС) рассматривалась как нарушение регуляторных механизмов сердца. Это предположение нашло подтверждение в патологоанатомической картине сердца у больных ИБС, скончавшихся внезапно [16]: в миокарде зоны запустевания капилляров чередуются с участками избыточного кровенаполнения. Мозаичность изменений микроциркуляторного русла свидетельствует о поражении регуляторных механизмов сердца, что выражается в снижении адаптационно-трофической иннервации сердца при внезапной смерти.

Наличие и выраженность внутримиокардиального напряжения вызывает необходимость, наряду с традиционным лечением больных ИБС, рекомендовать антиоксиданты (ионол, дибунол, α -токоферол и другие препараты оксипиридиновой группы).

Детский врачебно-физкультурный диспансер

(Поступило 16.2.1990)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

3. შავინანი

გულის ელექტრული და მექანიკური სტაბილურობის თანაფარდობის შესახებ გულის იშემიით დაავადებულთა შორის

რეზიუმე

133 ავადმყოფს გულის იშემიური დაავადებით და 25 პრაქტიკულად ჯანმრთელ პირს (საკონტროლო ჯგუფი) კლინიკურ-ინსტრუმენტულად ჩაუტარდა გულის ელექტრული და მექანიკური სტაბილურობის გამოკვლევა გულის აგზნებადობის და კუმშვადობის ფუნქციების შეფარდების განსაზღვრის მიზნით.

დაზუსტებულია გამოკვლევულ ავადმყოფთა გულის ელექტრული და მექანიკური სტაბილურობის თანხმობა გულის აგზნებისა და შეკუმშვის შეთანწყობის თვალსაზრისით.



V. S. SHAGINYAN

ON THE CORRELATION OF ELECTRICAL AND MECHANICAL HEART STABILITY IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

Summary

Coordination of electrical and mechanical heart stability has been defined on the plane of determining the coupling of heart excitation and contraction in 133 patients with ischemic heart disease and in 25 practically healthy persons (control group).

ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. S a n d o w. Am. J. Physiol. Med. apr., 31, 1952, 103—125.
2. Ф. З. Меерсон. Миокард при гиперфункции, гипертрофии и недостаточности сердца. М., 1965.
3. Ph. В r o e m s e r, O. R a n k e. Ltschr. f. Kreislaufforsch., XXV, 1933, 11—21.
4. Н. Н. Савицкий. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л., 1963.
5. В. Л. Карпман, Л. А. Иоффе. Кардиология, 3, 1966, 78—79.
6. Г. В. Гусаров и др. Кардиология, 3, 1974, 104—110.
7. И. Э. Горенцвит и др. Кардиология, 4, 1986, 78—80.
8. А. А. Абиндер и др. Кардиология, 5, 1974, 120—122.
9. Ф. З. Меерсон и др. Кардиология, 10, 1974, 10—20.
10. Ф. З. Меерсон, Н. А. Абдикалиев. Кардиология, 4, 1981, 60—67.
11. В. А. Сандриков, В. Ф. Яковлев. Кардиология, 9, 1989, 112—116.
12. В. Ю. Руга, Э. Я. Лаане. Кардиология, 4, 1981, 110—111.
13. М. М. Миррахимов и др. Кардиология, 12, 1968, 44—47.
14. В. Д. Арутюнов. Арх. патол., 8, 1964, 87—89.
15. С. С. Вайль. Арх. патол., 11, 1960, 18—21.
16. В. Н. Швалев и др. Кардиология, 3, 1980, 80—83.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. Л. АМАГЛОБЕЛИ

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ
ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО И ПАРАВЕНТРИКУЛЯРНОГО ЯДЕР
ГИПОТАЛАМУСА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
СЕРДЦА ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 14.2.1990)

Несмотря на многочисленные исследования сердечно-сосудистых механизмов гипоталамуса, все еще остается дискуссионным вопрос о функциональном значении его отдельных хемореактивных ядерных образований в условиях артериальной гипертензии. Согласно данным литературы, особую заинтересованность в регуляции функции сердца при нормальном артериальном давлении проявляют вентромедиальное и паравентрикулярное ядра гипоталамуса [1—4], однако при артериальной гипертензии функциональное значение этих ядерных образований по отношению к сердечно-сосудистой системе еще не установлено.

Целью настоящей работы являлось изучение в условиях артериальной гипертензии влияния химического раздражения вентромедиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса на фазовую структуру сердечного цикла и выявление основных эфферентных путей этих ядерных образований гипоталамуса к сердцу.

Химическое раздражение вентромедиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса производили хемитродным методом — серотонином (20 мкг/кг), норадреналином (0,08 мг), адреналином (0,01 мг), ацетилхолином (20 мкг/кг) (пороговые дозы) при помощи жививленных хемитродов по атласу Фифковой—Маршалл. Объем вводимой жидкости во всех опытах, включая и контрольные (0,9% физиологический раствор NaCl), составлял 5 мл. С целью повышения системного артериального давления животным (кролики обоего пола) внутривенно вводили мезатон (35 мкг/кг/мин). Артериальное давление измеряли U-образным ртутным манометром, соединенным с помощью канюли с бедренной артерией.

Фазовую структуру сердечного сокращения определяли методом поликардиографических исследований, записывая электрокардиограмму, фонокардиограмму и сфигмограмму. Анализ поликардиограммы проводили по методу К. Блюмбергера в модификации В. А. Карпмана [5].

С целью фармакологической блокады вегетативной иннервации сердца употребляли внутривенно атропин (2 мг/жив) и индерал (2 мг/кг).

Было установлено, что у подопытных животных подъем артериального давления, вызванный внутривенным введением мезатона, приводил к выраженной брадикардии и дыхательной синусовой аритмии. Резко менялись ЭКГ и фазовые показатели сердечного цикла (рис. 1, А). На этом фоне микрохемитродное введение серотонина в вентромедиальное и паравентрикулярное ядра гипоталамуса вызывало достоверные изменения сердечной деятельности по сравнению с исходными: уменьшалась длительность сердечного цикла соответственно в 1,9 и 1,6 раза, общей систолы — в 1,51 и 1,36 раза, диасто-

лы — в 2,37 и 2,16 раза; изменялись и другие поликардиографические показатели (рис. 1, Б).

Максимум эффектов регистрировался в конце введения.

При пороговом химическом раздражении выбранных ядер гипоталамуса норадреналином и адреналином наблюдались аналогичные кардиальные изменения, как при раздражении серотонином, но по значению менее выраженные, хотя в принципе имели ту же тенденцию. Микрохимотродное введение ацетилхолина достоверных сдвигов со стороны сердца не вызывало.

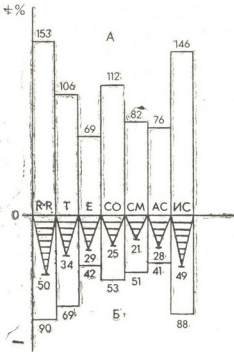


Рис. 1. Динамика изменения фазовых показателей сердечного цикла (R—R — сердечный цикл; Т — период напряжения; Е — период изгнания; СМ — механическая систола; СО — общая систола; АИ — асинхронное сокращение; ИС — изометрическое сокращение) на фоне артериальной гипертензии — А; Б — при введении серотонина в вентромедиальное (незаштрихованные прямоугольники) и паравентрикулярное (заштрихованные треугольники) ядра гипоталамуса (%)

Опыты по изучению роли парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы в реализации гипоталамокардиальных эффектов при артериальной гипертензии показали, что после внутривенного введения индерала степень рефлекторного замедления сердечных сокращений не изменялась, хотя незначительно (на 5 ± 2 мм рт. ст.) снижалось артериальное давление и увеличивался (на 63 ± 4 мс) исходный пульсовой интервал. На этом фоне результаты химического раздражения вентромедиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса оказались сходными с эффектами до введения индерала. В то же время после внутривенного введения атропина возникла резкая тахикардия, при подъеме артериального давления бароэфферентный рефлекс не возникал [6—9]. На этом фоне химическое раздражение выбранных ядер гипоталамуса не давало статистически достоверного результата.

Таким образом, на основании изучения хемореактивности вентромедиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса нами было установлено следующее: вентромедиальное и паравентрикулярное ядра гипоталамуса при артериальной гипертензии сохраняют свою заинтересованность в регуляции сердечной деятельности, однако кардиальные эффекты более выражены при химическом раздражении вентромедиального ядра, по сравнению с раздражением паравентрикулярного ядра гипоталамуса. Свою регуляторную функцию на сердце эти ядра осуществляют путем модуляции бароэфферентного рефлекса. В процессе сердечной регуляции ведущее значение принадлежит серотонин- и катехоламинчувствительным нейронным популяциям кардиозаинтересованных гипоталамических ядер. Основным

ეფექტორным путем в реализации гипоталамо-кардиальной регуляции для выбранных ядер являются парасимпатические эфферентные структуры вегетативной нервной системы.

ЦНИЛ Тбилисского института
усовершенствования врачей
МЗ СССР

(Поступило 15.2.1990)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. ამაგლობელი

ჰიპოთალამუსის ვენტრომედიალური და პარავენტრიკულური ბირთვების ქიმიური ბალანსის გავლენა გულის ფუნქციურ მდგომარეობაზე არტერიული ჰიპერტენზიის პირობებში

რეზიუმე

დადგენილია არტერიული ჰიპერტენზიის პირობებში ჰიპოთალამუსის ვენტრომედიალური და პარავენტრიკულური ბირთვების ქიმიური ბალანსის გავლენა გულის მოქმედების ფაზურ სტრუქტურაზე. ნაჩვენებია, რომ ჰიპოთალამუსის ვენტრომედიალური და პარავენტრიკულური ბირთვების მიერ გულის ფუნქციურ მდგომარეობაზე გავლენის განხორციელებაში წამყვანი მნიშვნელობა აქვს ამ ბირთვების სეროტონინ- და კატექოლამინომგრძობიარე ნეირონალურ პოპულაციებს, აგრეთვე ვეგეტატიური ნერვული სისტემის პარასიმპატიკურ ეფერენტულ გზებს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. L. AMAGLOBELI

THE EFFECT OF CHEMICAL STIMULATION OF VENTROMEDIAN AND PARAVENTRICULAR NUCLEI OF THE HYPOTHALAMUS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE HEART IN ARTERIAL HYPERTENSION

Summary

In experiments on rabbits carried out with a view to studying the chemical sensibility of ventromedian and paraventricular nuclei of the hypothalamus it has been established that in arterial hypertension by modulating the baroefferent reflex they tend to keep their interest in regulating the heart. In this process the leading role belongs to the areas sensible to serotonin and catecholamine as well as to parasympathetic structures of the vegetative nervous system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Гращенко. Гипоталамус, его роль в физиологии и патологии. М., 1964.
2. О. Г. Баклаваджян. Вегетативные механизмы гипоталамуса. Л., 1981.
3. И. П. Горелюк. Кардиология, 22, № 11, 1982.



4. А. И. Сихарулидзе, К. П. Беридзе. Физиол. ж., СССР, № 12, 1985.
5. В. Л. Карпман. Фазовый анализ сердечной деятельности. М., 1965.
6. А. В. Вальдман. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. М., 1979.
7. А. В. Вальдман, В. А. Алмазов, В. А. Цырлин. Барорецепторные рефлексы. Л., 1988.
8. S. M. Hilton, P. R. Smith. J. Auton. Nervous System., vol. 11, 1984.
9. R. Mc Allen. J. Physiol., vol 257, № 1, 1976.

И. А. РАМИШВИЛИ, Т. В. ДЕВДАРИАНИ, В. В. ЛУЖКОВ,
 Л. Ш. КВАРЦХАВА, Л. О. АБИАТАРИ

О СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИРОДНОГО АУКСИНА

(Представлено академиком Г. И. Квеситадзе 19.10.1989)

Более 50 лет прошло с тех пор, как была сделана первая попытка установления необходимых структурных свойств, определяющих ауксиновую активность ряда природных и синтетических ауксинов [1]. Исследования корреляции между структурой ауксинов, химическими свойствами этих соединений и их биологической активностью интенсивно проводились все эти годы, однако и по сей день не установлен весь набор структурных и химических закономерностей, который мог бы полностью объяснить ауксиновую активность всех известных в настоящее время ауксинов.

При исследовании зависимости биологической активности веществ от его структуры необходимым первым шагом, на наш взгляд, является расчет геометрии и электронной структуры основного состояния молекулы. В настоящей работе представлены данные расчета электронной структуры 3-индолилуксусной кислоты квантово-химическим методом CNDO-2, а также результаты расчета молекулярных потенциалов методом МОЛПОТ-2. При проведении расчетов геометрия молекулы выбрана следующим образом. Длина связей и валентные углы взяты из таблиц стандартных геометрических параметров Попла. Нумерация атомов и система координат для молекулы 3-индолилуксусной кислоты (ИУК) приведены на рис. 1. Нами использована не традиционная нумерация, а такая, которая наиболее удобна при проведении расчетов геометрии и электронной структуры основного состояния.

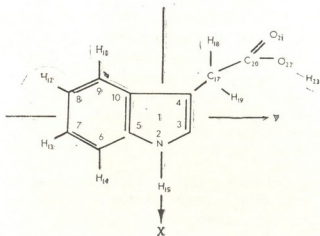


Рис. 1. Нумерация атомов и система координат ИУК, примененные при расчетах

Полученные в результате расчета значения полных зарядов на атомах (q_i), электронных плотностей на орбиталях π_z ($\rho_{\pi z}$) и σ (ρ_{σ}) представлены в табл. 1. Как видно из данных таблицы, наибольший положительный заряд имеет атом углерода карбоксильной группы

$C_{20} = -0,3768$, наибольший отрицательный — атом кислорода карбоксильной группы $O_{21} = -0,3152$. Второй по величине отрицательный заряд несет атом кислорода гидроксила карбоксильной группы $O_{22} = -0,2760$.

Т а б л и ц а 1

Результаты расчета зарядов на атомах (q_i), электронных плотностей на орбиталях π_z ($P_{\pi z}$) и σ (P_{σ})

i^1	Атомы	q_i	P_z	P
2	N	-0,1144	1,6821	3,4322
3	C	0,0713	1,0219	2,9067
4	C	-0,0547	1,1426	2,9120
5	C	0,1115	1,0100	2,8785
6	C	-0,0415	1,0599	2,9817
7	C	0,0131	1,0011	2,9858
8	C	-0,0150	1,0352	2,9798
9	C	0,0081	1,0045	2,9874
10	C	-0,0198	1,0442	2,9756
11	H	-0,0139		1,0139
12	H	-0,006		1,0096
13	H	-0,0095		1,0095
14	H	-0,0100		1,0100
15	H	0,1069		0,8931
16	H	0,0109		0,9891
17	C	-0,0364	0,9789	
18	H	0,0285		0,9715
19	H	0,0285		0,9715
20	C	0,3768	0,7979	2,8254
21	O	-0,3152	1,3217	4,9935
22	O	-0,2760	1,9131	4,3629
23	H	0,1603		0,8397

При рассмотрении распределения зарядов на атомах индольного кольца привлекает внимание то, что наибольший положительный заряд имеет атом углерода $C_5 = 0,1115$, наибольший отрицательный заряд — атом азота $N_2 = -0,1144$. Связанный с ним атом водорода несет наибольший положительный заряд $H_{15} = 0,1069$ по сравнению с зарядами на других атомах водорода индольного кольца.

Анализ значений электронных плотностей на орбиталях π_z ($P_{\pi z}$) и σ (P_{σ}) показывает, что наиболее равномерное распределение электронной плотности имеют атомы углерода бензольного кольца, максимальное значение $P_{\pi z}$ в индольном кольце имеет атом азота, второе по величине значение электронной плотности на орбиталях π_z имеет β -атом углерода. Таким образом, индольное кольцо молекулы можно представить в первом приближении как систему, состоящую из трех слабозаимодействующих подсистем: бензольного кольца, кратной связи между α - и β -атомами углерода и свободной электронной пары атома азота.

Как известно, Тиманн [2] сделал предположение, что веществу для обладания ауксиновой активностью необходимо смещение положительного заряда ароматического ядра на 5,5 Å от отрицательного заряда карбоксильной группы. Большинство соединений с ауксиновой активностью удовлетворяет этому требованию. Считается, что при этом условии обеспечиваются наилучшее соединение ауксина с рецептором и соответствующее изменение его конфигурации. В табл. 2 приведены расчетные значения межатомных расстояний $R(n, m)$ Å, полученные методом CNDO-2. Можно отметить, что имеется не только качественное, но и удовлетворительное количественное совпадение результатов с экспериментальными данными. Согласно данным Тиманна,

должен существовать электронодонорный центр в области связывания рецептора, взаимодействующий с атомом азота индольного ядра ИУК. Существование такого типа взаимодействия не объясняет, однако, более низкую ауксиновую активность аналогов ИУК, в которых атом азота заменен на атом O, S или C. Мы согласны с автором [3], который полагает, что в данном случае происходит образование водородной связи между $>NH$ -группой индола и определенным центром ауксинового рецептора.

Таблица 2
Межатомные расстояния R (n, m) Å

R (n, m)	Å
R (2, 21)	5,57029
R (2, 22)	3,93829
R (5, 21)	5,90766
R (5, 22)	4,70611
R (15, 21)	6,29299
R (15, 22)	4,43265
R (15, 17)	4,64092
R (15, 20)	5,20791
R (2, 17)	3,72926
R (2, 20)	4,35220

Методом МОЛПОТ-2 нами также рассчитан ряд молекулярных характеристик, среди которых особый интерес представляет молекулярный электростатический потенциал, являющийся важной характеристикой молекулы при исследовании взаимодействия молекулы гормона с рецептором. Исследование молекулярных потенциалов ИУК представлены на рис. 2 для поля с координатами X (-6, -2), Y (-1,8). Минимальное значение потенциала -104,69, максимальное -1565,44. Молекула ИУК имеет четыре локальных экстремума. Имеются данные [4], указывающие, что активность ауксинов зависит

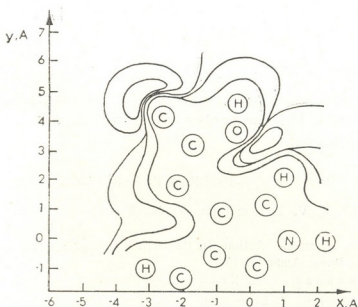


Рис. 2. Поле изолиний электростатического потенциала с максимумами: -1,04408 (-3, 6, 4, 5); -1,04698 (-3, 5, 4, 7); -7,48160 (0, 2, 3, 1); 9,87150 (1, 5, 0, 0)

от изменения общей конфигурации молекулы и в меньшей степени от распределения электронной плотности. В связи с этим нам представ-

ляется важным в дальнейшем исследовать различные конформации молекулы и оптимизировать ее геометрию путем минимизации полной энергии с расчетом анион-радикальных и катион-радикальных состояний молекул, так как известно [5], что индольные и другие ауксины являются активными донорами электронов и способны образовывать комплексы с переносом заряда.

В настоящей работе мы были далеки от того, чтобы дать исчерпывающую характеристику электронной структуры природного ауксина. Дальнейшие исследования нейтральных, анион- и катион-радикальных состояний молекул природных и синтетических ауксинов дадут более полное и точное описание самих ауксинов и, возможно, их рецепторов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт биохимии растений

(Поступило 25.1.1990)

ბიოქიმიის

ი. რამიშვილი, თ. დევდარიანი, ვ. ლუშკოვი, ლ. კვარცხავა, ლ. აბიათარი

ბუნებრივი აუქსინის სტრუქტურული თავისებურებანი

რეზიუმე

წარმოდგენილია 3-ინდოლმარმეავას კვანტურ-ქიმიური მეთოდებით გაანგარიშებული მონაცემები. განხილულია აუქსინის ურთიერთმოქმედების მექანიზმი რეცეპტორებთან.

BIOCHEMISTRY

I. A. RAMISHVILI, T. V. DEVDARIANI, V. V. LUSHKOV,
 L. Sh. KVARTSKHAVA, L. O. ABIATARI

ON STRUCTURAL PROPERTIES OF COMMON AUXIN

Summary

Data of 3-indoleacetic acid assessment by the quatochemical method have been presented. The mechanism of auxin interaction with the receptors has been considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. B. Koepfli, K. V. Thimann, F. W. Went. J. Biol. Chem., v. 122, n 4, 1938.
2. V. Thimann. Hormone Action in the Whole Life of Plants. The University of Massachusetts Press. Amherst, 1977.
3. А. Б. Рахманинова, Э. Е. Хавкин. Биохимия, т. 43, вып. 5, 1978.
4. K. Chamberlain, R. L. Wain. Ann. Appl. Biol., № 3, 1973.
5. Д. И. Стом. Биофизика, т. 12, № 2, 1967.

М. Д. МАМАЦАШВИЛИ, З. А. ЯКОБИШВИЛИ, К. К. ГЕЛАШВИЛИ,
К. Д. АБУТИДЗЕ, И. В. КАЛАНДАДЗЕ, Д. Г. МИКЕЛЯДЗЕ

ДЕЙСТВИЕ АНФ НА СВЯЗЫВАНИЕ БЛОКАТОРОВ КАЛЬЦИЯ С САРКОЛЕММОЙ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

(Представлено академиком М. М. Заалишвили 19.1.1990)

В настоящее время предполагается, что рецепторы натрийуретического фактора предсердий, пептида, который осуществляет натрийуретическое и диуретическое действие [1], а также вазорелаксирующую активность [2], подразделяются на два типа: плотно ассоциированный с гуанилатциклазой и не связанный с этим ферментом [3]. Несмотря на то что связь рецептора натрийуретического фактора предсердий (АНФ) с гуанилатциклазой хорошо доказана, участие ГМФ в физиологических эффектах этого пептида ставится под сомнение по целому ряду причин. Во-первых, нижний предел чувствительности гуанилатциклазы к АНФ находится в пределах концентрации пептида, равной 10 нМ [4], тогда как концентрация свободноциркулирующего и физиологически активного пептида в крови на порядок ниже [5]. Во-вторых, электрофизиологическая и фармакологическая активность АНФ, обнаруженная в отношении некоторых возбудимых клеток, в частности нейронов [6], не сопровождается повышением внутриклеточной концентрации цГМФ [7]. Кроме того, изменение мембранного потенциала под действием АНФ, наблюдаемое в клетках глиомы [8], обусловлено модификацией катионных каналов и не регулируется цГМФ зависимыми ферментативными процессами. Вышеизложенное позволяет предположить, что увеличение внутриклеточной концентрации цГМФ и сопряжение с гуанилатциклазой не является единственным эффективным механизмом клетки, опосредующим физиологическое действие АНФ. С учетом того, что изменение мембранного потенциала, а также релаксация мышц в основном обусловлены ионами кальция, нами были проведены исследования с целью выяснения взаимодействия рецепторов АНФ с белками кальциевого канала плазматических мембран.

Мышца сердца размельчалась и гомогенизировалась в 10% сахарозе с последующим центрифугированием при 1000 г в течение 10 мин при 4°C. Полученная надосадочная жидкость центрифугировалась при 15 000 г в течение 50 мин при 4°C. Осадок гомогенизировался в 50 мМ трис-НСl буфере, рН 7.4. Полученные плазматические мембраны использовались в экспериментах по связыванию.

Плазматические мембраны инкубировались с ³H-нитрендипином или ³H-дилтиаземом (5 нМ) в присутствии или отсутствии 10 мкМ немеченого нитрендипина или верапамила в течение 30 мин при 25°C. Конечный объем проб составлял 0,5 мл. После инкубации образцы фильтровались через фильтры GF/B. Специфическое связывание определялось как разница между общим связыванием и связыванием в присутствии немеченых лигандов. Концентрация белка определялась по Лоури.

Известно, что блокаторы потенциал-чувствительных кальциевых каналов подразделяются на несколько типов, из которых наиболее характерными являются аминопиридины: нитрендипин, нимодипин, ни-



федипин и т. д., а также производные верапамила и дилтиазем [9]. На основании того, что многие структурные аналоги аминопиридинов проявляют свойства кальциевых агонистов, а также связывание одного типа блокаторов аллостерически регулируется другим [9], предполагается существование нескольких типов кальциевых каналов [10]. Поэтому нами было проверено связывание двух типов кальциевых блокаторов — ^3H -нитрендипина и ^3H -дилтиазема — с плазматическими мембранами сердца. Проведенными опытами было выяснено, что АНФ снижает связывание как ^3H -нитрендипина, так и ^3H -дилтиазема. Причем концентрационно-зависимая кривая действия АНФ показывает, что этот пептид действует на связывание ^3H -нитрендипина эффективнее ($\text{ИК}_{50} \ll 10^{-6}\text{M}$), чем на связывание ^3H -дилтиазема ($\text{ИК}_{50} = 10^{-8}\text{M}$). В отличие от АНФ ангиотензин II и субстанция Р действовали лишь на связывание ^3H -дилтиазема и не влияли на взаимодействие ^3H -нитрендипина с плазматическими мембранами (рис. 1).

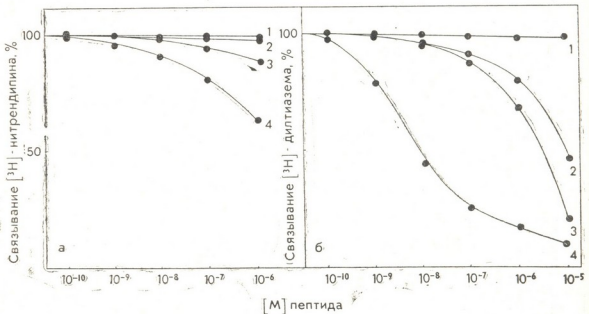


Рис. 1. Действие ангиотензина II (1), нейрогензина (2), субстанции Р (3) и АНФ (4) на связывание ^3H -нитрендипина (а) и ^3H -дилтиазема (б) с мембранами миокардия

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что одной из возможных эффективных систем, опосредующих физиологическое действие АНФ, может быть нитрендипин-чувствительный кальциевый канал, регулируемый рецепторными белками этого пептида. В настоящее время трудно предположить, каким образом происходит сопряжение указанных белковых систем, однако, учитывая что многие пептидные гормоны регулируют активность рецепторов классических медиаторов, сопряженных с кальциевыми каналами [11], можно заключить, что одним из механизмов действия АНФ является блокирование входа кальция в клетку.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

2 больница/поликлиника
4-го Главного управления
МЗ СССР

მ. მამაცაშვილი, ზ. იაკობიშვილი, კ. გელაშვილი, კ. აბუთიძე
ი. კალანდაძე, დ. მიქელაძე

ანფ-ის გავლენა გულის კუნთის სარკოლემასთან კალციუმის
ბლოკატორების დაკავშირებაზე

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ანფ-ის რეცეპტორებსა და პლაზმატური მემბრანების კალციუმის არხის ცილებს შორის ურთიერთკავშირი. გამოიკვია, რომ ანფ ამცირებს კალციუმის არხების ბლოკატორების ^3H -ნიტრენდიპინისა და ^3H -დილთიაზემის დაკავშირებას მემბრანებთან. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ანფ-ის ფიზიოლოგიური მოქმედების ერთ-ერთი მექანიზმი შეიძლება მდგომარეობდეს გულის კუნთში ამ პეპტიდით რეგულირებული ნიტრენდიპინ-მგრძნობიარე კალციუმის არხის ბლოკირებაში.

BIOCHEMISTRY

M. D. MAMATSASHVILI, Z. A. IAKOBISHVILI, K. K. GELASHVILI,
K. D. ABUTIDZE, I. V. KALANDADZE, D. G. MIKELADZE

THE EFFECT OF ANF ON CALCIUM BLOCKES BINDING
WITH MYOCARDIUM SARCOLEMMMA

Summary

Interactions between ANF receptors and plasma membrane calcium channel proteins have been studied. ANF was shown to reduce the binding of calcium channel blockers,— ^3H -nitrendipine and ^3H -diltiazem—to membranes. The results obtained suggest that one of the possible mechanisms of the action of ANF may be the blocking of nitrendipine-sensitive calcium channels in myocardial membranes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. J. de Bold, T. Flynn. *Life Sci.* 33, 1983, 297—303.
2. M. G. Currie, D. M. Geller, B. R. Cole. *J. E. Boylan. Sciences*, 221, 1983, 71—73.
3. R. Takayanagi, R. M. Snajdar *et al.* *BBRC*, 144, 1987, 244—250.
4. Y. Hirata, M. Tomita *et al.* *BBRC* 128, 1985, 538—546.
5. B. J. Ballerman, B. M. Brenner. *J. Clin. Invest.* 76, 1985, 2041—2048.
6. D. G. Standaert, D. F. Cechetto *et al.* *Nature*, 329, 1987, 151—153.
7. A. Friedl, C. Harmening *et al.* *J. Neurochem.* 52, 1989, 589—597.
8. G. Reiser, H. F. Höff, B. Hamprecht. *Brain Res.* 402, 1987, 164—167.
9. H. Glossman, D. R. Ferry *et al.* *J. Rec. Res.* 3, 1983, 177—190.
10. M. C. Nowycky, A. P. Fox, R. W. Tsien. *Nature*, 316, 1985, 440—443.
11. J. M. Lunberg, B. Hedlund, T. Bartfai. *Nature*, 295, 1982, 147—149.



Н. ХАММУД, Е. С. ДАВИТАШВИЛИ, Т. Г. ГАРИШВИЛИ,
Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЧИСТКА МОНОАМИНОКСИДАЗ ИЗ ПЕЧЕНИ КРЫС

Моноаминоксидазы (МАО, КФ 1.4.3.4), катализирующие окислительное дезаминирование биогенных аминов, привлекают пристальное внимание в связи с их особой ролью в функциональной деятельности головного мозга. МАО являются мембранно-связанными ферментами, что осложняет их выделение в чистом виде с высокой каталитической активностью. При этом большое значение имеет подбор щадящих солиubilизирующих условий и хроматографических приемов с целью сохранения их нативных физико-химических свойств. Усовершенствование современной техники биохимических исследований с применением новейших хроматографических методов позволило нам вновь вернуться к этому вопросу и предпринять попытку разработать более упрощенную технологию получения препарата МАО из печени крыс с высокой степенью очистки.

В основу предлагаемого метода положено сочетание действия неионного детергента тритона X-100 и относительно низких концентраций мочевины, отличающееся от применяемого ранее другими авторами способа выделения некоторых лабильных белков из мембран митохондрий и хлоропластов [1—3].

В качестве объекта исследований брали печень крыс, готовили 10% гомогенат на 0,25 М сахарозе и центрифугировали при 600 g 10 мин. Надосадочную жидкость центрифугировали при 12 500 g 15 мин. Полученный осадок гомогенизировали в 0,25 М сахарозе (1/2 начального объема) и центрифугировали при 12 500 g 15 мин. Осадок гомогенизировали в 0,1 М фосфатном буфере (pH 7,4) (1/10 начального объема) и центрифугировали при 12 500 g 15 мин. Осадок вновь суспендировали в 0,1 М фосфатном буфере (pH 7,4) (1/10 начального объема) и митохондриальную фракцию хранили при -20°C до ее использования. Непосредственно перед опытом ее размораживали, центрифугировали при 12 500 g 15 мин. Осадок гомогенизировали в 0,1 М фосфатном буфере (pH 7,4) (1/10 начального объема) и в гомогенате определяли содержание белка по методу Лоури и др. [4] и активность МАО [5]. Далее гомогенат центрифугировали при 20 000 g 15 мин. Полученный осадок ресуспендировали в смеси тритона X-100 и мочевины, конечные концентрации которых составляли соответственно 2% и 2М [3]. Солюбилизирующий раствор брали с таким расчетом, чтобы конечная концентрация белка была не менее 10 мг [3]. После отбора аликвот, в которых определяли концентрацию белка и активность МАО, с целью солиubilизации смесь инкубировали в течение 30 мин при комнатной температуре в условиях постоянного перемешивания. Затем суспензию центрифугировали при 100 000 g 60 мин и в надосадочной жидкости вновь измеряли содержание белка и активность МАО. Имея в виду, что тритон X-100 для образования мицелл имеет более низкие критические концентрации, чем для солиubilизации митохондриальных МАО [6, 7], детергент и мочевину удаляли путем диализа на колонке (2×40 см) с сефадек-

сом Г-25. В элюате также измеряли содержание белка и активность MAO. Полученные нами данные представлены в таблице.

Установлено, что солиubilизация тритоном X-100 в комплексе с мочевиной позволяет высвободить из митохондрий около 80% ферментного препарата, что превышает выход MAO из мембран митохондриальной фракции мозга более чем на 15—20% [8].

Солиubilизация MAO из митохондриальной фракции печени крыс

Этапы солиubilизации	Объем, мл	Белок, мг	Актив-ность, ед.	Уд. актив-ность, ед/мг	Очистка	Выход
Митохондриальная фракция	17	277,1	9144,3	33,0	1	100
Обработка митохондрий смесью тритона X-100 и мочевины	27,7	300,5	10636,8	35,4	1	100
Супернатант (центрифугирование при 100 000 g 60 мин)	24,0	212,4	9216,0	43,4	1,3	86,6
Гель-фильтрация через сефадекс Г-25	25,0	167,5	9450,0	56,4	1,7	83,5

Как видно из таблицы (пример одного из опытов), солиubilизированный препарат MAO содержит 86,6% исходной активности MAO, при этом достигается очистка MAO приблизительно в 1,3 раза выше, а в результате гель-фильтрации степень очистки повышается в 1,7 раза.

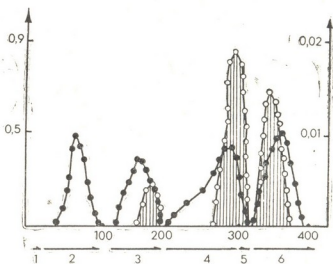


Рис. 1. Фракционирование солиubilизированного препарата MAO из митохондриальных мембран печени крыс на АН сефарозе-4Б: 1 — нанесение препарата на колонку, 2 — элюция 0,01 М фосфатным буфером (рН 7,4), 3 — элюция 0,1 М фосфатным буфером (рН 7,4), 4 — градиентная элюция тритоном X-100 от 0 до 0,2%, 5 — элюция 0,25% тритоном X-100, 6 — элюция 1% тритоном X-100 и ГМ КС в 0,1 М фосфатном буфере

В дальнейшей серии опытов по подбору условий очистки MAO из солиubilизированного материала мы использовали метод аффинной хроматографии. Опыты проводили на колонке (2×20 см) с сорбентом АИ сефарозой-4Б (агаровый гель сефароза-4Б с ковалентно связанным лигандом субстратом митохондриальных MAO — гексамети-

лендиамином). Колонку уравнивали 0,01 M фосфатным буфером (pH 7,4). На колонку наносили солибилизованный, очищенный на сефадексе G-25 препарат MAO (60—70 мг). Элюцию проводили поэтапно со скоростью 45 мл/час при комнатной температуре 0,01 M фосфатным буфером (pH 7,4), затем 0,1 M фосфатным буфером (pH 7,4) и градиентом тритона X-100 от 0 до 0,2%. На заключительном этапе хроматографии колонку промывали 1% раствором тритона X-100 и 1M KС в 0,1 M фосфатном буфере (pH 7,4). При помощи коллектора («Фокси», ИСКО, США) собирали по 6 мл элюата (рис. 1).

Как видно из рис. 1, после хроматографии солибилизованного препарата на колонке с АН сефаразой-4В были получены четыре белковые фракции. Первая фракция не обладает MAO-активностью. MAO-активность преимущественно обнаруживается во II, III и IV фракциях. Причем большая ее часть по активности сосредоточена в III фракции. Степень очистки идентифицированных фракций по MAO-активности по сравнению с исходным материалом (фрагменты митохондриальных мембран) повышалась в 40—45, 50—80 и 40—50 раз соответственно.

Таким образом, предложен способ выделения и очистки изоформ MAO из белых крыс. Выделены три фракции с MAO-активностью. Идентификация MAO по их субстратной специфичности является целью дальнейших исследований.

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

(Потупило 16.2.1990)

ბიოქიმია

ბ. ჰამმუდი, ე. დავითაშვილი, თ. გარიშვილი, ნ. ალექსიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ვირთავვას ღვიძლიდან მონოამინოქსიდაზების გამოყოფა და გასუფთავება

რეზიუმე

დადგენილია ვირთავვას ღვიძლის მიტოქონდრიებიდან მონოამინოქსიდაზების გამოყოფის ოპტიმალური პირობები. აფინური ქრომატოგრაფიის გამოყენებით გასუფთავებულია და იდენტიფიცირებულია ფერმენტული აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციის სამი პიკი.

BIOCHEMISTRY

N. HAMMOUD, E. S. DAVITASHVILI, T. G. GARISHVILI, N. G. ALEKSIDZE ISOLATION AND PURIFICATION OF MONOAMINOXIDASES FROM RAT LIVER

Summary

The optimal conditions for separation of mitochondrial monoaminoxidases from rat liver have been established. By the method of affinity chromatography 3 protein fractions characterized by enzymic activity have been identified.

წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Dennick, R. Mauger. *Biochem. Soc. Trans.*, 4, 1976, 344.
2. Т. Тогауа *et al.* *Biochem. Biophys. Acta*, 420, 1976, 316.
3. Т. Г. Гаришвили. Тез. Межуниверситетской конф. молодых ученых «Современные проблемы биологии». Тбилиси, 1978, 81.
4. Lowry *et al.* *J. Biol. Chem.*, 193, 1951, 265.
5. В. З. Горкин. Аминоксидазы и их значение в медицине. М., 1981.
6. В. З. Горкин. Сб. «Нейрофармакология антидепрессантов». М., 1984, 127.
7. P. Yu. J. *Biochem. Pharmacology*, 30, 1981, 1283.
8. Т. Г. Гаришвили, В. З. Горкин. Сообщения АН ГССР, 89, 1978, 185.



Т. И. ДОЛИДЗЕ, Д. А. ДОЛИДЗЕ

КИСЛАЯ ПРОТЕИНАЗА MUCOR PLUMBEUS

(Представлено академиком Г. И. Квеситадзе 2.11.1989)

Исследована микофлора почвы и растительных субстратов различных почвенно-климатических областей Грузинской ССР на биосинтез протеолитических ферментов. Отобран штамм *Mucor plumbeus* — активный продукт кислой протеиназы. Выделен технический препарат фермента.

Проведены исследования по очистке кислой протеиназы путем биоспецифической хроматографии и определению некоторых его физико-химических свойств.

Для выделения ферментного препарата штамм *M. plumbeus* выращивали в ферментере в течение 72 часов. В качестве посевного материала использовали суспензию 10-суточных культур, выращенных на 8%-ном сусло-агаре. Технический препарат получали осаждением культуральной жидкости ацетоном при соотношении 1:2. Препарат сушили лиофильно. Протеолитическую активность определяли по методу Ансона [1].

Процедура очистки фермента [2] включала две стадии: биоспецифическую хроматографию на сорбенте—сорсилене и последующее концентрирование с помощью добавления G 200. На первой стадии использован биоспецифический сорбент—сорсилен, импрегнированный альбумином. Сорсилен представляет собой полимер на основе терефталевой кислоты и этиленгликоля, состоящий из сферических частиц с объемом пор 2—3 см³/г и удельной поверхностью 50—120 м²/г полимера. Импрегнирование сорсилена белком осуществляли, суспендируя полимерные частицы в 10-кратном объеме 2%-ного раствора альбумина в 0,1 М универсальном буфере (рН 3) в течение 10—12 часов при 6—10°. Затем сорсилен промывали тем же буфером, содержащим 20% этанола. После этого добавляли раствор препарата кислой протеиназы в 0,1 М буфере (рН 3), содержащий 20% этанола с концентрацией белка, равной 50 мг/мл, перемешивали и выдерживали в течение 30 мин при комнатной температуре. Затем сорбент промывали 4-кратным количеством 20%-ного раствора этанола и 5 раз отделяли отмытую часть центрифугированием (6000 об/мин, 1 мин). Связанную кислотную протеиназу десорбировали с носителя, используя 1 М NaCl, содержащий 20%-ный раствор этанола, четырежды.

Элюированную с сорбента фракцию протеиназы концентрировали добавлением G 200 до вязкой суспензии, через 15 мин центрифугировали в течение 30 мин при 5000 об/мин. Осадок отбрасывали, оставшуюся жидкость подщелачивали до рН 8, пропускали через фильтр УМ-10 (фирмы «Amicon», США) при давлении 3,5 атм, фракцию концентрировали до 2 мл и использовали для анализа путем электрофореза. Электрофорез проводили в 10%-ном ПААГ в присутствии ДДС-натрия [3]. Электрофорез показал наличие двух белковых фракций (рис. 1), что указывает на неполную очистку фермента.

Проведен ингибиторный анализ с применением селективных химических модификаторов: фенолметилсульфонилфторида, пара-хлормеркурибензоата, иодацетамида и этилендиаминтетраацетата. Оказалось, что иодацетамид и этилендиаминтетраацетат ингибируют активность

кислой протениназы на 22,5 и 70,5 соответственно (см. таблицу). Ввиду того, что этилен диаминтетраацетат ингибирует на 70,5% активность кислой протениназы, очевидно, фермент является металлопротениназой.

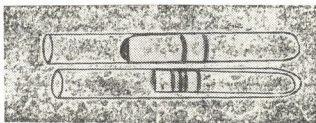


Рис. 1. Электрофореграмма кислой протениназы *Mucor plumbeus*: 1 — исходный препарат, 2 — препарат после очистки

Для определения типа действия протеолитического фермента (эндо- или экзо-) использовали в качестве субстрата БСА (бычий сывороточный альбумин («Reanal», Венгрия). Частично очищенную протениназу добавляли к БСА и с интервалом времени 15; 30; 45; 60; 90; 120; 180 мин и 15 часов отбирали пробы. При этом реакцию протеолиза останавливали кипячением проб в электрофорезном буфере. Как показал электрофоретический анализ, все пробы от 0 до 15 часов содержали начальную форму БСА (67 кДА). Следовательно, кислая протениназа, скорее всего, является ферментом экзопроотеолитического действия.

Влияние модификаторов на активность кислой протениназы

Добавленные реагенты	Остаточная активность, % от исходной
Фенилметилсульфонилфторид	100
Пара-хлормеркурибензоат	100
Иоацетамид	77,5
Этилендиаминтетраацетат	29,5

В результате проведенной работы разработан простой и эффективный метод очистки кислой протениназы, которая оказалась металлосодержащей экзопроотеиназой.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт биохимии растений

(Поступило 16.2.1990)

ბიოქიმია

თ. დოლიძე, ჯ. დოლიძე

MUCOR PLUMBEUS-ის მუშავი პროტეინაზა

— რეზიუმე

მიკრობიოლოგიური სელექციის გზით შერჩეულ იქნა *Mucor plumbeus* მუშავი პროტეინაზის აქტიური პროდუცენტი. მიღებულია ტექნიკური ფერ-

მენტული პრეპარატი ორგანული გამხსნელების საშუალებით. ბიოსპეციფიკური ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით მოხერხდა ტექნიკური პრეპარატის ნაწილობრივი გაწმენდა. შესწავლილ იქნა ფერმენტის ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები. დადგინდა, რომ ფერმენტი წარმოადგენს მეტალშემცველ ეგზობროტიენაზას.

BIOCHEMISTRY

T. I. DOLIDZE, J. A. DOLIDZE

MUCOR PLUMBEUS ACIDIC PROTEINASE

Summary

An active producer of *Mucor plumbeus* acidic proteinase has been chosen by microbiological selection. Crude enzyme preparation has been obtained by precipitation with organic solvents. A partial purification of proteolytic enzyme has been managed by the method of biospecific chromatography. Some physico-chemical properties of the enzyme have been studied. It has been established that the enzyme is metal-containing exo-proteinase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. L. Anson. J. Gen. Physiol., 22, 1938, 79—83.
2. X. T. Хасанов, M. M. Рахимов. Краткие тез. докл. Всесоюз. конф. «Выделение, очистка и анализ биологически активных соединений. Сухуми, 1987, 52.
3. Л. А. Остерман. Электрофорез и ультрацентрифугирование. М., 1981, 56—66.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

И. Д. ДОЛИДЗЕ, Т. В. БОЧОРИШВИЛИ

ОБ ОСТРОМ ПРОТЕЙНОМ КИШЕЧНОМ СЕПСИСЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 5.2.1990)

В клинической медицине нерешенной остается проблема криптогенного сепсиса. Последний встречается в 17% случаев от общего числа больных с терапевтическим сепсисом [1]. На основе ретроспективного анализа клинко-патанатомического материала с диагнозом криптогенного сепсиса в ряде случаев нами установлены входные ворота генерализованной инфекции в кишечнике [2, 3] и тем самым обоснована правомочность термина «кишечный сепсис» взамен «криптогенный». Согласно нашему материалу (68 больных), протейная этиология кишечного сепсиса была установлена в 14,7% случаев. Летальность составила 60%. Она была обусловлена поздней диагностикой, запоздалым этиотропным и патогенетическим лечением, быстро текущей эндооксической интоксикацией.

В настоящей работе приводится анализ 10 историй болезни больных с диагнозом острого протейного кишечного сепсиса — клиники и патоморфологии. Диагноз протейного сепсиса подтверждался при жизни положительной гемокультурой (7 случаев), гемоуринокультурой (1 случай), посмертно-положительными гемотканевыми культурами (2 случая).

Анализ представленного клинического материала показывает, что острый протейный кишечный сепсис развивался при нерациональной химиотерапии пищевых токсикоинфекций (5 случаев), острых респираторных заболеваний (3 случая), ушибленно-гнойной раны (1 случай) и тромбоза конечностей (1 случай).

Протейный сепсис в большинстве случаев протекал однотипно и со следующими проявлениями:

ЦНС: общая адинамия и заторможенность (60%), затрудненный контакт с больным (40%) и менингизм (10%).

Тоны сердца были чистыми и ясными (30%), приглушенными (50%) и глухими (20%), а у 30%, кроме того, выслушивался панси-столический шум. Тахикардия, вначале умеренная (90—100 уд/мин), по мере утяжеления патологического процесса становилась резкой (120—130 уд/мин). В половине случаев больные поступали в клинику в состоянии инфекционно-токсического шока, а у остальных была тенденция к снижению артериального давления.

Органы дыхания: легочное поражение наблюдалось у 30% больных, отсюда большинство случаев приходилось на выживших.

Органы пищеварения: язык сухой (50%) или влажный (50%), с белым (40%) или серовато-коричневым (30%) налетом. Живот мягкий, болезненный в правом подреберье (20%), вздутие живота с метеоризмом (30%), сочетанное увеличение печени и селезенки (40%) и селезенки (30%), упорные запоры у всех наблюдаемых.

Органы мочеотделения: олигурия (70%), лейкоцитурия (50%), протеинурия (40%), низкий удельный вес (80%), макрогематурия (20%), поллакиурия (20%).

Кожные покровы: пятна, подобные трупным, то исчезающие, то вновь возникающие (80% случаев), акроцианоз и мраморность ко-



жи и склер, сухие некрозы губ и периферийных участков конечностей (30%).

Гемограмма: лейкоцитоз (в среднем $14,7 \cdot 10^9$ л) с палочкоядерным сдвигом (в среднем 13%), ускоренная СОЭ (в среднем 42 мм/час). В одном случае резкая лейкопения ($1,8 \cdot 10^9$ /л). В красной крови гипохромная анемия (60%), усугублявшаяся по мере длительности заболевания у всех пациентов.

При протейном сепсисе резко проявляется геморрагический компонент (40%), выражающийся в возникновении спонтанных кровотечений из различных органов (почки, желудок, кишечник) и прежде уже гемостазированных ран. Это является следствием тяжелой эндотоксической интоксикации (высокая гектическая лихорадка, длительно текущие ознобы и профузная потливость), нередко заканчивающейся необратимым инфекционно-токсическим шоком.

Материалы аутопсии. В желудочно-кишечном тракте наблюдались точечные кровоизлияния в желудке (60%) и кишечнике (100%), гиперплазия лимфоузлов брыжейки (100%) и перибронхиальных (60%). При наличии бородавчато-язвенного эндокардита (60%) отмечались метастатические абсцессы и микроинфаркты в различных жизненно важных органах (мозг, печень, селезенка, кишечник). Характерными являлись гиперплазия пульпы селезенки (100%) и бронхопневмония (80%).

Несмотря на тяжелое течение острого протейного кишечного сепсиса, при своевременном распознавании патологии и рациональной противосептической терапии возможно спасти больных, находящихся почти в безнадежном состоянии. Примером служит нижеприведенная история болезни:

Больной Дз. А., 70 лет, ИБ № 706, поступил в клинику в состоянии инфекционно-токсического шока на 3-й день резкой эндотоксической интоксикации. Болен в течение 2,5 месяцев. Заболевание началось с гипертонического криза, после которого развились вначале ишемический инсульт с левосторонним гемипарезом, затем тромбоз левого нижнего конечности. На фоне бессистемного и нерационального антибактериального лечения развился лекарственный кишечный дисбактериоз (упорные запоры, метеоризм, тошнота, икота, сухость во рту) с периодическим субфебрилитетом, рецидивирующей лейкоцитурией и микрогематурией. За 2 дня до поступления в нашу клинику развилась резкая эндотоксическая интоксикация (высокая гектическая лихорадка, частые и продолжительные ознобы, профузная потливость, на коже коллаптоидные пятна).

При поступлении контакт с больным затруднен, выражены менингеальные знаки (Кернинга, Вейс—Эдельмана и Бабинского). При умеренном тахипноэ (дыхание—44 в мин) в нижней доле правого легкого отмечается крепитация. Тоны сердца приглушены, пульс—130 уд/мин, слабого наполнения, АД—80/40 мм рт. ст. Язык сухой, утолщен, обложен сероватым налетом, живот вздут, безболезненный, печень выходит из-под реберной дуги на 2,5—3,0 см, плотная, безболезненная, селезенка не прощупывается, дефекация после клизмы, олигурия (за сутки выделено 300 мл мочи). В гемограмме: нормохромная умеренная анемия при резком лейкоцитозе ($25,6 \cdot 10^9$ /л) с палочкоядерным сдвигом (п.—26%) и высокой СОЭ (60 мм/час). В моче: уд. вес—1004, белок—2,65%, лейкоцитурия. В коагулограмме: фибриногенемия (фибриноген—550 мг%) при резком снижении фибринолитической активности (фибринолиз—98 мин) и положительных паракоагуляционных тестах. В спинномозговой жидкости: цвет прозрачный, цитоз—50/3, сахар—6,88 ммоль/л.

Заболевание протекало с рецидивирующими шоками, нестабильным артериальным давлением (смена гипертензии и гипотензии), резко выраженной эндотоксической интоксикацией (продолжительные

ოზიობი, პროფუზიანი პოტლივობი, კოლაპტოიდური პიატნი, ენცეფალოპათია) ნეაზივსიპოტი ტემპერატურული რეაქცია, ჭარბი რვობა და იკოტა, რეაზივსიპობი სერდუჩო-ლეგოჩი და პოჩეჩი ნედატოჩობი. მულო-კრატო ბლა ვიავლენა პოლოჟივთეა გემოკულტურა (*Proteus mirabilis*). პროგრესივო ნარეატიანი ანემია (დო ერ.— $2,31 \cdot 10^{12}/\text{ლ}$) და სოე (72 მმ/ჩას) პრი პოსტეპენიი ნორმალეზაცია ბელოი კრევი.

პოსლე პრევენენიი ანტიბაქტერიული (კლაფორან—4,0 გ ვ სუტკი ვ ტეჩენე 28 დნეი, ამიკაცი—1,0 გ ვ სუტკი ვ ტეჩენე 10 დნეი, 0,5% რ-რ დიოქსიდინა—20,0 მლ ვ სუტკი ვ ტეჩენე 12 დნეი) ტერაპია, ინგიბიციი აგრესივური ფერმენტო, რეგულირეობი გიპოკოაგულია, ტრანსფუზია რეოლოგიკური აქტიური ჯიდაკოტეი, ვისოკი დოზი პრედიზოლონ (600—720 მგ) დია სტაბილეზაცია არტერიული დავლენა, სეანსო პლაზმო-ფერეზი და ობმენური პერელივანიი კრევი, მედიკამენტოზი პოდდერჟივანიი ფუნქცია სერდუჩო-სოვუდისტოი, ნერვიი და მოჩევი სისტემა უდალო სპატი ჯივნი ბოლოი. ტემპერატურა ნორმალეზოვალა ნა 14-ი დნეი გოსპიტალიზაცია. ვეპისალა ვ ულუჩენი სოსტანეი ჩერეზ მე-სა. ვ ნაოსტაეე ვრეა ბოლოი პრაქტიკური ჯდოვ.

ტაკი მობრეა, ნა ოსოვე ანალიზი ისტორიი ბელონიეი მი ოპისალი კლინიკური ოსტრო პრეტიი კიშეჩი სეპსისი. ჰოე კლინიკური მატერიალი ნებოლოი (10 სლუჩაე), ნო პრევენენი კლინიკო-ლაბორატორიული დანიე, კაკ ნამ კაჟეტა, პრევენენი კლინიკური ინტერესი. ჯნანი კლინიკური ოსობენობეი ტეჩენი პრეტიი სეპსისი (ნაკლონიობი კ ჭარბი შოკო, ბუსტრეკუშია ენდოტოქსიკური ინტოქსიკაცია, ტოქსიკო-ალერგიკური და გემორრაგიკური კომპონენტი, ვისოკი ლეიკოციტოზი ს რეკიმი პოლოჩეკოადერნი სდვიგო და ვისოკი სოე) პომოჟეტ პრაქტიკური ვრეაჩი სტავიტი სეოვერმენური დიაგნოზი და რაციონალური პრევენენი პრეტიი სეპსისი ტერაპია. პო მერე ნაკოპლენი მატერიალი ბუდეტ სისტემატიზირეობი კლინიკური ბელონიეი ს უჩეტო მემორბიდიი ფონა და რისკ-ფაქტორი.

რესპუბლიკური პრევენენი სეპსისი
 ცენტრი მზი გსსრ

(პოსტუპილი 15.2.1990)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ი. დოლიძე, თ. გომორევილი

მზვამე ნაწლავისმიერი პროტეული სეპსისის შესახებ

რეზიუმე

კლინიკურ-პათანატომიური მონაცემების საფუძველზე ავტორებმა პირველად აღწერეს მწვავე ნაწლავისმიერი პროტეული სეპსისის კლინიკა. ამ უკანასკნელის თავისებურებანი გამოხატული იყო შოკებისადმი ხშირი მიდრეკილებით, სწრაფად მიმდინარე ენდოტოქსიური ინტოქსიკაციით, ტოქსიკურ-ალერგიული და პემორაგიული კომპონენტებით, მაღალი ლეიკოციტოზით, მკვეთრი ჩხირბირთვიანი გადახრითა და მაღალი ელს-ით.



I. D. DOLIDZE, T. V. BOCHORISHVILI

ON ACUTE PROTEUS INTESTINAL SEPSIS

Summary

On the basis of clinical and pathoanatomical data, the authors are the first to describe the clinical picture of acute proteus intestinal sepsis. The peculiarities of the disease are manifested in liability to frequent shocks, prompt endotoxic intoxication, toxic-allergic and hemorrhagic components, high leukocytosis with a sharp shift to stab neutrophils and high ESR.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сепсисология с основами инфекционной патологии. Под ред. В. Г. Бочоришвили. Тбилиси, 1988, 271.
2. И. Д. Долидзе, Т. В. Бочоришвили. Сообщения АН ГССР, 134, № 2, 1989, 401—403.
3. И. Д. Долидзе, Т. В. Бочоришвили. Клин. мед., т. 67, № 8, 1989, 103—104.



Ц. И. МАМУКАШВИЛИ

МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ИНФЕКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОЗБУДИТЕЛЯ КОРНЕВЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ *CYLINDROCARPON OBTUSISPORUM* WOLLENW.
В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ И ЕГО РОЛЬ В ПРОЯВЛЕНИИ
БОЛЕЗНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Н. Гнгаури 8.2.1990)

В условиях Грузии самыми вредоносными и широко распространенными грибными заболеваниями в питомниках хвойных пород являются полегание сеянцев и корневые гнили (усыхание сеянцев и саженцев), вызываемые представителями родов *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Pythium*, *Rhizoctonia* и др. Среди указанных грибов по своей встречаемости, интенсивности распространения и степени вредоносности почти во всех лесхозах выделяются грибы рода *Cylindrocarpon* Wollenw. [1]. Они относятся к обычным почвенным патогенам, отмечающимся на корнях хвойных пород. Часто встречаются следующие виды этого рода: *C. obtusisporum* на сосне черной, орехе грецком и кипарисе, *C. cedri* на кедре гималайском, *C. destructans* на ясене и дубе.

Для проведения борьбы против возбудителей корневых заболеваний определяется степень контаминации почвы этими патогенами.

Исследователями разработаны методы количественной оценки степени контаминации почвы патогенами-возбудителями корневых заболеваний типа фузариозного и вертициллиозного вилта [2, 3]. Согласно этим методам, применяется существующая положительная корреляция между степенью поражения болезнью растений-хозяев используемых патогенов. По степени поражения растений можно судить о потенциале инокулюма почвенного патогена [4]. Установлено, что потери урожая и распространенность болезни белой гнили подсолнечника зависят от плотности инокулюма.

Однако в нашем случае для определения потенциала инокулюма цилиндрокарпоноза указанные методики нуждаются в модификации. С целью снятия эффекта фунгистазиса в прорастании микромицетов возбудителя вилта хлопчатника (*Verticillium dahliae*) ючва разбавляется в несколько десятков раз песком [2]. В нашем случае этот прием не нужен, так как при этом разбавляется и грибной инокулюм, в результате чего частота инфекции резко уменьшается.

Критерием оценки потенциала инокулюма, согласно Даймонду и Хорофоллу (цит. по Тарр [5]), в наших опытах служило количество независимых заражений всходов сосны возбудителем цилиндрокарпоноза.

Опыты показали, что для заражения сеянцев сосны черной в восприимчивой фазе развития (40—45-дневные растения) требуется очень высокая плотность конидиальной и хламидоспоровой суспензий, по сравнению с аэрогенными облигатными факультативными паразитами. Даже при концентрации конидий 2 млн/1 мл воды частота заражения растений не превышает 71,6%. А в случае хламидоспор при указанной плотности инокулюма заражается не больше 29,5%. Тем самым



подтверждается факт меньшей агрессивности почвенных патогенов. Следовательно, факты массового развития болезни в природных условиях обусловлены накоплением в почве инокулюма в большом количестве, в таком размере, которым обеспечивается высокий биотический потенциал патогена.

Учитывая трудности при количественном определении и потенциала инокулюма цилиндрокарпоноза, мы постарались судить о его величине, как в случае многих почвенных патогенов, по косвенным показателям, а именно по интенсивности поражения растений-хозяев в данной почвенной среде, так как, согласно С. Д. Гаррету [6], «растение-хозяин является идеальной избирательной средой для развития специфических микромицетов».

В связи с этим нами была модифицирована методика индикаторных растений А. Вилхелма [7], согласно которой по частоте поражения растений-индикаторов определяется индекс инфекционности почвенного инокулюма.

Сущность методики заключается в следующем: в вазоны с различной пробой почвы, взятой на глубине 3—15 см, высаживаются 40—45-дневные растения-сеянцы хвойных пород, по 10—12 штук (повторность пятикратная). В течение 30—35 дней устанавливается количество зараженных и усыхающих растений — визуальными наблюдениями и тщательным анализом растений с сомнительными признаками поражения, а также внешне здоровых экземпляров. Поверхность корней стерилизуется, и делается пересев мелких отрезков на 2% суслоагаровую среду. В итоге определяется частота поражения растений-индикаторов, являющаяся индексом инфекционности почвенного инокулюма изучаемого патогена. В каждом варианте анализируется по 50—60 растений.

Опыты ставились в Тбилиском (Дигоми) базисном питомнике. В первом варианте почвенная проба бралась с очага заражения питомника (участок, на котором в течение последних 4 лет выращивались сеянцы хвойных пород); во втором варианте — с того же участка по диагонали; в третьем — с участка Цхиетского лесничества (подлесная почва). Во всех трех случаях тип почвы был один и тот же — оподзоленная среднесуглинистая. Опыты проводились в течение 3 лет (1982—1984 гг.). Параллельно с учетом пораженности растений-индикаторов обследовался указанный выше участок питомника для определения интенсивности сеянцев в природных условиях.

Результаты опытов приведены в таблице. Количество пораженных индикаторных растений (40—50-дневных сеянцев сосны черной), высаженных в почву, взятую из очага заражения, приближается к проценту пораженных сеянцев в естественных условиях (в очагах инфекции).

В обоих случаях отмечается тенденция увеличения процента пораженности растений в последующие годы наблюдения, что можно объяснить постепенным накоплением инокулюма и ухудшением фитосанитарного состояния почвы. Следует также отметить, что отклонения по проценту пораженных растений между показателями, полученными в лаборатории (метод растений-индикаторов) и в естественных условиях, в этом случае не превышают 15—21% и колеблются между —13,9 и +20,7%. При взятии почвенных проб по диагонали участка получены неравные результаты, и они соответствуют интенсивности поражения цилиндрокарпонозом сеянцев сосны черной на опытном участке. К тому же, в первом случае наблюдается тенденция увеличения количества пораженных растений по годам. В почвенных пробах, взятых с подлеса, инокулюм агрессивных форм возбудителей цилиндрокарпоноза оказался в малом количестве, и в связи с этим отмечались единичные случаи поражения растений-индикаторов.

Следовательно, метод растений-индикаторов для определения инфекционности почвы при цилиндрокарпонозной корневой гнили является удовлетворительным по своей чувствительности и полученные результаты соответствуют интенсивности поражения растений в природных условиях. Однако, если пробы берутся по диагонали участка, отмечаются погрешности из-за неравномерного распределения

Определение потенциала инокулюма возбудителей цилиндрокарпоноза методом растений-индикаторов

Варианты опыта	Годы наблюдения	По методу растений-индикаторов		Результаты полевых учетов	Отклонения от показателей в естественных условиях, %
		кол-во учетных растений	% поражения	% поражения	
Почвенная проба из очага заражения питомнического хозяйства	1982	51	42,75	35,42	+20,69
	1983	56	51,74	60,08	-13,88
	1984	58	70,90	68,1	+ 4,11
Почвенная проба из питомнического хозяйства, взятая по диагонали участка	1982	54	7,30	15,74	-59,62
	1983	54	19,66	24,79	-20,69
	1984	49	14,10	34,4	-75,6
Почвенная проба, взятая с подлесной почвы	1982	53	0	—	—
	1983	53	0	—	—
	1984	51	8	—	—

почвенной инфекции. Поэтому следует усовершенствовать методику взятия почвенных проб за счет уменьшения их количества (количества повторностей) или установлением коэффициентов корреляции поражения растений на участках с соответствующими показателями инфекционности почвы в очагах болезни. Так, например, в нашем случае интенсивность поражения цилиндрокарпонозом семян сосны черной в очагах превышает соответствующий показатель на целом участке в 2—2,5 раза (таблица).

Таким образом, по интенсивности заражения растений-индикаторов можно судить о потенциале инокулюма возбудителей цилиндрокарпоноза.

НИИ горного лесоводства
 им. В. З. Гулисашвили

(Поступило 15.2.1990)

ფიტოპათოლოგია

ც. მახუაშვილი

ტყის სანერგებში ფესვის დაავადების გამომწვევის
 (ცილინდროკარპონი ობტუსისკოროსი) ინფექციური პოტენციალის
 რაოდენობის განსაზღვრა და მისი როლი დაავადების
 გამომწვევად

რეზიუმე

გავითვალისწინეთ რა სანერგებში ცილინდროკარპონოსის (ტყის მცენარეთა ფესვის დაავადების გამომწვევა) ინოკულუმის პოტენციალის განსაზღვრის სიძნელე ნიადაგში, მიზნად დავისახეთ გვესჯელა მისი რაოდენობის

შესახებ ირიბი მაჩვენებლებით, როგორც ეს ხდება ნიადაგის მრავალი პათოგენის შემთხვევაში.

ჩვენს მიერ მოდიფიცირებულია ვილჰელმის ინდიკატორ მცენარეთა მეთოდის, რომლის თანახმად დაავადებული ინდიკატორი მცენარის სიხშირით განისაზღვრება ნიადაგში პათოგენის ინოკულიუმის ინფექციურობის ინდექსი.

PHYTOPATHOLOGY

Ts. I. MAMUKASHVILI

A METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF INFECTIVE POTENTIAL OF ROOT DISEASE CAUSATIVE AGENTS (*CYLINDROCARPON OBTUSISPORUM* WOLLENW.) IN SOIL AND ITS ROLE IN DISEASE DEVELOPMENT IN NURSERIES

Summary

Considering the difficulty of quantitative determination of inoculum potential of *Cylindrocarpon* the authors of the paper judge of its size according to indirect indicators, as is the case with many other soil pathogens. The method of indicator plants (A. Wilhelm, 1950) according to which the index of infection of soil inoculum is defined by the incidence of disease in plant-indicators is modified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. И. Мамукашвили. Сообщения АН ГССР, 116, № 3, 1984, 613—616.
2. А. А. Бенкен, А. С. Доценко. Микол. и фитопатол., т. 5, вып. 3, 1971, 282—287.
3. Н. С. Королева, А. Г. Касьяненко, В. Р. Миллер. Микол. и фитопатол., 20 (60), 1986, 509—512.
4. В. И. Якуткин, С. В. Щербакова, Т. И. Милютенкова. Микол. и фитопатол., т. 22, вып. 2, 1988, 182—186.
5. С. Тарр. Основы патологии растений. М., 1975.
6. С. Д. Геррет. Биология и экология грибов, вызывающих заболевание корней. В кн.: «Проблемы и достижения фитопатологии». М., 1962, 365—376.
7. Wilhelm Stephen. Phytopathology, 40, № 4, 1950, 368—376.



Ц. А. ЧХУБИАНИШВИЛИ, Т. З. ЦИЦИШВИЛИ

ОБЗОР ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ *HELIOTHIS ARMIGERA* HBN.

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Я. Элиава 22.1.1990)

Хлопковая совка, или коробочный червь, *Heliothis armigera* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae) в пределах юга Советского Союза является одним из серьезных вредителей многих сельскохозяйственных культур. В Грузии она часто повреждает табак, кукурузу, томаты, ряд бобовых и овощных культур [1—3]. Динамика численности вредителя характеризуется многолетними циклами с чередованием годов депрессии, заметного нарастания численности и вспышек массового размножения. Для разработки современных систем защиты растений против вредителей, в том числе и против хлопковой совки, необходимо знание биоэкологических связей и взаимоотношений в агроценозе. При этом максимальное использование биологических агентов является одним из основных требований к подобным системам. Поэтому исследования по выявлению патогенных микроорганизмов и составление полного списка энтомопатогенных вирусов хлопковой совки, предлагаемые в данной работе, могут представлять определенный научный и практический интерес.

Маршрутные обследования для сбора материала — больные и погибшие гусеницы хлопковой совки — проводили в посадках табака (Лагодехи, Марнеули), кукурузы и томатов (Марнеули, Гардабани). Образцы обрабатывали по методике для изучения вирусной патологии вредных насекомых [4, 5].

Вирусные патогены определяли с помощью атласа болезней насекомых [6]. Возбудители вирусных заболеваний представлены по современной системе номенклатуры энтомопатогенных вирусов [7, 8].

Возбудитель ядерного полиэдроза (ВЯП)
Baculovirus (Polyhedrovirus) armigera comb. nova.—
Borrelina armigera [9]

Основной хозяин: хлопковая совка *Heliothis armigera*.

Дополнительные хозяева: карадрин *Laphigma exiqa* Hb. и зимняя пяденица *Operophtera brumata* L. [10].

Морфология: полиэдры диаметром 0,7—1,7 мкм, вирусные палочки 320×90 нм расположены одиночно.

Вирулентность: данных нет.

Локализация в организме хозяина: ядра клеток жирового тела, гиподермы, эпителия трахей.

Распространение: вирус выделен в европейских популяциях хлопковой совки, в СССР — в Грузинской ССР [11].

Роль в регуляции численности хозяина: в ряде случаев вызывает эпизоотию в популяциях совки, характерно при этом очаговое распространение заболевания.

Применение: опрыскивание взвесью полиэдров (1 млн в 1 мл) вызывает смертность молодых гусениц на 96—100% [12].

Хранение коллекционных культур: ГрузНИИЗР им. Л. А. Канчавели.

Возбудитель гранулеза (ВГ)

Baculovirus (Granulovirus) obsoleta Masamuch. e. a. [13]

Основной хозяин: хлопковая совка *H. armigera*.

Дополнительные хозяева: не известны.

Морфология: вирусные включения овальные, размером 330—370×185—210 нм, в каждом включении содержится один вирион размером 270—325×90—125 нм.

Локализация в организме хозяина: клетки жирового тела, гиподермы, эпителия трахей.

Распространение: вирус выделен в Узбекской ССР на хлопчатнике, в Грузии отмечен на табаке совместно с БЯП [11].

Роль в регуляции численности: болезнь носит характер эпизоотии [13].

Применение: известен опыт применения вируса гранулеза для защиты хлопчатника [14].

Хранение коллекционных культур: Ташкентский с/х институт.

Возбудитель цитоплазматического полиэдра (ВЦП)

Insectoreovirus armigera [15]

Основной хозяин: хлопковая совка *H. armigera*.

Дополнительные хозяева: не известны.

Локализация в организме хозяина: цитоплазма эпителия среднего отдела кишечника.

Распространение: вирус выделен в лабораторных популяциях, выращенных на искусственных питательных средах.

Хранение коллекционных культур: Кишиневский с/х институт им. М. В. Фрунзе.

Разные энтомопатогены ВЯП, ВГ, ВЦП, выделенные из хлопковой совки, являются потенциальными биологическими агентами для интегрированной защиты растений, использование которых сохраняет стабильность агроценозов и обеспечивает безопасность окружающей среды. В настоящее время на основе ВЯП создан отечественный вирусный препарат вирин-ХС для борьбы с хлопковой совкой [16].

Грузинский научно-исследовательский
 институт защиты растений
 им. Л. А. Канчавели

(Постулило 1.2.1990)

ენტომოლოგია

ც. ჩხუბანიშვილი, თ. ციციშვილი

ბამბის ხვატრის ვირუსული დაავადებების მიმოხილვა

რეზიუმე

ბამბის ხვატარი ანუ კოლოფის ჭია *Heliothis armigera* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae) საქართველოში თამბაქოს, სიმინდის, პომიდორის პარკოსანი და ბოსტნეული კულტურების მნიშვნელოვანი მავნებელია.

ჩვენი გამოკვლევებითა და ლიტერატურული მონაცემებით განხილულია მავნებლის პოპულაციებში გამოვლინებული ვირუსული დაავადებების — ბირთვული პოლიედროზის, გრანულოზისა და ციტოპლაზმატური პოლიედროზის გამომწვევები, რომლებიც მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვისათვის პოტენციალურ ბიოლოგიურ აგენტებს წარმოადგენენ.

ENTOMOLOGY

Ts. A. CHKHUBIANISHVILI, T. Z. TSITSISHVILI

THE REVIEW OF VIRUS DISEASES OF THE BOLLWORM,
HELIOTHIS ARMIGERA Hbn.

Summary

The bollworm, *Heliothis armigera* Hbn. (Lepidoptera; Noctuidae) is one of the main pests of tobacco, maize, tomato, a number of leguminous and vegetable cultures in Georgia.

Results of our investigations and analysis of the literature of the subject helped in the identification of the causative agents of virus diseases—nuclear polyhedrosis, granulosi and cytoplasmic polyhedrosis revealed among the populations of the pest. Entomopathogens isolated from the bollworm are potential biological agents for an integrated system of plant protection.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. პ. Қалანდაдзе, Н. В. Надирадзе. Труды ГрузСХИ, т. XVI, 1965.
2. Н. Д. Тулашвили. Труды ИЗР ГССР, т. XX, 1968.
3. Н. И. Парулава. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1985.
4. А. А. Евлахова, О. И. Швецова. Методы распознавания болезней насекомых. М., 1964.
5. С. Ю. Рыбина, В. В. Гулий. Вирусные болезни насекомых и их диагностика. Кишинев, 1988.
6. J. Weiser. An Atlas of Insect Diseases. Prague, 1977.
7. R. F. Matthews. Intervirology, № 12, 1979.
8. В. В. Гулий, Т. В. Теплякова, Г. М. Иванов. Микроорганизмы, полезные для биометода. Новосибирск, 1981.
9. J. H. Vergold, W. E. Ripper. Nature, v. 180, 1957.
10. А. С. Симонова. Труды ВНИИЗР. Л., 1975.
11. Н. И. Парулава, Ц. А. Чхубიანიшвили. Труды ИЗР ГССР, Тбилиси, 1968.
12. T. H. Coaker. Ann. appl. Biol., 46(4), 1958.
13. Е. Б. Мусамухамедова, Е. Г. Хельвас, Э. Г. Власов. Узб. биол. ж., 4, 1978.
14. Е. Б. Мусамухамедова. Сб. «Энтомопатогенные вирусы и их роль в защите растений». Новосибирск, 1988.
15. С. Ю. Рыбина, В. В. Гулий, П. Л. Талпалацкий и др. Там же.
16. А. С. Симонова. Там же.

ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Б. Е. ҚУРАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

БОТРИОЦЕФАЛЕЗ И ЛЕРНЕОЗ У РЫБ ВО ВНУТРЕННИХ
ВОДОЕМАХ ГРУЗИИ

В результате наших комплексных эколого-паразитологических исследований, проводимых в течение ряда лет [1—6], в Грузии зарегистрировано немало инвазионных заболеваний, но мы намерены остановиться на некоторых из них, а именно на ботриоцефалезе и лернеозе.

Представители рода *Bothrioccephalus* были завезены в прудовые хозяйства Европейской части СССР вместе с акклиматизированными рыбами, а именно с белым амуром. К настоящему времени эта цестада отмечена во многих прудовых хозяйствах, водохранилищах и естественных водоемах, особенно в южных районах Европейской части СССР, в республиках Закавказья, Средней Азии и Казахстана.

После обстоятельного анализа известный паразитолог М. Н. Дубинина [7] пришла к выводу, что в карповых СССР паразитируют два вида: широко распространенный *Bothrioccephalus opsariichthydis* Jama-guti, 1934 (син. *B. gowkongensis*, *B. roxini*) и менее многочисленный *B. acheilognathi yamaguti*, 1934 (син: *Schyzocotyle fluviatilis*), которые хорошо отличаются друг от друга по характеру сколексов.

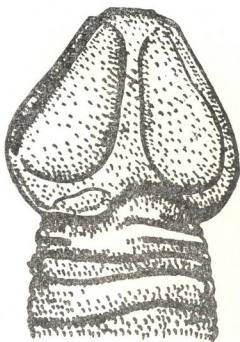


Рис. 1

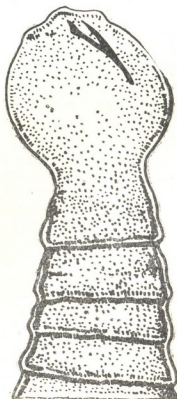


Рис. 2

Определение видов рода *Bothrioccephalus*, как это весьма справедливо отмечает М. Н. Дубинина [7], затруднено из-за большого одно-

27. „ბოტეფი“, ტ. 138, № 2, 1990



образия в строении половой системы. Константными диагностическими признаками вида является строение сколеса (форма, характер ботрий, темного диска), а строение половой системы (расположение желточных фолликул, число семенников, форма сумки цифруса и ее размеры, форма яичника, размеры яиц) почти сходно.

Сколекс у *Bothriocephalus opsariichthydis* сердцевидной формы, с мускулистым теменным диском и глубокими открытыми ботриями, а у *B. acheilognathi* сферической формы, с не всегда четко выраженным мускулистым теменным диском и глубокими, наполовину закрытыми ботриями (см. таблицу).

Сравнительная таблица признаков возбудителей ботрицефалеза у пресноводных рыб по данным литературы и собственным исследованиям

Признаки	<i>Bothriocephalus opsariichthydis</i>	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	По нашим данным
ФОРМА СКОЛЕКСА	1	2	3
	СЕРДЦЕВИДНАЯ (по Yamaguti, 1934]	СФЕРИЧЕСКАЯ (по Yamaguti, 1934)	СЕРДЦЕВИДНАЯ (оригинал)
ХАРАКТЕР БОТРИЙ И ТЕМЕННОГО ДИСКА	С глубокими открытыми ботриями и мускулистым теменным диском	С глубокими наполовину закрытыми ботриями и не всегда четко выраженным мускулистым теменным диском	С глубокими открытыми ботриями и мускулистым теменным диском

В Грузии возбудителем ботрицефалеза является *B. opsariichthydis*. В настоящее время он широко распространен не только в прудовых хозяйствах, но и в водохранилищах, озерах, реках Грузии.

Для возбудителя ботрицефалеза характерно отсутствие строгой приуроченности к определенному кругу хозяев, что является одной из причин широкого распространения его во внутренних водоемах. Широкому распространению этого гельминта способствовали также нарушения карантинных правил.

Его дефинитные хозяева — зеркальный карп, шемая, красноперка, а промежуточные хозяева — циклопы (*Cyclops vicinus*, *C. strenuus*, *Acanthocyclops americanus*, *A. vernalis*).

При высокой интенсивности инвазии (15—20 экземпляров гельминтов на одну рыбу) гельминт вызывает гибель рыбы, главным образом сеголетков карпа.

Из крустацеозов особый интерес вызывает лернеоз, возбудителями которого являются самки паразитических рачков из рода *Lerne*.

В Грузии возбудителем лернеоза является *Lerne elegans*. Тело у половозрелой самки длинное, нерасчлененное, слегка расширяющееся к заднему концу. На голове рачка имеются ветвистые выр-

сты, при помощи которых он удерживается в теле хозяина. Яйцевые мешки у самок парные, яйца в них расположены в несколько рядов.

Поселяясь на теле рыбы, *L. elegans* при помощи твердых головных выростов внедряется в кожу. На месте прикрепления образуется язва.

В прудовых хозяйствах Грузии лернеоз встречается часто. Сильное инвазирование отмечается у белого амура. На каждой рыбе белого амура было зарегистрировано до 20 экземпляров возбудителя лернеоза.

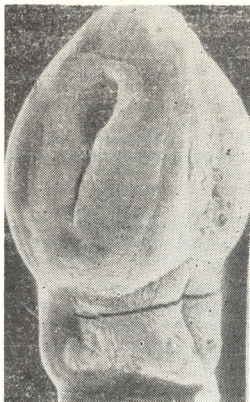


Рис. 3

Лернеоз нами был зарегистрирован также в ценной промысловой рыбе *Aburamis brama* (лещ). В Тбилисский рыбзавод эта рыба поступает в свежем, засоленном, копченом виде из южной части бассейна Балтийского моря.

На всех этих категориях рыбы отмечались язвы (без паразитов, за исключением свежей рыбы) — от 3 до 10. Эти материалы к нам поступали из Тбилисского рыбзавода для экспертизы.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 15.2.1990)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ბ. ჟურავილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

საქართველოს უიდა წყალსატევების თევზების ბოთრიოცეფალოზი და ლერნეოზი

რეზიუმე

ბოთრიოცეფალოზის აღმძვრელად საქართველოში ითვლება *Bothriocephalus opsariichthydis*. მისი სკოლექსი გულისმაგვარი ფორმის კუნთოვანი თხემის დისკოთი და ღრმად გახსნილი ბოთრიებიტო, ხოლო *B. acheilognathi*-ს

სკოლექსი სფერულია ხშირად მკვეთრად გამოხატული კუნთოვანი თხემის დისკოთი და ღრმა ნახევრადდახურული ბოთრიებით.

ამ ჰელმინთის დეფინიტიური მასპინძლებია სარკისებრი კობრი, შამაია, ფარფლითელა, ხოლო შუამავალი — ციკლოპები.

კრუსტაცეოზებიდან დიდ ინტერესს იწვევს ლერნეოზი, რომლის აღმკვრელია — *Lernaea elegans*. ამ პარაზიტული კიბოს მდებარეობა თავის მკვრივი გამონაზარდების საშუალებით იკრებიან კანში და მიმაგრების ადგილებში ვითარდება წყლულები. თეთრი ამურის კანზე რეგისტრირებული იყო 20-მდე პარატიზი.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

B. E. KURASHVILI

BOTHRIOCEPHALOSIS AND LERNEOSIS IN FISH IN CLOSED WATER RESERVOIRS OF GEORGIA

Summary

Bothriocephalosis in Georgia is caused by *Bothriocephalus opsariichthydis*. Determination of the species from the genus *Bothriocephalus* is rather difficult because of great similarity of the reproductive system. Scolex structure is a constant diagnostic indicator of the species.

Definitive hosts of this helminth are *Cyprinus carpio* L., *Chalcalburnus chalcoides* (Guild.), *Scardinius erythrophthalmus* L., whereas intermediate hosts are cyclops—*Cyclops vicinius*, *C. strennus*, *Acanthocyclops americanus*, *A. vernalis*.

Lerneosis in Georgia is caused by *Lernaea elegans*. Parasiting on the fish body *L. elegans* penetrates the skin by means of hard outgrowths on its head. An ulcer is formed at the place of attachment. Strong invasion is noted in *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). About 20 pathogens have been registered on each fish.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Е. Курашвили, И. В. Гогобашвили, Л. И. Петриашвили и др. Параз. сб. Ин-та зоологии АН ГССР, вып. 3, 1973.
2. Б. Е. Курашвили, И. В. Гогобашвили, Л. И. Петриашвили и др. Эколого-паразитологическое исследование животных бассейна реки Арагви. Тбилиси, 1978.
3. Б. Е. Курашвили, И. А. Элиава, Н. Д. Рамишвили и др. Структура паразитокомплексов. В кн.: «Животное население типичных биоценозов Колхидской низменности». Тбилиси, 1984.
4. Б. Е. Курашвили, И. В. Гогобашвили, Л. И. Петриашвили. Параз. сб. Ин-та зоологии АН ГССР, вып. 5, 1983.
5. Б. Е. Курашвили. Материалы пленума Научного совета по проблеме «Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира». Тбилиси, 1979.
6. Б. Е. Курашвили. Тез. докл. IV Нац. конф. по паразитологии. Болгария, Варна, 1983.
7. М. Н. Дубинина. Паразитология, XVI, вып. I, 1962.

П А Р А З И Т О Л О Г И Я И Г Е Л Ь М И Н Т О Л О Г И Я

К. Г. НИКОЛАИШВИЛИ, Ц. В. ЛОМИДЗЕ, И. И. МЕДВЕДЕВА

АКТИВНОСТЬ ЩЕЛОЧНОЙ И КИСЛОЙ ФОСФАТАЗ
 В ХРУСТАЛИКАХ ГЛАЗ РЫБ, ЗАРАЖЕННЫХ
 МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ДИПЛОСТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 19.2.1990)

Диплостомоз — опасное инвазионное заболевание, ведущее к слепоте, а затем и к гибели рыб.

К настоящему времени имеется обширный материал по распространению диплостому у разных видов рыб [1—4] и распределению метацеркарий *D. spataceum* в хрусталиках глаз [2, 5]. Обнаружены изменения в структуре и ультраструктуре сетчатки и линзы рыб при инвазии [6]; появились кариологические исследования [7] и работы по трансформации церкарий в диплостому в условиях *in vitro* [8]. Однако вопросы состояния ферментативных процессов при диплостомозе рыб остаются практически не исследованными. Надо полагать, что патологический процесс, который развивается в глазу, вызывает изменение различных биохимических показателей, в частности, влияет на активность целого ряда ферментов.

В задачу настоящей работы входило сравнительное изучение активности кислой (КФ) и щелочной (ЩФ) фосфатаз в хрусталиках глаз рыб из р. Куры, оз. Джандари и Тбилисского водохранилища.

Были исследованы куриная храмуля, рыбец, карп, вобла, плотва, пескарь и усач. В гомогенатах хрусталиков определяли активность КФ и ЩФ по методу Боданского [9], белок — по Лоури [10]. Активность ферментов выражали в мг фосфора на мг белка.

Была изучена зараженность 7 видов рыб метацеркариями рода *Diplostomum*. Интенсивность инвазии для храмули составляла в одном глазу от 1 до 33 экземпляров, для рыбеца — 1—8, плотвы — 2, пескаря — 3, воблы — 4—8, усача — 1 и для карпа — 5—9 экземпляров.

При наличии диплостом чаще были поражены оба глаза. Эти результаты согласуются с данными Гатен [2] по распределению метацеркарий *D. spataceum* в хрусталиках глаз у других видов рыб.

В табл. 1 представлены зараженность и интенсивность инвазии рыб метацеркариями в различных водоемах Грузии.

Т а б л и ц а 1

Зараженность (%) рыб метацеркариями диплостом и интенсивность инвазии (экз.)

Пескарь р. Кура	Плотва р. Кура	Храмуля р. Кура	Усач р. Кура	Рыбец р. Кура	Карп оз. Джан- дари	Вобла Тбилисского водохрани- лища
100,0	100,0	86,2	50,0	24,24	11,11	0
3	2	1—33	1	1—8	5—9	0

Как видно из табл. 1, наиболее зараженными оказались пескарь (100%), плотва (100%), храмуля (86,2%), усач (50,0%), рыбец

(24,24%), выловленные в р. Куре. Карпы из оз. Джандари заражены были на 11,11%, а хрусталики воibly из Тбилисского водохранилища были практически свободны от диплостом.

Полученные данные представляются нам заслуживающими особого внимания, так как ставят вопрос о причинности загрязнения воды р. Куры инвазионными началами и сильной зараженности рыбы диплостомозом.

Биохимические исследования ферментативной активности КФ и ЩФ были проведены на хрусталиках массово отловленных рыб — храмуле и рыбаце.

Результаты этой работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Активность ЩФ и КФ в хрусталиках глаз рыб, зараженных диплостомами (мг Р/мг белка)

Виды рыб	Щелочная фосфатаза		Кислая фосфатаза	
	Контроль	Зараженные метацеркариями	Контроль	Зараженные метацеркариями
Храмуля	0,00285 ±0,0049	0,0037 ±0,000937	0,0001616 ±0,00014	0,0007146 ±0,00035
	P > 0,2		P < 0,001	
Рыбац	0,00227 ±0,000317	0,00284 ±0,00067	0,0001784 ±0,0000765	0,000371 ±0,0000477
	P > 0,2		P < 0,001	

Как видно из данных табл. 2, уровень ЩФ в контроле значительно выше, чем КФ. Заражение рыбы диплостомами приводит к увеличению активности обоих ферментов в хрусталике. Для ЩФ изменения находятся в пределах ошибки ($P > 0,2$). Активность ЩФ у храмули и рыбаца увеличивается приблизительно одинаково — в 1,3 и 1,25 раза соответственно. Надо полагать, что такие изменения закономерны и для ЩФ хрусталиков глаз других видов рыб.

Активность КФ в зараженных хрусталиках храмули достоверно возрастает в 4 раза, а у рыбаца — в 2 раза по сравнению с нормой.

Анализ литературы показал, что при заражении рыб ихтиофитриумом (инфузории) [11], бактериальном заражении карпов [12], а также при инвазии моллюсков *Lymnaea luteola* личинками трематод *Prosthogonimus* sp. [13] и заражении озерных лягушек трематодами *Gorgoderia cygnoides* [14] имело место увеличение активности КФ. На основании имеющихся литературных данных и результатов нашей работы можно сказать, что различные инвазионные процессы существенно сказываются на метаболизме зараженного организма и, в частности, приводят к общему результату — активизации кислых фосфатаз. Так как КФ являются лизосомальными ферментами, активизация последних есть результат изменения функционирования лизосомального аппарата, играющего одну из важнейших ролей в механизме клеточной защиты организма.

Что же касается ЩФ, то наши результаты согласуются с данными авторов [13, 15], полученными по трематодозной инфекции моллюсков, когда активность ЩФ остается неизменной. В нашем случае отмечается лишь тенденция к увеличению. По-видимому, изменение ЩФ носят более специфический характер. В связи с этим интересной представляется работа Гражик [16], в которой морфологически установлена взаимосвязь развития метацеркарий диплостом и структуры хрусталика глаз рыб, в особенности отверстия хрусталика, которое увеличивается по мере потребления метацеркариями ткани хру-



сталика. Если учесть, что ЩФ принимает участие в мембранном транспорте веществ, то ее высокая активность в хрусталике, вероятно, определяет и биохимическую роль фермента в указанных процессах. С другой стороны, в ряде случаев обнаруживается корреляция между ЩФ активностью и иммунологическими показателями поврежденного паразитами органа [17], поэтому проведение более широких биохимических исследований данной ферментативной системы позволит выяснить закономерности развития иммунитета рыб к диплостомозу.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 22.2.1990)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ა. ნიკოლაიშვილი, ვ. ლომიძე, ი. მედვედევა

დიპლოსტომების მეტაცერკარიებით დაავადებული თევზების
თვალის ბროლი ტუტე და მათზე ფოსფატაზების აქტივობა

რეზიუმე

მოცემულია კობრისებრთა ოჯახის 7 სახეობის თევზის დიპლოსტომების მეტაცერკარიებით დაავადების ინტენსივობის შედეგები.

დადგენილია, რომ ინვაზიის შედეგად თევზების თვალის ბროლში მნიშვნელოვნად მატულობს მკვე ფოსფატაზას აქტივობა. აღინიშნება ტუტე ფოსფატაზას ზრდის ტენდენცია.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

K. G. NIKOLAISHVILI, Ts. V. LOMIDZE, I. I. MEDVEDEVA

ACTIVITY OF ALKALINE AND ACID PHOSPHATASES IN FISH EYE LENS INFECTED WITH METACERCARIAS OF THE GENUS *DIPLOSTOMUM*

Summary

The results of studying the intensity of infection of 7 species of *Cyprinidae* with metacercarias from the genus *Diplostomum* are presented.

It has been established that as a result of invasion the activity of acid phosphatase increases in the fish lens. A tendency towards the increase of the activity of alkaline phosphatase has also been observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Изюмова, Т. И. Жарникова, И. А. Степанова. Болезни и паразиты в тепловодном рыбном хозяйстве. Душанбе, 1987, 138—141.
2. E. Gat en. J. Fish Diseases [МФ], 10, 1987, № 1, 69—74.
3. В. Мокхауег. 2nd Int. Symp. Ichthyoparasitol. Actual Probl. Fish Parasitol., Tihany, Sept. 28 Oct., 3, 1987, Abstr. S. L., s. a. 61.
4. Г. И. Ручьева. Экология гидробионтов водоемов Западного Урала. Пермь, 1986, 170—179.
5. В. М. Bortz et al. J. Fish. Biol., 33, № 1, 1988, 31—43.



6. Г. С. Квинихидзе и др. Сообщения АН ГССР, 127, № 2, 1987, 413—416.
7. Т. Станявичюте, Я. Баршене, В. Киселене. Тез. конф. «Проблемы экологии, мониторинга и генетические аспекты орнитофауны и других организмов». Вильнюс, 1988, 106—107.
8. S. K. Whyte, L. H. Charpel, K. Y. Secombes. J. Helminthol., 62, № 4, 1988, 293—302.
9. A. Vodansky. J. Biol. Chem., 101, 93, 1933.
10. O. H. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 1951.
11. Р. У. Высоцкая и др. Сб. «Биохимия молоди пресноводных рыб». Петрозаводск, 1985, 40—44.
12. Р. У. Высоцкая и др. Там же, 44—49.
13. G. N. Jyothirmayi, Rao P. Venkateswara. Indian J. Exp. Biol., 25, № 2, 1987, 132—134.
14. И. И. Медведева, Ц. В. Ломидзе, К. Г. Николаишвили. 7-я науч. конф. мол. н. с. и спец. Ин-та зоологии АН ГССР. Тбилиси, 1986, 32—37.
15. G. N. Jyothirmayi, Rao P. Venkateswara. J. Invertebr. Pathol., 52, № 3, 1988, 373—379.
16. T. Graszuk. Wiad parasytol., 34, № 1, 1988, 29—36.
17. Д. Свиленов. Хелминтология (Болгария), 7, 1979, 66—76.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. В. РАЗМАДЗЕ, Н. Г. ГОРДАДЗЕ

РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ СОСУДИСТЫХ
ПРОТЕЗОВ ИЗ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 2.2.1990)

С появлением сосудистых протезов из высокопористого политетрафторэтилена началось их широкое применение в хирургии артерий среднего диаметра.

Одновременно продолжалось их клиническое и экспериментальное исследование. При изучении указанного вида протезов с помощью растровой электронной микроскопии, позволяющей оценивать внутреннюю поверхность, получены разноречивые данные.

Противоречивость в оценке клеточного состава внутренней выстилки сосудистых протезов из политетрафторэтилена и послужила причиной исследования указанных протезов.

Эксперименты проведены на 20 беспородных собаках весом от 15 до 25 кг. Производилось протезирование инфраренального отдела аорты протезами из высокопористого политетрафторэтилена фирмы Gore (ФРГ) и Imrga (Нидерланды) с внутренним диаметром 6 мм и 8 мм и длиной 3—5 см.

Продолжительность эксперимента 1, 2 недели, 1, 2, 3, 6, 9 месяцев, 1 год, 1,5 года.

Материал для растровой микроскопии брали из зон анастомозов и центра протеза. Кусочки ткани фиксировали 2,5% ным раствором глутаральдегида на 0,15 фосфатном буфере (рН 7,0), обезвоживали в серии водных растворов ацетона восходящей концентрации и высушивали методом перехода критической точки с использованием жидкого углекислого газа. Высушенные препараты покрывали слоями металла (Au/Pd) путем ионной бомбардировки в аппарате E 5100 фирмы Roigon (Англия). Препараты исследовали в растровом электронном микроскопе фирмы Philips PSEM 501 при ускоряющем напряжении 10 кВ.

Через 1 и 2 недели после имплантации на внутренней поверхности протеза наблюдались отложения фибрина в виде плотной сети, к которой местами были прикреплены форменные элементы крови. В области анастомозов в некоторых участках можно было наблюдать наличие фибробластов и продуцируемых ими коллагеновых волокон. В сроки наблюдения 1 и 2 месяца в области анастомозов можно было видеть эндотелиальные клетки с отростками, наползающими на организованный фибрин (рис. 1). Эндотелиальные клетки были плотно упакованы, с удлинённой формой, что, как известно, характерно для пролиферирующего эндотелиального пласта. В центре протеза в эти сроки формировалась внутренняя выстилка, состоящая из сети фибрина с многочисленными фибробластами.

Эндотелизация центра протеза ко второму месяцу все еще не происходила, хотя протяженность эндотелиального монослоя от анастомозов к центру нарастала.

К концу 3-го месяца после имплантации растровая электронная микроскопия на внутренней поверхности протеза выявляла сплошной эндотелиальный монослой до самого центра. Следует отметить, что



плотность упаковки эндотелиоцитов и их форма к данному сроку значительно изменилась. Клетки были распластаны на поверхности и имели полигональную форму, что указывало на окончание процесса пролиферации, хотя надо отметить, что в центре протеза между эндотелиоцитами иногда обнаруживались участки обнаженных коллагеновых волокон с прикрепленными к ним тромбоцитами.



Рис. 1. РЭМ Центр протеза к концу 2-го месяца после имплантации. Наполнение эндотелиального пласта со стороны анастомоза $\times 1250$

На 6-м месяце после вживления вся поверхность протеза была полностью эндотелизирована. Плотность распределения эндотелиоцитов в области анастомозов была ниже, чем в центре, где клетки имели удлиненную форму, что указывало на более поздние сроки эндотелизации этой области (рис. 2).



Рис. 2. РЭМ Участок центра протеза на 6-й месяц имплантации. Сформированный эндотелиальный монослой $\times 1250$

В сроки наблюдения 9 месяцев и 1 год сканирование выявляло равномерный монослой эндотелия по всей поверхности протеза. То же наблюдалось и при сроке 1,5 года после имплантации.

Следовательно, в течении 1 и 2 недель внутренняя поверхность протезов из политетрафторэтилена покрыта фибрином, хотя от кра-

ევ анастомозов уже наблюдается нарастание эндотелиального пласта со стороны сосуда реципиента на организованный фибрин.

К третьему месяцу эндотелий уже покрывает всю внутреннюю поверхность протеза, хотя в центре протеза между эндотелиоцитами можно иногда видеть участки обнаженных коллагеновых волокон.

Спустя 6 месяцев и позже после вживления вся внутренняя поверхность протеза полностью эндотелизирована.

На основании проведенных экспериментов можно заключить, что поверхность протезов из высокопористого политетрафторэтилена с течением времени покрывается псевдоинтимой; внутренняя поверхность которой представлена эндотелиоцитами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной
морфологии
им. А. Н. Натишвили

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР
им. акад. К. Эристави

(Поступило 2.2.1990)

მაკაბრიმენტული მორფოლოგია

ა. რაზმაძე, ნ. გორდაძე

სისხლძარღვთა კოლიტეტრაფტორეთილენის პროთეზების
რასტრული ელემენტრული მიკროსკოპია

რეზიუმე

20 უჯიშო ძალს გაუყეთდა აორტის ინფარენალური ნაწილის პროთეზება პოლიტეტრაფტორეთილენის პროთეზებით (დიამეტრი 6 და 8 მმ). ცდის შედეგები შესწავლილია 1 და 2 კვირის, 1, 2, 3, 6, 9 თვის, 1 და 1,5 წლის შემდეგ.

გამოკვლევას შედეგები მოწმობს, რომ პოლიტეტრაფტორეთილენის პროთეზები იფარება პსევდოინტიმით, რომელიც პირველი 2 კვირის შემდეგ წარმოდგენილია ორგანიზებული ფიბრინით, 3 თვიდან უკვე იფარება ანასტომოზების მხრიდან წაზრდილი ენდოთელით, ხოლო 6 თვის შემდეგ მთელი შიდა ზედაპირი უკვე დაფარულია ენდოთელიოციტებით.

EXPERIMENTAL MORFOLOGY

A. V. RAZMADZE, N. G. GORDADZE

EXAMINATION OF THE EXPANDED POLYTETRAFLUOROETHYLENE
VASCULAR GRAFTS BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Summary

In experiments carried out on 20 mongrel dogs, grafting of abdominal aorta was performed in infrarenal part using synthetic grafts made of expanded polytetrafluoroethylene. After 1 and 2 weeks, 1,2,3,6,9 months, 1 and 1,5 years the dogs were sacrificed and scanning microscopical examinations of the sample were carried out.

It was established that expanded polytetrafluoroethylene vascular grafts get covered with pseudointima; the innermost cellular monolayer was assessed as true endothelium.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. М. ВАРАЗАШВИЛИ, Д. З. ПИРАДАШВИЛИ, И. Т. ЦИНЦАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ОПУХОЛЕВЫХ МАРКЕРОВ ПРИ
РАКЕ ЯИЧНИКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. М. Мосидзе 12.2.1990)

Диагностика рака яичников представляет определенные трудности. Имеющиеся методы исследования не всегда дают точную информацию о наличии признаков прогрессирования процесса. Поэтому изыскание новых методов исследования, улучшающих диагностику данного заболевания, имеет большое значение. С этой точки зрения понятна необходимость поиска опухолевых маркеров.

Многие авторы считают, что для диагностики злокачественных новообразований большое значение имеет определение уровня общих (ОСК) и липидносвязанных (ЛСК) сиаловых кислот в сыворотке крови [1].

В настоящей работе исследовали уровни ОСК и ЛСК в сыворотке крови больных с различными опухолями яичников, а также определяли содержание ЛСК в опухолях и биологических жидкостях с целью улучшения диагностики.

Обследовано 48 первичных больных в возрасте от 20 до 60 лет, которые объединены в следующие группы: I—23 больных с доброкачественными опухолями яичников с диагнозом «цистаденомия яичников», II—9 больных с пограничными опухолями яичников с диагнозом «папиллярная цистаденома», III—16 больных раком яичников I—IV стадий (у 13 выявлены III—IV стадии заболевания и только у трех — I—II). Контрольная группа состояла из 20 женщин.

ЛСК определяли по методу [2], ОСК — по методу [3].

Ганглиозидный состав изучали в операционном материале и в биологической жидкости. Изученный материал разбит на 4 группы. В I объединены 11 образцов опухолей рака яичников (I—IV стадии), во II—7 образцов доброкачественных опухолей, в III—5 образцов опухолей пограничного типа и в IV—2 образца морфологически измененных яичников от 3 больных, оперированных по поводу рака тела матки. В I группе асцитическая жидкость исследована у 5 больных. Во II группе отдельно исследовали оболочку кисты и кистозную жидкость. Образцы опухолей III группы представляли собой оболочку кисты с папиллярными разрастаниями на ее внутренней поверхности. В 3 случаях эти опухоли исследовали целиком, а в 3—отдельно оболочку и легко отделяемые разрастания.

У всех больных диагноз верифицирован морфологически.

Ганглиозиды выделяли из опухолей и биологических жидкостей, очищали и изучали по методу Риго в модификации Э. В. Дятловицкой и др. [4]. Материал обработан методом вариационной статистики.

Средний уровень ЛСК у доноров составил $10,4 \pm 2,4$ мг/100 мл (пределы колебаний 8,8—18,7), ОСК — $60,5 \pm 1,8$ мг/100 мл (58,7—63,0).

В табл. I представлены результаты определения циркулирующих сиаловых кислот у больных с различными видами опухолей яичников. Как видно из данных таблицы, уровень ЛСК у больных с доброка-

чественными опухолями не дает достоверных отклонений от нормы. У больных II группы средний уровень ЛСК был достоверно выше ($P < 0,005$), чем в I группе. Что касается больных III группы, то у них средний уровень ОСК был также достоверно выше ($P < 0,05$), чем в I группе.

Таблица 1
Средние уровни сиаловых кислот (мг/дл) и их чувствительность, специфичность в дифференциальной диагностике опухолей яичников

Группы больных	ЛСК			ОСК		
	$M \pm m$	Чувствительность, %	Специфичность, %	$M \pm m$	Чувствительность, %	Специфичность, %
I—доброкачественные опухоли яичников	$12,9 \pm 0,5$ (22)*	—	100	$63,2 \pm 2,1$ (23)	—	95,6
II—опухоли пограничного типа	$16,8 \pm 1,7^{**}$ (9)	—	66,7	$71,5 \pm 4,7^{**}$ (8)	—	62,5
III—рак яичников	$19,3 \pm 1,8$ (16)	62,5	—	$85,3 \pm 5,0$ (14)	57,1	—

* В скобках число обследованных больных.

** $P < 0,05$ по сравнению с доброкачественными опухолями и раком яичников I стадии.

При индивидуальном разборе материала нами отмечено, что из 9 больных II группы уровень сиаловых кислот был повышен у 3, у 2 из них имелись опухоли больших размеров, а у 1 больной — имплантаты по брюшине малого таза и в большом сальнике. Из 16 больных III группы уровень ЛСК был повышен у 10. Из 6 больных с низкими показателями сиаловых кислот у 3 была I стадия заболевания.

Таблица 2
Содержание ЛСК в опухолях яичников и биологических жидкостях ($M \pm \sigma$)

Исследованные образцы	Количество образцов	ЛСК	
		мкг/мг белка	мкг/г ткани
Яичник	2	$0,71 \pm 0,03$	$84,2 \pm 4,1$
Доброкачественная опухоль			
Оболочка кисты	7	$0,5 \pm 0,02$	$71,7 \pm 1,0$
Жидкость кисты	5	—	$0,62 \pm 0,05^*$
Опухоль пограничного типа	2	$0,49 \pm 0,02$	$23,6 \pm 5,0$
Оболочка кисты	3	$0,27 \pm 0,06$	$29,4 \pm 8,3$
Разрастания	3	$0,79 \pm 0,14$	$18,7 \pm 1,6$
Рак яичников			
Опухоль	11	$0,27 \pm 0,02$	$31,6 \pm 2,8$
Асцитическая жидкость	5	$0,02 \pm 0,002$	$1,00 \pm 0,09$

* Содержание ЛСК (мкг/мл).

При изучении ганглиозидного состава в опухолях ткани яичников выявлено, что содержание ганглиозидов было наибольшим в не-

пораженных яичниках, немного снижалось в доброкачественных и было минимальным в злокачественных опухолях яичников (табл. 2). Следует отметить, что в опухолях III группы содержание ЛСК на мг белка в разрастаниях было почти в 3 раза выше, чем в оболочке, в то время как в пересчете на г ткани уровень ЛСК был, напротив, ниже в разрастаниях, чем в оболочке кисты. Полученные данные указывают на то, что в опухолях яичников пограничного типа наблюдается преимущественное сбрасывание гликолипидов по сравнению с белковыми молекулами.

На основании вышеизложенного можно заключить, что определение уровней сialовых кислот в сыворотке крови и в опухоли позволяет с достаточной степенью надежности дифференцировать доброкачественные, пограничные опухоли и I стадию рака яичников.

Онкологический научный центр
 МЗ ГССР

(Поступило 15.2.1990)

ქვეყნიერების მედიცინა

ლ. ვარაზაშვილი, დ. ფირადაშვილი, ი. ტინცაძე

ზოგადი სიმსივნური მარკერი საკვრცხის კიბოს დროს

რეზიუმე

შესწავლილია საერთო და ლიპიდდაკავშირებული სიალის მჟავათა რაოდენობა სისხლის შრატში, საკვერცხის სხვადასხვა სიმსივნის დროს მათი რაოდენობები განსაზღვრულია სიმსივნურ ქსოვილში და ბიოლოგიურ სითხეში. დადგენილია, რომ სისხლის შრატში და სიმსივნურ ქსოვილში სიალის მჟავათა დონის მიხედვით შესაძლებელია საკვერცხის კეთილთვისებიანი, გარდამავალი ფორმის სიმსივნეების და კიბოს I სტადიის დიფერენცირება.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. M. VARAZASHVILI, D. Z. PIRADASHVILI, I. T. TSINTSADZE

SOME TUMOR MARKERS IN OVARIAN CANCER

Summary

The total and lipid-associated sialic acid levels in blood serum have been studied in several cases of ovarian cancer. The levels were determined in tumor tissues and in biological fluids. It was established that according to the sialic acid levels in blood serum and in the tumor it is possible to differentiate between benign ovarian tumor, intermediate forms of tumor and stage I of cancer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Dnistrian, M. Schwarts. Clin. Chem., v. 27, 1981, p. 1737.
2. N. Katorpodis, T. Hirshaut, C. C. Stock. Proc. Am. Assoc. Cancer Res., v. 21, 1980, p. 182.
3. G. Sydow. Biomed. Biochem., v. 44, 1985, p. 1721.
4. Э. В. Дятловицкая, А. М. Новиков, Л. Д. Бергельсон. Биохимия, т. 39, выл. 3, 1974, 552.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. З. МАПСУРАДЗЕ, Г. В. АБУЛАДЗЕ, Н. Г. ЗАВРАШВИЛИ,
Н. А. МАКАШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕСТА ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА
ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ
АНТИАРИТМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Татишвили 11.6.1989)

Для выявления нарушения ритма сердца (НРС) и объективизации оценки эффективности антиаритмической терапии важная роль отводится тесту физической нагрузки на велоэргометре, с помощью которого, как известно, одновременно определяются и состояние коронарного кровообращения, и толерантность больных к дозированной физической нагрузке [1—5].

В настоящей работе представлен анализ НРС различного генеза при велоэргометрии (ВЭМ) до и после проведения антиаритмической терапии (АТ). Обследовано 169 больных (132 мужчины и 37 женщин) с НРС в возрасте от 22 до 56 лет.

Из общего количества обследованных экстрасистолия (Э) отмечалась в 44,3% случаев, пароксизмальные тахикардии (ПТ)—в 20,1%, пароксизмы мерцания предсердий с приступами пароксизмальной мерцательной тахикардии (МА) (в неделю 2—3 раза, через день) — в 19,5%, постоянная форма МА с давностью до года — в 3,5%. Из 169 больных различные НРС имели место в 87,5% случаев.

Результаты пробы показали, что при проведении ВЭМ из 95 больных ИБС физическая работоспособность была сохранена у 33,6%, из 45 больных с нейрогенным генезом аритмии — у 20%, из 29 больных с воспалительными заболеваниями миокарда — у 24,1%. Из всех наблюдавшихся больных снижение физической работоспособности средней выраженности имело место у 30%, ее выраженное снижение — у 91 (53,8%), из последних преимущественно у больных нейрогенной группы (71,2%). При ВЭМ Э была устранена в 55,1% случаев, аллоритмии, частые, групповые Э — в 16,6%. Единичные Э при нагрузке участились у 3,4% больных, аллоритмии — у 16,6%, единичные сократились в 20,6% случаев, аллоритмии — в 25%. Из 95 больных ИБС 56,8% составили больные с не выявленными на ЭКГ аритмиями (А). По ходу теста единичные Э возникли в 3,7% случаев, аллоритмии и другие виды ЭА — в 7,4%. Из 45 больных с нейрогенными поражениями миокарда на первичной ЭКГ Э отмечались в 26,6% случаев, аллоритмии и А высоких градаций — в 11,1%.

Из 29 больных с воспалительным поражением мышцы сердца у 41,3% на ЭКГ до нагрузки наблюдались нечастые Э, у 17,2% — высоких градаций, нечастые Э были купированы в 25% случаев, ал-

ლორითმი და частые, групповые Э — в 40%. Из 41,3% больных этой группы только нечастые Э возникали у 8,3%. После повторного ВЭМ у больных ИБС случаи аллоритмии и частых, групповых Э в результате АТ уменьшились с 12,5 до 7,36%, случаи ПТ в 21% купировались полностью и не возникли при повторном ВЭМ. Все случаи с ПМА (4,2%) были купированы и при ВЭМ, пароксизм возник лишь в 1 случае (1,05%).

У больных с нейрогенными кардиопатиями при повторном ВЭМ после АТ ЭА была выявлена в 11,1% случаев (до АТ при первичной ВЭМ — в 26,6%). У этих же больных после лечения при повторной ВЭМ ЭА высокими градацией отмечались в 4,44% случаев (до лечения — в 11,1%). ПТ, имевшиеся в 20% случаев, в результате АТ были полностью купированы и при ВЭМ не возникали.

В группе больных с воспалительным поражением миокарда случаи Э высоких градаций уменьшились с 17,2 до 3,4%. ПТ (17,2%) и ПМА (6,8%) были купированы полностью и не возникали во время теста ВЭМ.

Таким образом, как показывают наши исследования, процент возникновения Э различного рода при первичной физической нагрузке на ВЭМ не зависит от характера основного заболевания. Что касается устранения Э, то в наименьшем проценте случаев оно наблюдалось у больных воспалительными заболеваниями миокарда. Высокий процент снижения ST-сегмента, ЭКГ признака ишемии, при ИБС имел место в 40% случаев. НРС проявлялись при небольшой нагрузке (300—600 кгм) у 27,3—32,6% больных. Частая, политопная Э у больных ИБС при ВЭМ, возникающая во время небольшой мощности нагрузки, с субъективными признаками болевых ощущений позволяет считать, что НРС у 90,5% больных ИБС истинно ишемической природы.

Проведенные исследования показывают, что у больных ИБС при первичной велоэргометрии А выявляется чаще и купируется реже, по сравнению с другими патогенетическими группами больных. При повторном же исследовании устранение НРС зависит от результатов проводимой АТ: в эффективных случаях выявляемость А после нагрузки низка как при ИБС, так и при других нейрогенных и воспалительных группах заболеваний, чего не наблюдается в случаях отсутствия антиаритмической эффективности.

Таким образом, несомненна значимость теста физической нагрузки на ВЭМ как для выявляемости А, так и для правильного подбора и оценки эффективности антиаритмических препаратов или их различных комбинаций.

НИИ кардиологии
 М. Д. Цинамдзгвришвили

(Поступило 30.11.1989)

მასპირებებულნი გეგმიური

ა. ბიუსრაბი, ბ. აბულაძე, ნ. ჯავახიშვილი, ნ. ბაქაშვილი

ველოერგომეტრიული ფიზიკური დატვირთვის ტესტის გამოყენება
 არითმიის გამოსავლენად ანტიარითმიული თერაპიის შეფასების
 მიზნით

რეზიუმე

ველოერგომეტრიული დატვირთვის ტესტის პირობებში 169 ავადმყოფზე
 ნაჩვენებია სხვადასხვა გენეზისი რითმის დარღვევათა ანალიზი ანტიარითმიულ-
 თერაპიის ჩატარებამდე და მის შემდეგ.

აღნიშნული ტესტის გამოყენება მნიშვნელოვანია არითმიის გამოსავლენად, ანტიარითმიული თერაპიის სწორად შერჩევისა და მისი ეფექტურობის შეფასების მიზნით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. Z. MAISURADZE, G. V. ABULADZE, N. G. ZAVRASHVILI,
N. A. MAKASHVILI

THE USE OF VELOERGOMETRIC PHYSICAL LOADING TEST TO
REVEAL HEART RHYTHM DISTURBANCES AND TO EVALUATE
ANTIARRHYTHMIC THERAPY

Summary

The paper presents analysis of heart rhythm disturbances of different genesis in 169 patients during veloergometric loading before and after antiarrhythmic therapy. According to the data obtained the use of loading test is very important for revealing arrhythmias, and for selection and evaluation of the efficiency of antiarrhythmic drugs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Г. Адамян, М. А. Асатрян и др. Кровообращение, т. XVIII, № 3, 1985.
2. В. В. Аникин. Кардиология, № 11, 1985, 37—40.
3. Д. М. Аронов, М. Г. Шарфнабель. Бюлл. ВКНЦ, № 2, 1985, 70.
4. В. С. Гасилин, Б. А. Сидоренко и др. Кардиология, № 7, 1986.
5. И. К. Следзевская, Ж. М. Высоцкая и др. Кардиология, № 7, 1986.

А. Л. ИСАКАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ НИФЕДИПИНОМ И ИЗОСОРБИД ДИНИТРАТОМ НА СИСТЕМУ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 25.1.1990)

Комбинированная терапия ХИБС получила широкое распространение в клинической практике. Ранее нами были подробно описаны особенности гемодинамических сдвигов при коротком и длительном курсах монотерапии нифедипином (Н) и изосорбид динитратом (ИСД) при физической нагрузке у больных ХИБС. Влияние комбинации этих препаратов на систему кровообращения при нагрузке не изучено. Целью настоящего исследования было изучение изменений ЭКГ и сдвигов гемодинамических параметров при физической нагрузке у больных ХИБС при коротком и длительном курсах комбинированной терапии Н и ИСД.

В амбулаторных условиях исследовано 35 мужчин со стабильной стенокардией напряжения II и III функционального классов в возрасте 42—58 лет (средний возраст $48,9 \pm 2,9$ лет). 14 из них в прошлом перенесли острый инфаркт миокарда. У больных отсутствовали признаки сердечной недостаточности, артериальное давление (АД) было в пределах нормы или у части периодически повышалось до 150/90—160/100 мм рт. ст. До начала лечения (за 7—10 дней) отменялись все лекарственные препараты, за исключением нитроглицерина, для купирования ангинозных приступов. Для настоящего исследования отобрана группа больных, у которых монотерапия Н или ИСД была неэффективной. Н применялся в суточной дозе 20—30 мг (средняя доза 25 мг), ИСД — в суточной дозе 30—40 мг (средняя доза 35 мг). До начала лечения, а также через 2—3 недели и 4—6 месяцев монотерапии одним из препаратов и комбинированной терапии проводились повторные исследования гемодинамики в покое и на каждой ступени дозированной физической нагрузки на велоэргометре. Определялись: высота АД — аускультативным методом по Короткову, величина сердечного выброса — методом трансторакальной тетраполярной реографии по Кубичеку, удельное периферическое сопротивление (УПС) — по формуле Франка—Пуазейля, частота сердечных сокращений (ЧСС) — по ЭКГ. Велоэргометрическая проба проводилась в положении сидя, начиная с нагрузки 25 Вт, с повышением каждые 3 мин на 25 Вт. Нагрузка прекращалась в соответствии с общепринятыми критериями ВОЗ. Антиангинальный эффект оценивался как положительный, если частота приступов стенокардии уменьшалась не менее чем в 2 раза.

Одним из критериев эффективности антиангинальной терапии, наряду с достоверным урежением числа приступов стенокардии, является выраженность уменьшения нагрузочной депрессии сегмента ST. Имеются лишь единичные сообщения о том, что при комбинированной терапии Н и ИСД выраженность нагрузочной депрессии сегмента ST становится меньшей [1, 2], чем при их раздельном применении.



Согласно нашим данным, при комбинированном лечении отчетливо уменьшается степень депрессии сегмента ST при нагрузке, причем это уменьшение возникает при коротком курсе и сохраняется также при длительной терапии, в то время как при монотерапии Н уменьшение нагрузочной депрессии сегмента ST выявляется лишь при коротком курсе лечения [3, 4]. Полученные нами данные указывают на стабильность достигнутого антиангинального эффекта при длительном применении комбинации Н и ИСД.

Характер гемодинамических сдвигов при нагрузке на фоне комбинированной терапии Н и ИСД не изучался. Имеется лишь одна работа [2], в которой отмечено снижение прессорной реакции на нагрузку при комбинированной терапии Н и ИСД. Как показали наши исследования, АД систолическое (АДс) и диастолическое (АДд) при комбинированной терапии Н и ИСД достигает при нагрузках меньшего уровня, чем при раздельном применении, а при нагрузке большей мощности и степень прироста этого показателя ($\Delta\%$) становится достоверно меньшей, чем до лечения. Полученные результаты свидетельствуют о снижении прессорной реакции при нагрузке. Это может быть обусловлено вазодилатирующим артериолярным влиянием Н и снижением венозного возврата крови к сердцу под влиянием ИСД.

Ранее нами и другими исследователями [5, 6] было установлено, что на фоне терапии Н ЧСС при нагрузке становится большей, чем до лечения, а при монотерапии ИСД существенно не меняется. При комбинации этих препаратов ЧСС при нагрузке достигает более высокого уровня по сравнению с показателями до лечения. Полученные данные указывают на преобладающее влияние Н на реакцию ЧСС при нагрузке. Это влияние сохраняется и при длительной комбинированной терапии Н и ИСД. При нагрузке на фоне монотерапии ИСД величина сердечного индекса (СИ) не достигает исходного уровня. Это можно объяснить прямым дилатирующим влиянием ИСД на емкостные сосуды и снижением венозного возврата крови к сердцу и преднагрузки. При монотерапии Н, напротив, величина СИ при нагрузке становится большей, чем до лечения. Это разнонаправленное влияние комбинированной терапии Н и ИСД усредняется, так что величина СИ при нагрузке становится меньшей, чем при монотерапии Н, но большей, чем при монотерапии ИСД. Величина ударного индекса (УИ) при нагрузке на фоне лечения Н имела тенденцию к повышению, на фоне лечения ИСД — к снижению, а на фоне сочетанной терапии не отличалась от таковой до лечения. На фоне сочетанной терапии УПС становится при нагрузке несколько ниже, чем до лечения или при монотерапии каждым из препаратов. Это можно объяснить выраженным артериолодилатирующим эффектом сочетанного воздействия Н и ИСД. Антиангинальный эффект комбинированной терапии Н и ИСД сопровождается отчетливым увеличением физической работоспособности. Объем выполненной работы возрастает от $841,7 \pm 51,8$ до $1310,6 \pm 62,3$ вт ($p < 0,001$), пороговая нагрузка — от $71,1 \pm 10,1$ до $121,1 \pm 18,2$ вт/мин ($p < 0,01$). Увеличивается и длительность выполнения нагрузки (от $8,1 \pm 1,2$ до $13,1 \pm 4,1$ мин). Изменяются также критерии прекращения пробы: увеличивается число больных, прекращающих нагрузку в связи с достижением субмаксимальной ЧСС (соответственно 1 и 6 человек), уменьшается число больных, прекращающих пробу из-за депрессии сегмента ST или развития ангинозного приступа (соответственно 22 из 12 человек).

Таким образом, комбинированная терапия Н и ИСД оказывает отчетливый, более выраженный антиангинальный эффект с уменьшением степени нагрузочной депрессии сегмента ST, по сравнению с раздельным применением препаратов. Гемодинамические сдвиги при нагрузке на фоне комбинированной терапии характеризуются меньшей

прессорной реакцией, чем при раздельном лечении, бóльшим приростом ЧСС и снижением УПС, АДс, АДд. Величина СИ и УИ нарастает в той же степени, что и до лечения. Комбинированная терапия Н и ИСД сопровождается повышением показателей физической работоспособности.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 25.1.1990)

მაკაპარიმენტული მედიცინა

ა. ისაკაძე

ნიფედინით და იზოსორბიდ დინიტრატით კომბინირებული
მაკრუნალობის გავლენა სისხლის მიმოქცევის სისტემაზე ფიზიკური
დატვირთვის დროს გულის ქრონიკული იშემიური
დაავადებისას

რეზიუმე

ნიფედინით და იზოსორბიდ დინიტრატით კომბინირებული თერაპიის დროს თითოეული მათგანი მონოთერაპიასთან შედარებით მცირდება ST სეგმენტის დატვირთვითი დეპრესიის ხარისხი. იკლებს სისტოლური და დიასტოლური არტერიული წნევა. გულის შეკუმშვათა სიხშირე ისე მატულობს, როგორც ნიფედინით მონოთერაპიისას. გულის ინდექსი დატვირთვისას ნაკლებია, ვიდრე ნიფედინით მონოთერაპიისას და მეტია, ვიდრე იზოსორბიდ დინიტრატით მონოთერაპიისას. ნიფედინით და იზოსორბიდ დინიტრატით კომბინირებული თერაპია ხასიათდება ავადმყოფთა ფიზიკური შრომისუნარიანობის მაჩვენებლების გაზრდით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. L. ISAKADZE

THE EFFECT OF COMBINED THERAPY WITH NIFEDIPIN
AND ISOSORBIDE DINITRATE UPON THE CIRCULATORY SYSTEM
UNDER PHYSICAL LOAD IN PATIENTS WITH CHRONIC ISCHEMIC
HEART DISEASE

S u m m a r y

Combined therapy with nifedipin and isosorbide dinitrate brings about a decrease in the degree of loading depression of the ST segment as compared to monotherapy with each of these drugs. Systolic and diastolic arterial pressure is much lower than in the case of separate treatment. The heart rate is increased as in the case of monotherapy with nifedipin. Cardiac index on loading is lower than in the case of monotherapy with nifedipin and is higher than in the case of monotherapy with isosorbide dinitrate. Combined therapy is characterized by an increase in the indices of working capacity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. S. Schroeder. Amer. Heart J., v. 110, № 1, 1985.
2. R. Sraček, P. Kozak, J. Hes, A. Starek. Vnitřní lékařství, v. 32, № 7, 1986.
3. И. Д. Слостникова, О. С. Ряболовь, В. И. Метеллица. Кардиология, т. 28, № 4, 1988.
4. U. Brugmann, R. Blasini, G. Goebel, A. Mannes, J. Dirs-chinger, W. Rudolph. Herz, v. 7, № 2, 1982.
5. Л. И. Ольбинская, О. А. Варганова. Кардиология, т. 24, № 2, 1984.
6. Н. К. Фуркало, Л. Г. Воронков, В. И. Зайцева. Клин. мед., т. LXV, № 2, 1987.

И. Г. ПХАКАДЗЕ

ПРОТОТИПНАЯ СЕМАНТИКА И ЯЗЫКОВАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Гвахария 4.11.1989)

Перевод, одно из возможных воплощений языковой относительности, лучше обосновывается в терминах прототипной семантики и правдоподобной логики, чем в терминах истинностно-функциональной семантики и двухзначной логики. Следует отметить, что все три члена отношения язык—мир—действительность имеют исходную точку «человек», так что наличие этого определяющего фактора иногда неявно, а преимущественно явно предполагается на всех уровнях анализа. Кроме того, не остается без внимания тот факт, что все тенденции, имеющие силу в настоящее время в логико-семантических исследованиях, свидетельствуют об ослаблении знаковых характеристик языковых систем и об увеличении стремления к более объемлющим, разветвленным характеристикам. Особенно трудно найти определенное единое психологическое обоснование современных логико-семантических исследований, так как исследователи, исходя из эффективности соответствующих психологических видений и осмыслений рече-мыслительных процессов, обращаются то к феноменологии, то к психологии гештальта и установки, то к положениям когнитивной психологии. Появление новой парадигмы значения, т. е. включение в исследования смысла языковых единиц разработок, исходящих из области ИИ (искусственного интеллекта), делает необходимым прояснение и уточнение целого ряда фундаментальных теоретических положений из этой области. Единая форма представления мышления, памяти, знания и значения в настоящее время еще далека от совершенства, но определенные и весьма ощутимые результаты вполне обнадеживают. Существующие модели сконструированы таким образом, чтобы объединить информацию, поступающую от разных уровней, отразить их взаимосвязь и взаимодействие. Единая форма представления дифференцируется по отдельным различным формам: представление знаний, семантическое представление, представление памяти, связь взаимных форм представления с логикой, феноменологией, лингвистикой. Любая существующая система нацелена выделить, проанализировать и ответить на общие и частные вопросы, которые ставят перед ними структуры, объединяющие разные формы представления. Представление знаний прежде всего связывается с поиском и выводом информации, объемом и единицей информации, с общей и специфической информацией. Особое место занимает вопрос о форме хранения знаний. Признанной формой представления знаний являются сети, на которые накладывается компонентное семантическое представление либо объединяющиеся с понятием прототипа. Сети часто сближаются, а иногда даже совпадают с моделью представления памяти. Семантическое представление текста преобразует текст таким образом, чтобы сделать его наиболее удобным для вывода умозаключений. Семантическое представление неотрывно связывается с пониманием текста и является своеобразной перезаписью предложений естественного языка на промежуточный язык. Семантическое представление текста ставит вопрос о предполагаемом существовании определенного

списка семантических примитивных компонентов в человеческом сознании и об основной единице сообщения. Как семантическое представление, так и представление знаний связаны с механизмом вывода умозаключений. Правильная семантическая информация успешно заполняет смысловые проблемы, лакуны. Относительно механизма вывода умозаключений речь идет о месте произведения умозаключений, об их характере и функции, об организации умозаключений. Связь с феноменологией различных форм представления знаний и семантического представления знаменует включением в них ожидания, интереса, внимания и других предположений. Форма представления значений, памяти, мышления находят интересные аналоги в падежной, трансформационной и порождающей концепциях лингвистики и в семантике возможных миров. С точки зрения развиваемых теорий, формы представления обходятся без строгих логических формализмов, они успешно используют правдоподобную, размытую логику. Хотя излагаемые разработки приносят много полезного в феноменологию смысла, сама проблема смысла, означивание структур представлений специально не исследуется или исследуется мельком, недостаточно. Обращение к парадигмам фреймов, сценариев, сцен, планов связано с тем, что те модели значения, к которым апеллируют лингвисты, не охватывают весь диапазон рече-мыслительного процесса. Привлечение упомянутых парадигм означает рождение новой точки зрения, которая заключается в том, что значение не только описывается и исследуется, но и используется. А используется оно в самом широком смысле. Речь идет о месте языковой деятельности в широкомасштабном процессе мышления и поведения человека. Понятие прототипа, употребленное вместе с семантическими сетями, ведет к представлению знания фреймами. В процессе мышления человек извлекает из памяти определенную структуру, фрейм — это хранящаяся в памяти система и приводится она в соответствие с реальностью путем изменения ее деталей [1, 2]. Фрейм, сеть из узлов и отношений, состоит из «верхних» и «нижних уровней». Верхние уровни фиксированы и содержат всегда истинные в предполагаемой ситуации вещи. Нижние уровни содержат много терминалов, ячеек, которые заполняются конкретными данными. Феноменологическая сила фреймов определяется включением в теорию ожиданий и других планов предположения. Терминалы фреймов заполнены заранее заготовленными значениями, которые связаны со своими терминалами непрочно и легко заменяются на новые значения, которые лучше соответствуют ситуации. Терминалы используются как «переменные» или как частные случаи. Система фреймов связывается сетью извлечения информации. Фреймы не хранятся в долговременной памяти с неуказанными значениями терминалов. Фреймы заполняются априорными означиваниями на каждом терминале, который с ним связывается слабо. Терминалы с заранее заготовленными значениями могут представлять не только физический мир, но и цели и функции. В падежных грамматиках употребляются фреймоподобные структуры. По мере понимания текста результирующие структуры передаются в растущий «фрейм сцены» для построения укрупненной картины. В терминалах растущей смысловой структуры накапливаются индикаторы и дескрипторы, направляющие ход дальнейших ожидаемых означиваний. Информация при каждой появляющейся возможности передается к суперфреймам, углубляя и конкретизируя сценарий. В ходе рассказа таким образом строится сеть конкретизированных фреймов и подфреймов. Фрейм — это множество вопросов, которые следует задать в гипотетической ситуации; фрейм определяет темы, которые следует рассматривать, и методы, которыми следует с ними работать. Логическим основанием перевода является переводимый текст, подлинник, неизменными должны остаться сценарий и сцены. Это возможно

при условии, если набор индивидов, их свойства и отношения сохраняются в переведенном тексте. Сцены и сценарий связываются между собой инференциальными отношениями, которые устанавливаются между предложениями на уровне сцены (утверждения рассказа) и между предложениями на уровне сцены и сценария (утверждения резюме). Каждое предложение можно оценить с позиции осмысленности (правильно-построенности и однозначности) и истинности в данной ситуации. Критерием такой оценки может послужить логическая форма представления, ее семантическое предствление. Сценарий является проявлением разноуровневых целей и ими же управляется. Каждый переведенный текст, при взвешенных, вероятно-подобных оценках должен минимально отличаться от основного текста (подлинника). Такая оценка будет состоять из сравнения и оценки каждого предложения и должна содержать максимальное число урезаемых и отбрасываемых на каждом шагу такой оценки, несовместимых с основным текстом предложений. Оценки, возможно, будут исходить из совместимости информации, исходящей из сравниваемых текстов, или из реализации целей. Последние параллельно с языковым давлением во многом будут определять аксиологическую информацию и принятие решений со стороны переводчика и эмоциональное воздействие. Даже при наличии совместимости сцен и сценариев на максимально глубинном уровне поверхностная реализация неизбежно даст такие расхождения между переведенными текстами, что они никогда не могут стать полностью идентичными, это будет лишь стремление к максимальной совместимости при минимальном различии. При неудовлетворенной оценке совместимости информации возникают обманутые ожидания и ослабевают внутренние цензоры. Кроме совместимых и несовместимых зон информации, не исключено наличие промежуточной зоны, где будет собираться избыточная информация, которой нет в подлиннике, но она может появиться со стороны переводчика в силу его субъективных интенций или же в результате влияния другого языка; определить меру и сущность такой информации не представляется возможным.

Тбилисский государственный университет
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 1.2.1990)

ენათმეცნიერება

ი. შხაბაძე

პროტოტიპური სემანტიკა და ენობრივი ფარდობითობა

რეზიუმე

აზროვნების, მეხსიერების, ცოდნისა და მნიშვნელობის ერთობლივ ფორმებად შეიძლება მივიჩნიოთ ფრეიმი, სცენარი, სცენები და სქემა, რომლებიც ხასიათდება სემანტიკური, ლოგიკური და ფსიქოლოგიური თვალსაზრისით. თარგმანი წარმოადგენს ენობრივი ფარდობითობის მოქმედების ერთ-ერთ არეს. პროტოტიპური სემანტიკა და ბუნდოვანი ლოგიკა შეიძლება მივიჩნიოთ ამოსავალ კრიტერიუმებად თარგმნის მეთოდოლოგიური და სემანტიკური დაფუძნების დროს.

И. Г. ПХАКАДЗЕ

PROTOTYPE SEMANTICS AND LANGUAGE RELATIVITY

Summary

Among joint forms of thinking, remembrance, knowledge and meaning one can consider a frame, a scenery, a scene and a scheme. They are characterized from semantic, logical and psychological viewpoints. Translation is one of the areas where language relativity enters. Prototype semantics and fuzzy logic can be considered as initial criteria in the methodological and semantic foundation of translation.

ՄԹԹԵՐԵՔՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Минский. Структуры для представления знаний. Психология машинного зрения. М., 1978, 249—336.
2. М. Минский. Новое в зарубежной лингвистике, вып. XXIII, 1988, 287—288.



Л. Р. ГОРДЕЗИАНИ

ХОЗЯЙСТВО ПИЛОССКОГО ДВОРЦА

(Представлено академиком Г. А. Меликишвили 19.1.1990)

Известно, что дворцы Эгеиды II тыс. до н. э. являлись экономическими центрами регионов, на которые распространялась их власть. В хозяйственные функции дворца входило: 1) ведение собственного ойкосного хозяйства; 2) организация центра товарообмена: а) обеспечение ремесленников сырьем и заказами; б) распределение и учет продукции; 3) руководство государственным хозяйством ([1], 16). Интересно проследить, как конкретно отразились эти три уровня хозяйственной деятельности дворца в линейных В табличках из наиболее полно сохранившегося пилоесского архива.

По справедливому замечанию Г. Ф. Поляковой, «хозяйство царя не было формально выделено из общегосударственного хозяйства» ([2], 268). Именно поэтому тексты дают больше информации о хозяйственной деятельности дворца вообще, нежели о разных ячейках этого хозяйства. Следует отметить, что в табличках, по-видимому, нет термина, обозначающего дворец. Царь также упоминается лишь несколько раз и то не в вполне ясных контекстах. Однако сама тематика архива определяет интересы и сферу деятельности царя/дворца (тождество интересов царя и дворца кажется нам вполне возможным) ([3], 16). Поэтому, составляя отчеты, дворцовые писцы не отделяют личное хозяйство царя от общегосударственного, однако некоторые тексты, по нашему мнению, дают возможность частично восстановить картину реально существующего ойкосного хозяйства царя.

Ясно, что государственной функцией дворца является организация военного дела — руководство пограничными отрядами и флотом, их снабжение продуктами, оружием и т. д. В первую очередь для военных и торговых нужд взимаются натуральные налоги. Однако тексты повествуют очень скупо о налоговой системе: указывается лишь, какой продукт и в каком количестве обязан уплатить данный населенный пункт. Еще меньше прямых указаний содержат тексты о личном хозяйстве царя. Лишь в одной табличке назван размер царского участка. Не многим увеличится информация, если Эхелаона считать пилоесским царем. Он имеет два участка определенного типа, виноградник и фруктовый сад. На сегодняшнем уровне знания микенских единиц невозможно установить даже приблизительно размеры царского участка. Пользуясь расчетами для древнего Ближнего Востока ([4], 281), можем сказать, что пилоесский правитель имел личный участок площадью от 40 до 360 га. Таблички молчат о том, кто обрабатывал эту землю.

В противоположность вышеприведенным примерам, пилоесский архив содержит более детальные данные о тех сферах хозяйства, которые трудно однозначно отнести к государственному или царскому сектору.

Особое место занимает храм. Дворец скрупулезно учитывает выполнение обязательств перед храмом разными представителями администрации и общинами. В текстах землевладения много места уделяется землям служителей культа. Вне сомнения, храм и дворец име-



ют общее хозяйство, также неделима светская и духовная власть. Храм собирает (или распределяет) металлы: бронзу, золото, что является одной из важнейших функций дворца. Пилосский архив уделяет большое внимание бронзе, точно учитывает кузнецов и их рабов. В текстах серии Jn перечислены кузнецы, имеющие бронзу с указанием количества. Затем следуют кузнецы без бронзы и количество рабов каждого кузнеца. Эти таблички дают повод предположить, что дворец учитывает всех кузнецов, независимо от того, имеют они государственный заказ или нет. В трех текстах список кузнецов, имеющих бронзу, завершает *басилевс*. Судя по тексту Jo 438, *басилевс* по значимости приравнивается к заместителю управляющего округом. По данным других текстов, *басилевс* стоит во главе *басилей* или *герусии*, в состав которой входят некоторые из известных по серии Jn кузнецов. Напрашивается вывод, что в микенскую эпоху *басилевсом* назывался руководитель цеха кузнецов — *герусии*. Однако более правдоподобным кажется, что *басилевс* лишь несет ответственность перед дворцом за выполнение кузнецами их обязательств. Учитывая более поздние значения данных терминов, *басилевс* мог бы быть главой общины, представителем местной аристократии ([5], 116). Ясно, что дворец возлагал на него определенные функции, важнейшей из которых был надзор за металлургическим производством. Что касается наличия кузнецов в составе *герусии*, не исключено, что кузнец был в совете старейшин своей общины. Деятельность кузнецов в разных пунктах и контроль над ними местной аристократии дают нам возможность предположить, что металлургическое производство являлось отраслью государственного, а не царского ойкосного хозяйства.

Спорным является вопрос о принадлежности скота, описанного в табличках серии Sp. Тексты составлены по следующей формуле: 1) населенный пункт, 2) имя «пастуха» в им. пад., 3) имя в род. пад., 4) вид и количество животных. В некоторых текстах отсутствует третий пункт Л. Р. Пальмер считает, что третьим пунктом является имя хозяина стада, а если имя не упоминается, стадо принадлежит царю ([6], 165). В текстах упомянуты всего четыре «хозяина» стада, которые являлись представителями администрации. Неясно только, почему дворец проявляет повышенный интерес к чужим стадам. Анализируя тексты аналогичного характера из *кносского* архива, Киллен пришел к выводу, что названный представитель администрации не хозяин стада, а руководитель отрасли хозяйства ([7], 38). Кроме того, интересно, что в пилосских текстах встречаются отдельные термины для пастухов коз, овец, свиней. Эти пастухи появляются как в текстах землевладения, так и при исполнении прямых обязательств. Однако в этих случаях стада частных лиц лишь упоминаются, тогда как в табличках серии Sp «пастухи» и «хозяева» названы только именами, а стада описываются детально — с указанием вида, пола и возраста животных. Следовательно, перечисленные в текстах серии Sp лица являются ответственными за стада дворца ([2], 208). Остается лишь добавить, что «бесхозные» стада могут принадлежать ойкосному хозяйству царя, а остальные — государству.

Тексты серий Aa и Ab описывают группы женщин, характеризующихся профессиональным или другим признаком, и их детей. Несмотря на то, что они не именуется рабами, их рабский статус вызывает меньше сомнений, чем статус лиц, названных в текстах рабами. Количество рабынь и их детей велико — около 1400. Ясно, что лишь малая их часть могла обслуживать дворец. Остальные посылались в разные пункты для выполнения определенных работ. Не все термины, обозначающие профессию женщин, понятны, однако, ни один из прочитанных не связан с земледелием. По-видимому, рабыни работали в разных мастерских и служанками у чиновников царя.

Тексты серии Ad описывают взрослых сыновей вышеупомянутых рабынь. Должно быть, они тоже рабы. Из текстов не видна цель составления таких отрядов. По нашему мнению, отсутствие каких-либо пояснений объясняется тем, что писец имеет дело с часто повторяющимся и понятным фактом, не требующим особой фиксации. Возможно, рабы посылались на работу на царском участке.

Аналогичная ситуация с мужчинами из текстов серии Ac. У нас нет никакой информации ни об их статусе, ни о цели составления отряда. Они также могли обрабатывать царскую землю. О статусе можно лишь гадать. Они могут быть и рабами, и выполняющими свои обязательства общинниками и наемными рабочими.

Если принять эти весьма гипотетические версии, обрисовывается определенная картина личного ойкосного хозяйства царя, которое хоть и не отделено формально от общегосударственного, но реально существует; дворец обслуживает определенное количество рабынь; на полях, а садах и виноградниках царя работают рабы и частично свободные (на неясных условиях); царские стада пасутся в разных уголках страны. Кроме того, источником богатства дворца являются контроль над металлургическим производством и торговлей, налоги, пожертвования храмам.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт истории, археологии
 и этнографии
 им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 1.2.1990)

ისტორია

ლ. გორდეზიანი

პილოსის სასახლის მეურნეობა

რეზიუმე

გაკეთებულია ცდა ფორმალურად ერთიანი სახელმწიფო მეურნეობიდან გამოიყოს მეფის პირადი ოიკოსური მეურნეობა: სასახლეს ემსახურებიან მონაქალები. მეფის მიწებს ამუშავებენ მონები და, ნაწილობრივ, თავისუფლები (გაურკვეველი პირობით), სამეფო ჯოგები განფენილია ქვეყნის სხვადასხვა მხარეში. გარდა ამისა, სასახლის სიმდიდრის წყაროს წარმოადგენს მეტალურგიულ წარმოებასა და ვაჭრობაზე კონტროლი, გადასახადები, ტაძრებისათვის შეწირულობანი.

HISTORY

L. R. GORDEZIANI

THE ECONOMY OF THE PALACE OF PYLOS

Summary

The paper presents an attempt to separate the king's private household from the formally indivisible state economy: slaves (women) serve at the palace, slaves (men) and partially free people (on unknown conditions) work on the king's estates; the king's cattle is scattered in different parts of the kingdom. Besides, control over metallurgical production and trade, contributions, donations to the temples are the sources of the wealth of the palace.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. B r o c k m e y e r. Sozialgeschichte der Antike. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 1972.
2. Г. Ф. Полякова. Социально-политическая структура пилосского общества. М., 1978.
3. ლ. გორდეზანი. ისტორიულ-წყაროთმცოდნეობითი ძიებანი. თბილისი, 1989.
4. G. Pettinato, H. Waetzold. Studia Orientalia, v. XLVI, 1975.
5. K. Wundsam. Die politische und soziale Struktur in den mykenischen Residenzen nach den Linear-B Texten. Wien, 1968.
6. L. R. Palmer. The Interpretation of Mycenaean Greek Texts. Oxford, 1963.
7. I. Killen. Kadmos, 1969, VIII.

6/90



УДК 1 83Б. 90 333.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181