

524

1975



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 77 ტომ

№ 2

თვეგვასლი 1975 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

12767

ტომი 77 ТОМ

№ 2

თებერვალი 1975 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

კ. ჩხეიძის სსრ სსრ
სახელმწიფო ბიბლიოთეკა

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ო. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, ვ. ოყუჯავა ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯაფარიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ბელმოწერილია დასაბუქდად 28.2.1975; შეკვ. № 90; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საადრიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 11059; ტირაჟი 1850

• • •

Подписано к печати 28.2.1975; зак. № 90; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 11059; тираж 1850

* * *

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

* * *

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

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- *მ. გვარამძე. ანალიზურ ფუნქციათა $B(p, q, \lambda)$ სივრცეების შესახებ 275
- *აბდუ-ლ-სატარ ა. დაბუ რ ი. სტინროდის განზოგადებული ჯგუფის შესახებ 280
- *ხ. გორგაძე, ნ გუენ ზ უ ი ტ ი ე ნ ი. მიმდევრობათა ორლიჩის სივრცეებში გაუსის ზომების ოჯახის კომპაქტურობის შესახებ 283
- *თ. ტორონჯაძე. იტოს პროცესთა ერთი კლასის შესაბამისი განახლების პროცესთა აგება 288
- *გ. ყიფიანი. კრებადობის სისტემების შესახებ 291
- *ვ. ბადაგაძე, შ. გელაშვილი. სიბოგამტარებლობის მრავალგანზომილებიანი განტოლებისათვის მაღალი სიზუსტის ცხადი ორშრიანი სხვაობიანი სქემების თანაბარი კრებადობის შესახებ 295
- *ვ. ფრიშლინგი. წერტილში განაწილების სიმკვრივის შეფასების სიზუსტის ასიმპტოტური რიგის შესახებ 300
- *ბ. გრაგოლია. გურსას ამოცანის შესახებ ჰიპერბოლური სისტემისათვის ძლიერი სინგულარობით 303
- *შ. ზელაძე. ფურიე — უოლშის მწკრივთა ყველგან განშლადობის შესახებ 307
- *თ. ქაღეიშვილი. მთავარ ფიზრაციათა ჰომოლოგიის თეორიისათვის 311
- *ა. თსიძე. ერთი სტატისტიკის შესახებ, რომელი ჰიპოთეზის შესამოწმებლად გაუსის სტაციონარული შემთხვევითი პროცესის სპექტრალური სიმკვრივისათვის 315

მიქანიკა

- *ს. იასაშვილი, ქ. შუბითიძე, ნ. შუმოვი. ცენტრიდანული ტუმბოს სიბხის ნაკადის ბირთვის მექანიკური და პიდროდინამიკური პარამეტრების კოპერენტულობის სპექტრი 320
- *მ. მიქელაძე. ქერქის წარმოქმნის თეორია ოვალური ტიპის დანადგარებზე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს 323

დრეკადობის თეორია

- *ლ. ბიწაძე. თერმოდრეკადი ტრანსვერსალური იზოტროპული ფენის სტატიკის შერეული ამოცანა 328

კინემატიკა

- გ. ბეგალიშვილი. რამდენიმე შენიშვნა ოპტიმალური მართვის არსებობის საკმარისი პირობების შესახებ 331
- ბ. ცერცვაძე. არასრული ბალანსირებული ბლოკ-სქემების აგების ერთი რეკურენტული მეთოდი 335

ფიზიკა

- *ლ. კიკნაძე, ი. მამალაძე. გრივლების დაგროვების კინეტიკა მერხვე ჰელიუმ II-ში 339

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *გ. აღამაშვილი, ჩან ხან შაი. ელექტრონულ-ბირთვული კროს-რელაქსაცია სამი ტიპის სპინის შემთხვევაში 343
- *ვ. ციციშვილი, ე. ფედინი. სპინ-ბრუნვითი ურთიერთქმედებით გამოწვეული წყლის პროტონების მაგნიტური რელაქსაცია 348
- *თ. გაჩეჩილაძე, გ. კირთაძე. ვიგნერის განაწილება $\frac{1}{2}h$ სპინის ოპერატორის კომპონენტთა საკუთარი მნიშვნელობისათვის 352
- გეოფიზიკა
- *ნ. ხატიაშვილი. ელექტრული პოტენციალის ექსტრემუმის მექანიზმი LiF კრისტალების დეფორმაციის დროს 355
- ანალიზური ქიმია
- *ლ. ქაშაქაშვილი, ა. დანელია, ნ. კუციავა, ვ. ერისთავი. დინამური მეთოდით სკანდუმი, იტრიუმის და ლანთანის დაღეჭვითი სორბციის კინეტიკის შესწავლა AB-17 და AB-16 ანიონიტებზე 360
- ზოგადი და არაორგანული ქიმია
- *ა. შველაშვილი, ა. კვიციანი, მ. კანდელიანი, ე. მიქელაძე. დიქლორდეთილენდიამინირდიუმის (III) ქლორიდის კრისტალური სტრუქტურა 364
- *ნ. კალანდიაძე, ვ. გაფრინდაშვილი. სპილენძის სულფატის დაშლის კინეტიკა 367
- ფიზიკური ქიმია
- *რ. ახოვაძე, ლ. უტკინა, თ. ტეპლიცაია. ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის, 7-მეთილ-ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის და 9,10-დიჰიდრო-7-მეთილ-ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის ფლუორესცენციის და შთანთქმის კვაზი-ხაზოვანი სპექტრები 372
- *მ. მამალაძე, ე. ნანობაშვილი. არსენიტების წყალხსნარების უ-რადიოლიზის გამოკვლევა 376
- ფიზიკური გეოგრაფია
- *ქ. ჯანელიძე, ი. მიქაძე. შუაეიურპული ტრანსგრესიის საბუთები კოლხეთის დაბლობის ზედაპლესტოცენურ ნალექებში 379
- ჰიდროლოგია
- *გ. მეტრეველი. საქართველოს სანაპირო ზონის დინებათა გამოკვლევა 383
- პეტროლოგია
- *თ. გოგიშვილი, ი. ყიფიანი. წითელი კირქვების ფაციესი და მკავე ვულკანოზმის პროდუქტები ლოქის მასივის ლიასურ ნალექებში 387
- სამშენებლო მექანიკა
- *ნ. ბულია. ხერელიანი დამრეცი ვარსის ანგარიშის ახალი მეთოდი 392
- მეტალურგია
- *გ. ზვიადაძე, ნ. ჩხიკვაძე, ი. ფულარიანი. ლითუმისა და ცერიუმის ქლორიდების აღდგენის მაქსიმალური ხარისხის მიღწევა ალუმინ-ლანთანისა და ალუმინ-ცერიუმის მიღების ვაკუუმურ მეთოდში პროცესის დროს 396

განჯანათმცოდნეობა

- *დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დემურიშვილი, ნ. დავითაშვილი. სფერული მრუდმზარა-მცოცხალი მება-
 ნისების კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის 400

ჰიდროტექნიკა

- *კ. ბილაშვილი. წყალქვეშა ფერდობზე ზეაგების ფორმირებისა და განვითარების
 ზოგიერთი საკითხი 404

ავტომატური მართვა და გაკომპლექტირება ტექნიკა

- *მ. ნალბანდიანი. მრავალჯერადი ასიმეტრული შეცდომების გამასწორებელი
 კოდების კლასი 407
- *ო. ხომერიკი, გ. შტეინბერგი. პოლის გადაწოდებაში მანეტორეზისტული
 ეფექტით გამოწვეული ცდომილების კომპენსაციის ერთი მეთოდის შესახებ 412

ნიადაგთმცოდნეობა

- *ყ. ლომიძე, მ. ბერძენიშვილი. აღმოსავლეთ საქართველოს მუნარ-რცხილ-
 ნარების ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობა 415
- *მ. მინდელი. მასალები კახეთის კავკასიონის ტყის ყოვრალი ნიადაგების შესწავ-
 ლისათვის 420

მეთევეობა

- *რ. ჩხუბიანიშვილი. კორომის სხვადასხვა იარუსებში ფორმირებული აღმოსავ-
 ლეთის წიფლის ფოტოსინთეზური სისტემის მორფოლოგიურ-ანატომიური და-
 ხასიათება 423

ბოტანიკა

- *გ. კანდელაკი, ნ. მელია. ორმაგი განაყოფიერების პროცესი მთის ქვევისა და
 ხორბლის ჰიბრიდიზაციისას დამტერვის სხვადასხვა ხერხის გამოყენების დროს 428
- *ზ. გამცემლიძე. სუბნივალური სარტყლის მცენარეთა ზოგიერთი ბიოეკოლო-
 გიური თავისებურების შესახებ 431

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *გ. ელენტი. ზრდის ენდოგენური რეგულატორების დინამიკა ზამთრის ვეგეტაციის
 მქონე ზოგიერთ ბალახოვან მცენარეში 434

გენეტიკა და სელექცია

- პ. ნასყიდაშვილი. საქართველოს მავარი ხორბლის ჯიშში (*T. durum V. caeru-*
lescens) ჰიბრიდული ქონდარობის გენები 437

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ა. ტიმჩენკო, გ. ბერაძე. ბოცერის გარეთა დამუხლული სხეულის ვენტრა-
 ლური ბირთვის აფერენტული კავშირების ელექტროფიზიოლოგიური შესწავლა 443
- *ნ. კიკნაძე. თავის ტვინის ელექტრული აქტივობის დინამიკა ძილის სხვადასხვა
 ფაზაში რენტგენის სხივების ზემოქმედების შემდეგ 447
- *ვ. მალოლეტნევი, ზ. თელია. ფიზიკური დატვირთვის გავლენა ადამიანის
 ღამის ძილზე 452
- *ს. ბუთხუზი, ვ. ბერიშვილი, ა. ჩხარტიშვილი. ტვიცილის ქვევითი და
 ელექტრული გამოვლინების ცვლილებები დეიძილისა და ძილის სხვადასხვა ფაზის
 დროს 456

ბიოფიზიკა

- *ჯ. ონიანი, ბ. ლომსაძე, ა. კუდრიანი, ლ. ვორობიოვი. ბიოგენური ამინების გავლენა ხარასებურ წყალმცენარე *Nitella Syncarpa* პროტოპლასმის მოძრაობაზე 460
- *ვ. თევდორაძე. ბაყაყის კანის ელექტრული სპექტროსკოპია 463

ბიომიმიკა

- მ. გორდეზიანი, დ. კინწურაშვილი. გლუტამატის ქანგვის ტრანსამინაზული და დეჰიდროგენაზული გზების ენერგეტიკული ეფექტურობა ვახის ფოთლებში 465
- *ქ. ინანეიშვილი, ჯ. გოგისვანიძე, მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ჭარხალ-ჩაის საღებავის მდგრადი კომპლექსის წარმოქმნისა და სტაბილიზაციის პროცესის ხანგრძლივობის შესახებ 471

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *დ. ტაყაშვილი, თ. დათაშვილი. ფიტოაუქსინები პარკოსან-რიზობიალურ სიმბიოზში 475

მასპირიმიმენტული მორფოლოგია

- *რ. ჩხეიძე. ნუკლეინის მკვავათა ცვლა ცხოველთა შინაგანი ორგანოების უჯრედებში ნაწლავის მაღალი ფისტულის დროს 480
- *თ. ქურაძე. პიპთოლამუსის წინა ნაწილის ბირთვებში ნეირონთა სტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული პნევმონიის დროს 483

მასპირიმიმენტული ვიდეცინა

- *მ. ლორთქიფანიძე, ლ. თევდორაძე, ვ. ახობაძე. მკურნალობის ეფექტურობის ელექტროენცეფალოგრაფიული კონტროლი ქალაქგინის მწვავე მიმეტრავების დროს გაუტკივარების სხვადასხვა სახის გამოყენებისას 487

ენათმეცნიერება

- ლ. გეგეშკორი. უცხოური ენების საცდელი სწავლება ინტენსიური კურსით 489
- *დ. სვანი. გენეტიკური კონსტრუქციის საკითხისათვის სირიულში 493
- დ. გრიქუროვა. სიტყვათა რიგის ხასიათის საკითხისათვის ქართულ წინადადებაში 497

ისტორია

- *ლ. მარუაშვილი, ა. ბურჭულაძე, გ. ტოგონიძე. ცუცხვათის მღვიმის მთავარი ტალანის „გადებული შორები“, მათი რადიონახშირბადული ასაკი და ისტორიული მნიშვნელობა 503

ეთნოგრაფია

- თ. ცაგარეიშვილი. რძის პროდუქტების დამზადებისათვის განკუთვნილი სამეურნეო ნაგებობანი ქვემო ქართლში 505

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

М. И. Гварадзе. О пространствах $B(p, q, \lambda)$ аналитических функций	273
Абдиль-Саттар А. Дабур. Об обобщенной группе Стиррода	277
З. Г. Горгадзе, Нгуен Зуи Тиен. О компактности семейства гауссовских мер в пространствах Орлича последовательностей	281
Т. А. Торонджадзе. Построение обновляющего процесса для одного класса процессов Ито	285
Г. Г. Кипиани. О системах сходимости	289
В. В. Бадагадзе, Ш. М. Гелашвили. О равномерной сходимости явных двухслойных разностных схем повышенной точности для многомерного уравнения теплопроводности	293
В. А. Фришлинг. Об асимптотическом порядке точности оценок плотности распределения в точке	297
М. П. Григолия. О задаче Гурса для гиперболической системы с сильной сингулярностью	301
Ш. В. Хеладзе. О расходимости всюду рядов Фурье—Уолша	305
Т. В. Кадеишвили. К теории гомологии главных расслоений	309
А. Г. Осидзе. Об одной статистике для проверки сложной гипотезы относительно вида спектральной плотности стационарного гауссовского случайного процесса	313

МЕХАНИКА

С. В. Иасашвили, К. З. Шубитидзе, Н. Г. Шумов. Спектр когерентности механических и гидродинамических параметров ядра потока жидкости центробежного насоса	317
М. Ш. Микеладзе. Теория образования корки при непрерывной разливке стали на установках овального типа	321

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. П. Бицадзе. Смешанная задача статик термоупругого трансверсального изотропного слоя	325
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

Г. М. Бегалишвили. Некоторые замечания о достаточных условиях существования оптимального управления	329
Б. И. Церцвадзе. Один рекуррентный метод построения неполных сбалансированных блок-схем	333

ФИЗИКА

Л. В. Кикнадзе, Ю. Г. Мамаладзе. Кинетика накопления вихрей в колеблющемся гелии II	337
---	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Г. Т. Адамашвили, Чан Хань Май. Электронно-ядерная кросс-релаксация при наличии спинов трех сортов 341
- В. Г. Цицишвили, Э. И. Федин. Магнитная релаксация протонов воды, обусловленная спин-вращательным взаимодействием 345
- Т. Г. Гачечиладзе, Г. Ш. Киртадзе. Распределение Вигнера для собственных значений компонент оператора спина $\frac{1}{2} \hbar$ 349

ГЕОФИЗИКА

- Н. Г. Хатнашвили. К механизму экстремума электрического потенциала при деформации кристаллов LiF 353

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Л. Кашакашвили, А. Г. Данелия, Н. А. Куцава, В. Д. Эристави. Исследование кинетики сорбции скандия, иттрия и лантана на анионитах АВ-17 и АВ-16 динамическим методом 357

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Е. Швелашвили, А. И. Квиташвили, М. Н. Канделаки, Э. А. Микеладзе. Кристаллическая структура дихлордиэтилендиамиридий (III) хлорида 361
- Н. Д. Каландадзе, В. Н. Гаприндашвили. Кинетика термического разложения сульфата меди 365

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р. Н. Ахобадзе, Л. Ф. Уткина, Т. А. Теплицкая. Квазилинейчатые спектры флуоресценции и поглощения бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена, 7-метил-бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена и 9,10-дигидро-7-метил-бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена. 369
- М. В. Мамаладзе, Е. М. Нанобашвили. Исследование γ -радиолиза водных растворов арсенитов 373

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Ч. П. Джанелидзе, И. С. Микадзе. Свидетельства среднеюрмской трансгрессии в верхнеплейстоценовых отложениях Колхидской низменности 377

ГИДРОЛОГИЯ

- Г. С. Метревели. Исследование течений в прибрежной зоне Грузии 381

ПЕТРОЛОГИЯ

- Т. Ш. Гогишвили, И. Б. Кипиани. Фация красных криноидных известняков и продукты кислого вулканизма в лейасе Локского массива (Юго-Восточная Грузия) 385

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Н. П. Булия. Новый метод расчета пологих оболочек с отверстием 389

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Г. Н. Звиададзе, Н. В. Чхиквадзе, Ю. И. Пуларяни. Достижение максимальной степени восстановления хлоридов лантана и церия при вакуумтермическом процессе получения лигатур алюминий-лантан и алюминий-церий 393

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. В. Демуришвили, Н. С. Давиташвили. К вопросу кинематического исследования сферического кривошипно-ползунного механизма 397

ГИДРОТЕХНИКА

- К. А. Билашвили. Некоторые вопросы формирования и развития подводных наносных лавин 401

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- М. Н. Налбандян. Класс кодов, исправляющий многократные асимметрические ошибки 405
- О. К. Хомерики, Г. Я. Штейнберг. Об одном методе компенсации погрешности, вызванной магниторезистивным эффектом в датчиках Холла 409

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Д. В. Ломидзе, М. Г. Бердзенишвили. Состав гумуса почв дубово-грабовых лесов Восточной Грузии 413
- М. Г. Миндели. Материалы к изучению бурых лесных почв Кахетинского Кавказиони 417

ЛЕСОВОДСТВО

- Р. И. Чхубианишвили. Морфолого-анатомическая характеристика фотосинтезирующих систем бука восточного, сформировавшихся в разных ярусах древостоя 421

БОТАНИКА

- Г. В. Каделлаки, Н. С. Мелия. Процесс двойного оплодотворения в скрещиваниях пшеницы с рожью при различных способах опыления 425
- З. Г. Гамцемлидзе. О некоторых биоэкологических особенностях растений субивального пояса 429

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Г. В. Жгенти. Динамика природных регуляторов роста некоторых зимнецветирующих растений 433

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- * П. П. Наскидашвили. Гены гибридной карликовости в сорте грузинской твердой пшеницы (*T. durum v. caerulea*) 438

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. С. Тимченко, Г. Г. Берадзе. Электрофизиологическое изучение афферентных связей вентрального ядра наружного коленчатого тела кролика 441
- Н. Р. Кикнадзе. Динамика электрической активности мозга в различных фазах сна после облучения рентгеновскими лучами 445
- В. И. Малолетнев, З. А. Телия. Влияние физических нагрузок на ночной сон человека 449
- С. М. Бутхузи, В. Г. Беришвили, А. Г. Чхартишвили. Изменение поведенческих и электрических проявлений боли во время бодрствования и в разных фазах сна 453

БИОФИЗИКА

- Д. А. Ониани, Б. А. Ломсадзе, А. Н. Кудриц, Л. Н. Воробьев.
Влияние биогенных аминов на подвижность протоплазмы в клетках
харовых водорослей *Nitella Syncarpa* 457
- В. В. Тевдорадзе. Электрическая спектроскопия кожи лягушки 461

БИОХИМИЯ

- *М. Ш. Гордезиани, Д. Ф. Кинцурашвили. Энергетическая эффектив-
ность трансаминазного и дегидрогеназного путей окисления глутамата в
листьях виноградной лозы 468
- Ж. А. Инанейшвили, Д. В. Гогисванидзе, М. А. Бокучава
(член-корреспондент АН ГССР). Об образовании стабильного комплекса
свекольно-чайного красителя и продолжительности процесса стабилизации 469

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Д. В. Таркашвили, Т. А. Даташвили. Фитоауксины в бобово-ризоби-
альном симбиозе 473

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Р. Д. Чхендзе. Обмен нуклеиновых кислот в клетках внутренних органов
у животных с высокой фистулой кишечника 477
- Т. А. Чурадзе. Структурные изменения нейронов в ядрах переднего отдела
гипоталамуса при экспериментальной пневмонии 481
- М. Г. Лордкипанидзе, Л. А. Тевдорадзе, В. А. Ахобадзе. Элек-
тронцефалографический контроль эффективности лечения острых, тяже-
лых черепно-мозговых травм различными видами обезболивания 485

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- *Л. Ш. Гегечкори. Опытное обучение взрослых иноязычной речи по интен-
сивному курсу 492
- Д. Д. Свани. К вопросу генетивной конструкции в сирийском 496
- * Д. А. Грикурова. К вопросу о характере порядка слов в грузинском пред-
ложении 500

ИСТОРИЯ

- Л. И. Маруашвили, А. А. Бурчуладзе, Г. И. Тогоидзе. «Переки-
нутые бревна» Главной галереи Цуцхватской пещерной системы, их радио-
углеродный возраст и историческое значение 501

ЭТНОГРАФИЯ

- * Т. Ш. Цагарейшвили. Специфические хозяйственные постройки для мо-
лочных продуктов в Нижней Картли 507

CONTENTS*

MATHEMATICS

M. I. Gvaradze. On $B(p, q, \gamma)$ spaces of analytic functions	276
Abdel-Sattar A. Dabour. On a generalization of Steenrod's homology group	280
Z. G. Gorgadze, Nguen Zuy Tien. On the compactness of a family of Gaussian measures in Orlicz sequence spaces	283
T. A. Toronjadze. On the construction of the innovation process for one class of Ito processes	288
G. G. Kipiani. On the systems of convergence	291
V. V. Badagadze, Sh. M. Gelashvili. On the uniform convergence of explicit two-layer difference schemes of multiple precision for the multivariate equation of heat conductivity	295
V. A. Frishling. On the asymptotic order of the precision of estimates of the density function at a point	300
M. P. Grigolia. On the Goursat problem for a hyperbolic system with strong singularity	303
Sh. V. Kheladze. On everywhere divergence of Fourier-Walsh series	307
T. V. Kadeishvili. On the homology theory of the principal fibre spaces	311
A. G. Osidze. On one statistics to verify the complex hypothesis of the spectral density of a Gaussian stationary random process	315

MECHANICS

S. V. Iasashvili, K. Z. Shubitidze, N. G. Shumov. Investigation of the coherence spectrum of mechanical and hydrodynamic parameters of the core of the centrifugal pump fluid flow	320
M. Sh. Mikeladze. Theory of crustification in continuous steel-casting on oval installations	324

THEORY OF ELASTICITY

L. P. Bitsadze. A mixed boundary value problem of the statics of a thermo-elastic transversely isotropic layer	328
--	-----

CYBERNETICS

G. M. Begalishvili. Some remarks on the sufficient conditions for the existence of optimal control	332
B. I. Tsertsvadze. One recurrent method of constructing incomplete balanced block diagrams	335

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

PHYSICS

- L. V. Kiknadze, Yu. G. Mamaladze. Kinetics of vortex pumping in oscillating helium II 340
- G. T. Adamashvili, Chan Khan Mai. Electron-nuclear cross-relaxation in the presence of spins of three kinds 344
- V. G. Tsitsishvili, E. I. Fedin. Magnetic relaxation of water protons due to spin-rotational interaction 348
- T. G. Gatchechiladze, G. Sh. Kirtadze. Wigner distribution for eigenvalues of $1/2 \hbar$ spin operator components 352

GEOPHYSICS

- N. G. Khatiashvili. On the mechanism of the extremum of the electrical potential at the deformation of crystals of *Lif* 356

ANALYTICAL CHEMISTRY

- L. L. Kashakashvili, A. G. Danelia, N. A. Kutsiava, V. D. Eristavi. Investigation of the kinetics of sedimentary sorption of Scandium, Yttrium and Lanthanum on anion exchangers by the dynamic method 360

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- A. E. Shvelashvili, A. I. Kvitashvili, M. N. Kandelaki, E. A. Mikeladze. Crystalline structure of dichlorodiethylenediamineiridium (III) chloride 364
- N. D. Kalandadze, V. N. Gaprindashvili. Kinetics of thermal decomposition of copper sulphate 368

PHYSICAL CHEMISTRY

- R. N. Akhobadze, L. Ph. Utkina, T. A. Teplitskaya. Quasi-linear spectra of fluorescence and absorption of benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene, 7-methyl-benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene and 9,10-dihydro-7-methyl-benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene 372
- M. V. Mamaladze, E. M. Nanobashvili. Investigation of γ -radiolysis of aqueous solutions of arsenites 376

PHYSICAL GEOGRAPHY

- Ch. P. Janelidze, I. S. Mikadze. On the evidence of the Middle Würmian transgression in the Upper Pleistocene deposits of the Kolkheti lowland 379

HYDROLOGY

- G. S. Metreveli. A study of Georgia's coastal zone currents 383

PETROLOGY

- T. Sh. Gogishvili, I. B. Kipiani. The facies of red limestones and products of oxidized volcanism in Liassic sediments of the Lok massif 387

PHYSICS

- L. V. Kiknadze, Yu. G. Mamaladze. Kinetics of vortex pumping in oscillating helium II 340
- G. T. Adamashvili, Chan Khan Mai. Electron-nuclear cross-relaxation in the presence of spins of three kinds 344
- V. G. Tsitsishvili, E. I. Fedin. Magnetic relaxation of water protons due to spin-rotational interaction 348
- T. G. Gatchechiladze, G. Sh. Kirtadze. Wigner distribution for eigenvalues of $1/2$ h spin operator components 352

GEOPHYSICS

- N. G. Khatishvili. On the mechanism of the extremum of the electrical potential at the deformation of crystals of *Lif* 356

ANALYTICAL CHEMISTRY

- L. L. Kashakashvili, A. G. Danelia, N. A. Kutsiava, V. D. Eristavi. Investigation of the kinetics of sedimentary sorption of Scandium, Yttrium and Lanthanum on anion exchangers by the dynamic method 360

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- A. E. Shvelashvili, A. I. Kvitashvili, M. N. Kandelaki, E. A. Mikeladze. Crystalline structure of dichlorodiethylenediamineiridium (III) chloride 364
- N. D. Kalandadze, V. N. Gaprindashvili. Kinetics of thermal decomposition of copper sulphate 368

PHYSICAL CHEMISTRY

- R. N. Akhobadze, L. Ph. Utkina, T. A. Tep litskaya. Quasi-linear spectra of fluorescence and absorption of benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene, 7-methyl-benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene and 9,10-dihydro-7-methyl-benzo-(B)-naphtho-(2,3-d)-thiophene 372
- M. V. Mamaladze, E. M. Nanobashvili. Investigation of γ -radiolysis of aqueous solutions of arsenites 376

PHYSICAL GEOGRAPHY

- Ch. P. Janelidze, I. S. Mikadze. On the evidence of the Middle Würmian transgression in the Upper Pleistocene deposits of the Kolkheti lowland 379

HYDROLOGY

- G. S. Metreveli. A study of Georgia's coastal zone currents 383

PETROLOGY

- T. Sh. Gogishvili, I. B. Kipiani. The facies of red limestones and products of oxidized volcanism in Liassic sediments of the Lok massif 387

STRUCTURAL MECHANICS

- N. P. Bulia. A new method of calculation of a gently inclined perforated casing 392

METALLURGY

- G. N. Zviadadze, N. V. Chkhikvadze, I. I. Pulariani. Attainment of the maximal degree of reduction of lanthanum- and cerium chlorides by the vacuumthermal process of obtaining the ligature of aluminium-lanthanum and aluminium-cerium 396

MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkheldze, N. V. Demurishvili, N. S. Davitashvili. Toward a kinematic study of crank and slider spherical mechanisms 400

HYDRAULIC ENGINEERING

- K. A. Bilashvili. Some questions of the formation and development of avalanches on submarine slopes 404

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- M. N. Nalbandian. Class of codes correcting multiple asymmetric errors 407
 O. K. Khomeriki, G. Ya. Shteinberg. On one method of compensating errors caused by the magnetoresistive effect in Hall generators 412

SOIL SCIENCE

- D. V. Lomidze, M. G. Berdzenishvili. Humus composition of oak and hornbeam forest soils in eastern Georgia 416
 M. G. Mindeli. Materials for studying the brown forest soils of the Kakhetian portion of the Greater Caucasus Range 420

FORESTRY

- R. I. Chkhubianishvili. Morpho-anatomical characteristic of the photosynthesizing systems of European beech formed in various layers of a stock 424

BOTANY

- G. V. Kandelaki, N. S. Melia. Double fertilization in crossing wheat and mountain rye, using different pollination methods 428
 Z. G. Gamtsemlidze. On some bioecological peculiarities of plants of the subnival belt 431

PLANT PHYSIOLOGY

- G. V. Zhgenti. The dynamics of natural growth regulators of some winter-vegetative plants 435

GENETICS AND SELECTION

- P. P. Naskidashvili. Genes of hybrid dwarfness in the Georgian durum wheat variety (*T. durum v. caeruleus*) 438

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. S. Timchenko, G. G. Beradze. Electrophysiological study of the afferent connections of the ventral nucleus of the lateral geniculate body in rabbits 443
- N. R. Kiknadze. Effects of X-irradiation on the dynamics of the brain electrical activity during different phases of sleep 448
- V. I. Maloletnev, Z. A. Telia. The influence of exercise on the night sleep in man 452
- S. M. Butkhuzi, V. G. Berishvili, A. G. Chkhartishvili. On the changes of behavioral and electrical manifestations of pain during wakefulness and different phases of sleep 456

BIOPHYSICS

- J. A. Oniani, B. A. Lomsadze, A. N. Kudrin, L. N. Vorobyov. Effects of biogenic amines on the protoplasm motility in the *Nitella Syncarpa* cells 460
- V. V. Tevdoradze. Electrical spectroscopy of the frog's skin 463

BIOCHEMISTRY

- M. Sh. Gordeziani, D. F. Kintsurashvili. Energetic effectiveness of the transaminase and the dehydrogenase ways of glutamate oxidation in vine leaves 468
- Zh. A. Inaneishvili, J. V. Gogisvanidze, M. A. Bokuchava. On the formation of a stable complex of beet-tea dye-stuff and the duration of the stabilization process 471

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- D. V. Tarkashvili, T. A. Datashvili. Phytoauxins in leguminous-rhizobium symbiosis 476

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- R. D. Chkheidze. Metabolism of nucleic acids in cells of internal organs of animals with intestinal high fistulae 480
- T. A. Churadze. Structural changes of neurons in the nuclei of the anterior portion of the hypothalamus in experimentally induced pneumonia 483

EXPERIMENTAL MEDICINE

- M. G. Lordkipanidze, L. A. Tevdoradze, V. A. Akhobadze. EEG control of the treatment effectivity of acute, grave craniocerebral traumas with various types of pain-killing 487

LINGUISTICS

L. Sh. Gegechkori. Experimental intensive course of teaching foreign languages to grown-ups	492
D. D. Svani. Concerning the genitive construction in Syriac	496
D. A. Grikurova. Concerning the character of word order in the Georgian sentence	500

HISTORY

L. I. Maruashvili, A. A. Burchuladze, G. I. Togonidze. "The cross-beams" in the main gallery of the Tsutskhvati cave complex, their radiocarbon dating and historical value	504
---	-----

ETHNOGRAPHY

T. Sh. Tsagareishvili. Specific economic buildings for milk products in "Kvemo Kartli" (Lower Kartli)	507
---	-----

М. И. ГВАРДЗЕ

О ПРОСТРАНСТВАХ $B(p, q, \lambda)$ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 19.6.1974)

Пусть $0 < p < q \leq \infty$, $0 < \lambda \leq \infty$. Обозначим через $B(p, q, \lambda)$ пространство функций, аналитических в круге $|z| < 1$, для которых

$$\int_0^1 (1-r)^{\lambda(1/p-1/q)-1} M_q^\lambda(r, f) dr < \infty,$$

где

$$M_q(r, f) = \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |f(re^{i\theta})|^q d\theta \right\}^{1/q}.$$

При $q, \lambda \geq 1$ пространства $B(p, q, \lambda)$ являются банаховыми пространствами, в остальных случаях — пространствами Фреше.

Известно, что $H^p \subset B(p, q, \lambda)$ при $\lambda \geq p$ (см. [1]). Пространство $B(p, 1, 1)$ совпадает с пространством B^p (см. [2]).

1. При $0 < \lambda < \infty$ для максимума модуля $M(r, f)$ на окружности $r(0 \leq r < 1)$ функции $f \in B(p, q, \lambda)$ имеем неулучшаемую оценку: $M(r, f) = o((1-r)^{-1/p})$ при $r \rightarrow 1$.

Теорема 1. а) Пусть функция f , $f(z) = \sum a_n z^n$, принадлежит $B(p, q, \lambda)$. Тогда $a_n = o(n^{1/p-1/q})$ при $q \geq 1$ и $a_n = o(n^{1/p-1})$ при $q < 1$.

в) Если комплексные числа $a_n (n = 1, 2, \dots)$ удовлетворяют условию $|a_n| \leq Cn^\alpha$, где $\alpha < 1/p - 1/q - 1/2$ при $q < 2$, и $\alpha < 1/p - 1$ при $q \geq 2$, то функция f , $f(z) = \sum a_n z^n$, при любом $\lambda (0 < \lambda \leq \infty)$ принадлежит $B(p, q, \lambda)$.

При любом $\lambda (0 < \lambda < \infty)$ существует функция f , такая, что тейлоровские коэффициенты удовлетворяют условию $|a_n| \leq Cn^\alpha$, где $\alpha = 1/p - 1/q - 1/2$ при $q < 2$ и $\alpha = 1/p - 1$ при $q \geq 2$, но не принадлежит $B(p, q, \lambda)$.

Исчерпывающее описание тейлоровских коэффициентов функции $f \in B(p, q, \lambda)$ получается в случае лакунарности ряда Тейлора функции f .

Теорема 2. Пусть даны $q \geq 1$, $0 < \lambda \leq \infty$, $\frac{n_{k+1}}{n_k} \geq d > 1$ и последовательность комплексных чисел $\{a_n\}_1^\infty$. Тогда следующие три условия эквивалентны:

ქ. ზორიძის ბიბ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბულეტენი

$$(a) \sum |a_k|^\lambda n_k^{\lambda(1/q-1/p)} < \infty,$$

$$(b) \sum a_k z^{n_k} \in B(p, q, \lambda),$$

(c) существует функция f , $f(z) = \sum b_n z^n$, из $B(p, q, \lambda)$, такая, что $b_{n_k} = a_k$.

При $q < 1$ ряд $\sum |b_{n_k}|^\lambda n_k^{\lambda(1-1/p)}$ сходится, как только $\sum b_n z^n \in B(p, q, \lambda)$. Результат окончательный в том смысле, что при любых $q < 1$ и $s > 1$ существует функция f , $f(z) = \sum b_n z^n$, из $B(p, q, \lambda)$, такая, что $\sum |b_{n_k}|^\lambda n_k^{\lambda(s-1/p)} = \infty$. Если ряд $\sum |a_k|^\lambda n_k^{\lambda(1/q-1/p)}$ сходится, то $\sum a_k z^{n_k} \in B(p, q, \lambda)$.

2. В этом пункте сформулируем теорему об отношении пространств $B(p, q, \lambda)$ с разными индексами.

Теорема 3. а) Имеет место строгое включение $B(p_1, q_1, \lambda_1) \subset B(p, q, \lambda)$ если $p_1 \geq p$, $q_1 \leq q$, $\lambda_1 \leq \lambda$ и хотя бы одно неравенство строгое.

б) Пусть $1/p - 1/q > 1/p_1 - 1/q_1$, $p < p_1$ и $0 < \lambda \leq \infty$. Тогда $B(p_1, q_1, \infty) \subset B(p, q, \lambda)$. Вложение строгое. Существует функция f , такая, что при любом λ ($0 < \lambda \leq \infty$) принадлежит пространству $B(p, q, \lambda)$ но не принадлежит $B(p_1, q_1, \infty)$.

в) $1/p - 1/q = 1/p_1 - 1/q_1$, $p < p_1$ и $0 < \lambda \leq \infty$. Тогда $B(p_1, q_1, \lambda) \subset B(p, q, \lambda)$. Существует функция f из $B(p, q, \lambda)$, не принадлежащая $B(p_1, q_1, \infty)$. При любом λ_1 ($\lambda_1 > \lambda$) существует функция f из $B(p_1, q_1, \lambda_1)$, не принадлежащая $B(p, q, \lambda)$.

д) $1/p - 1/q < 1/p_1 - 1/q_1$, $p < p_1$. Тогда при любом λ ($0 < \lambda \leq \infty$) существует функция f из $B(p, q, \lambda)$, не принадлежащая $B(p_1, q_1, \infty)$, и при любом λ ($0 < \lambda \leq \infty$) существует функция f из $B(p_1, q_1, \lambda)$ не принадлежащая $B(p, q, \infty)$.

е) $p = p_1$, $q < q_1$, $0 < \lambda < \infty$. Тогда существует функция f из $B(p, q_1, \lambda)$, не принадлежащая $B(p, q, \infty)$, и обратно, существует функция f из $B(p, q, \infty)$, не принадлежащая $B(p, q_1, \lambda)$.

3. В статье [1] доказано, что если $f \in H^p$, то $f_{(\alpha)} \in H^s$, где $\alpha = 1/p - 1/s$. Обратное утверждение неверно. Для функций $f \in H^\infty$ функция $f_{(\alpha)}$ может не принадлежать H^p ни при каком $p > 0$. В статье [2] показано, что для пространств B^p справедливо и обратное утверждение; именно эта теорема справедлива и для пространств $B(p, q, \lambda)$.

Теорема 4а. Если $0 < \lambda \leq \infty$ при $0 < q \leq \infty$, то функция f принадлежит пространству $B(p, q, \lambda)$ тогда и только тогда, когда $f_{(\alpha)} \in B(s, q, \lambda)$, где $1/p - 1/s = \alpha < 1/p - 1/q$. При $\alpha \geq 1/p - 1/q$ из того, что функция $f \in B(p, q, \lambda)$ ($\lambda \leq q$ при $q < 1$ и $\lambda \leq 1$ при $q \geq 1$), имеем $f_{(\alpha)} \in H^s$, где $s = \frac{p}{1 - \alpha p}$. Обратное утверждение неверно.



Поскольку $H^s \subset B(s, q, s)$ при любом $q > s$, то по теореме 4а дробная производная $f^{(\alpha)}$ функции $f \in H^s$ будет принадлежать пространству $B(p, q, s)$, где $s = \frac{p}{1-\alpha p}$. Существует функция f из H^2 , дробная производная (порядка $\alpha = 1/p - 1/2$) которой ни при каком $\lambda < 2$ не принадлежит $B(p, 2, \lambda)$. Пространство $B(p, 2, 2)$ есть пространство дробных производных $f^{(\alpha)}$ порядка $\alpha = 1/p - 1/2$ функций f из H^2 . Существует функция f из $H^s (s > 2)$, дробная производная (порядка $\alpha = 1/p - 1/s$) которой ни при каком $\lambda < \frac{s}{s-1}$ не принадлежит $B(p, s, \lambda)$.

Пусть $E = \{n_k\}$, где $\frac{n_{k+1}}{n_k} \geq d > 1$. Обозначим через $B_E(p, q, \lambda)$ пространство функций f из $B(p, q, \lambda)$, для которого тейлоровские коэффициенты $a_n = 0$ при $n \neq n_k$.

Теорема 4в. Если $0 < \lambda \leq \infty$ и $1 \leq q < \infty$, то функция f принадлежит пространству $B_E(p, q, \lambda)$ тогда и только тогда, когда $f^{(\alpha)} \in B_E(p, s, \lambda)$, где $0 < \alpha = 1/q - 1/s$.

Теорему 2 можно сформулировать в терминах дробного интеграла: пусть $q \geq 1$, $0 < \lambda \leq \infty$ и $\frac{n_{k+1}}{n_k} \geq d > 1$. Для того чтобы функция f принадлежала пространству $B_E(p, q, \lambda)$, необходимо и достаточно, чтобы последовательность тейлоровских коэффициентов функции $f^{(\alpha)} (\alpha = 1/p - 1/q)$ принадлежала пространству l^λ (пространство последовательностей $\{l_n\}$, для которых $\sum |l_n|^\lambda < \infty$).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.6.1974)

მათემატიკა

მ. ზვარცხაძე

ანალიზურ ფუნქციათა $B(p, q, \lambda)$ სივრცეების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია $|Z| < 1$ წრეში განსაზღვრულ ანალიზურ ფუნქციათა $B(p, q, \lambda)$ სივრცეები. ჩამოყალიბებულია თეორემა ამ სივრცეების დამოკიდებულებაზე p, q, λ ინდექსებზე. მოტანილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ ფუნქცია f ეკუთვნოდეს განხილულ სივრცეებს.

M. I. GVARADZE

ON $B(p, q, \lambda)$ SPACES OF ANALYTIC FUNCTIONS

Summary

$B(p, q, \lambda)$ spaces of analytic functions in the unit disk are considered. Theorems on the dependence of the spaces on p, q, λ indices are derived. Necessary and sufficient conditions for f to belong to $B(p, q, \lambda)$ are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. H. Hardy, I. E. Littlewood. *Math. Z.*, 34, 1932, 403—439.
2. P. L. Duren, B. W. Romberg, A. L. Shields. *J. reine und angew. Math.*, 238, 1969, 32—60.



АБДЕЛЬ-САТТАР А. ДАБУР

ОБ ОБОБЩЕННОЙ ГРУППЕ СТИНРОДА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 3.12.1974)

S -бизабиемем пары (K, L) счетного симплициального комплекса K и его подкомплекса L назовем пару $(\widehat{K}, \widehat{L}_K)$, где \widehat{K} —подразделение произведения $K \times I$, определенное в [1], а \widehat{L}_K —подкомплекс комплекса \widehat{K} , состоящий из всех таких $\widehat{\sigma} \in \widehat{K}$, что $\sigma \in L$, т. е. из симплексов подразделения произведения $\sigma \times I$ ([1], стр. 535).

Вложением $h: (K_1, L_1) \rightarrow (K_2, L_2)$ назовем симплициальное изоморфное отображение пары (K_1, L_1) на подпару пары (K_2, L_2) . Через η_0 и η_1 обозначим два таких вложения (K, L) в $(\widehat{K}, \widehat{L}_K)$, что $\eta_0(a) = (a, 0)$ и $\eta_1(a) = (a, 1)$, $a \in K$.

Если $h', h'' : (K, L) \rightarrow (K_1, L_1)$ —два вложения, то через $(\widetilde{K}, \widetilde{L})$ обозначим пару, полученную из объединения (без отождествлений) $(\widehat{K}, \widehat{L}_K) \cup \cup (K_1, L_1)$ отождествлением $(a, 0)$ с $h'(a)$ и $(a, 1)$ с $h''(a)$, $a \in K$. Через ϕ обозначим естественное симплициальное отображение $(\widetilde{K}, \widetilde{L}) \cup (K_1, L_1)$ на $(\widetilde{K}, \widetilde{L})$, определенное отождествлением. Через i_1 и \widehat{i} обозначим включения (т. е. тождественные отображения) подкомплексов (K_1, L_1) и соответственно $(\widehat{K}, \widehat{L}_K)$ в $(\widetilde{K}, \widetilde{L}) \cup (K_1, L_1)$.

Подкатегорию P категории P^* всех пар (K, L) счетных локально-конечных симплициальных комплексов и их вложений назовем допустимой, если удовлетворяются условия:

- P_1 . Если $(K, L) \in P$, а $j: (K', L') \subset (K, L)$, то $(K', L') \in P$.
- P_2 . Если $(K_1, L_1), (K_2, L_2) \in P$, то $(K_1, L_1) \cup (K_2, L_2) \in P$.
- P_3 . Если $(K, L) \in P$, то $(\widehat{K}, \widehat{L}_K), \eta_0, \eta_1 \in P$.
- P_4 . Если h', h'' —два вложения из P пары (K, L) в (K_1, L_1) , то $(\widetilde{K}, \widetilde{L}), \phi i_1, \phi \widehat{i} \eta_0, \phi \widehat{i} \eta_1 \in P$.
- P_5 . Если $h \in P$, $h: (K_1, L_1) \rightarrow (K_2, L_2)$, а $h_\phi: (K_1, \phi) \rightarrow (K_2, \phi)$ и $h|L_1: (L_1, \phi) \rightarrow (L_2, \phi)$ суть ограничения, то $h_\phi, h|L_1 \in P$.
- P_6 . Если $(K, \phi) \in P$, а $L \subset K$, то $(K, L) \in P$.

Пусть $P_\phi(P_\phi^*)$ —полная подкатегория категории $P(P^*)$, состоящая из всех объектов вида (K, ϕ) , в дальнейшем обозначаемых через K . Через $P'(P'^*)$ обозначим подкатегорию категории $P(P^*)$, объектами которой служат все объекты категории $P(P^*)$, а отображениями—все включения из $P(P^*)$. Пусть $P'_\phi(P'^*_\phi)$ —полная подкатегория категории $P'(P'^*)$, состоящая из всех объектов K категории $P'(P'^*)$.

Пусть $Q = \{(X, A)\}$ — категория всех пар компактных пространств и их непрерывных отображений, а Q_Φ — полная подкатегория категории Q , состоящая из всех объектов вида (X, Φ) , в дальнейшем обозначаемых через X . Отображение $f: K \rightarrow X$ называем регулярным отображением пары $(K, L) \in P$ в $(X, A) \in Q$, если, каково бы ни было конечное открытое покрытие типа (O, O^A) [2] пары (X, A) , отображение $f: K \rightarrow X$ является регулярным относительно O в смысле [1], а $f(L) \subset A$. Для каждой пары $(X, A) \in Q$ пусть $F(P; X, A; Q)$ обозначает подсемейство семейства $F^*(P; X, A; Q)$ всех регулярных отображений пар из P в (X, A) , для которого выполняются условия:

F_1 . Если $h: (K, L) \rightarrow (K_1, L_1)$, $f: (K_1, L_1) \rightarrow (X, A)$ и $h \in P$, $f \in F(P; X, A; Q)$, то $fh \in F(P; X, A; Q)$.

F_2 . Если $h_1: (K_1, L_1) \rightarrow (K, L)$, $h_2: (K_2, L_2) \rightarrow (K, L)$, $f_1: (K_1, L_1) \rightarrow (X, A)$, $f_2: (K_2, L_2) \rightarrow (X, A)$, $f^*: (K, L) \rightarrow (X, A)$ и $h_1, h_2 \in P$, $f_1, f_2 \in F(P; X, A; Q)$, $f^* \in F^*(P; X, A; Q)$, причем $f^*h_1 = f_1$ и $f^*h_2 = f_2$, то $f^* \in F(P; X, A; Q)$.

Аналогично определим семейства $F(P'; X, A; Q)$, $F(P_\Phi; X; Q_\Phi)$ и $F(P'_\Phi; X; Q_\Phi)$, заменяя в F_1, F_2 соответственно P на P' , P на P_Φ и Q на Q_Φ , P на P'_Φ и Q на Q_Φ .

Систему семейств $F(P; X, A; Q)$ и $F(P_\Phi; X; Q_\Phi)$ будем называть допустимой, если выполнены следующие условия:

Φ_1 . Если $f: (K, L) \rightarrow (X, A)$, $g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ и $f \in F(P; X, A; Q)$, $g \in Q$, то $gf \in F(P; Y, B; Q)$.

Φ_2 . Если $f: (K, L) \rightarrow (X, A)$, $f \in F(P; X, A; Q)$, а $f_\Phi: K \rightarrow X$, $f|L: L \rightarrow A$ суть ограничения, то $f_\Phi \in F(P_\Phi; X; Q_\Phi)$, $f|L \in F(P_\Phi; A; Q_\Phi)$.

Φ_3 . Если $(K, L) \in P$, $f: K \rightarrow X$, $f(L) \subset A$ и $f \in F(P_\Phi; X; Q_\Phi)$, то $f \in F(P; X, A; Q)$, $f: (K, L) \rightarrow (X, A)$.

Аналогично определим допустимую систему семейств $F(P'; X, A; Q)$ и $F(P'_\Phi; X; Q_\Phi)$, заменяя P на P' и P_Φ на P'_Φ .

В совокупности $\Lambda(X, A)$ троек $\rho = (K, L; f)$, где $(K, L) \in P'$, а отображение $f: (K, L) \rightarrow (X, A)$ принадлежит $F(P'; X, A; Q)$, введем порядок, полагая $\rho < \sigma$, где $\sigma = (K_1, L_1; f_1) \in \Lambda(X, A)$, если существует включение $i_{\rho\sigma}: (K, L) \subset (K_1, L_1)$ из P' , для которого $f_1 i_{\rho\sigma} = f$ (ср. [3]). Из условий F_2, P_1, P_2 следует направленность множества $\Lambda(X, A)$. Каждому $\rho = (K, L; f)$ из $\Lambda(X, A)$ приведем в соответствие группу гомологии бесконечных p -мерных циклов $H_\rho = H_p(K, L; G)$ пары (K, L) над группой коэффициентов G . Если $\rho < \sigma$, то $i_{\rho\sigma}: (K, L) \subset (K_1, L_1)$ определяет индуцированный гомоморфизм $i_{\rho\sigma*}: H_\rho \rightarrow H_\sigma$. Получаем прямой спектр $\{H_\rho, i_{\rho\sigma*}\}$, предельную группу $H_p(X, A; F(P'; X, A; Q); G)$ которого назовем проекционной группой пары (X, A) над G относительно P' и $F(P'; X, A; Q)$.

Если $g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$, $g \in Q$, то в силу Φ_1 получим индуцированный гомоморфизм:

$$g_*: H_p(X, A; F(P'; X, A; Q); G) \rightarrow H_p(Y, B; F(P'; Y, B; Q); G).$$

Опираясь на P_5, Φ_2 , определяем граничный оператор:

$$\partial_*: H_{p+1}(X, A; F(P'; X, A; Q); G) \rightarrow H_p(A; F(P'_\Phi; A; Q_\Phi); G).$$



Именно, если $A_{p+1} \in H_{p+1}(X, A; F(P'; X, A; Q); G)$, а $g_\rho \in H_\rho = H_{p+1}(K, L; G)$ есть представитель элемента A_{p+1} , где $\rho = (K, L; f) \in \Lambda(X, A)$, то $\partial_\rho(g_\rho) \in H_{\rho'} = H_p(L; G)$ есть представитель элемента $\partial_*(A_{p+1})$, где $\rho' = (L, f|L) \in \Lambda(A)$, а $\partial_\rho: H_\rho \rightarrow H_{\rho'}$ — связывающий гомоморфизм [4].

В совокупности $\Omega(X, A)$ троек $\alpha = (K, L; f)$, где $(K, L) \in P$, а $f: (K, L) \rightarrow (X, A)$ принадлежит $F(P; X, A; Q)$, введем порядок, полагая $\alpha < \beta$, где $\beta = (K_1, L_1, f_1) \in \Omega(X, A)$, если существует по крайней мере одно вложение $h_{\alpha\beta}^i: (K, L) \rightarrow (K_1, L_1)$ из P , для которого $f_1 h_{\alpha\beta}^i = f$ (ср. [5]). Направленность множества $\Omega(X, A)$ следует из F_2, P_1 и P_2 . Каждому $\alpha = (K, L, f) \in \Omega(X, A)$ приведем в соответствие группу гомологии $H_\alpha = H_p(K, L; G)$. Если $\alpha < \beta$, то $h_{\alpha\beta}^i: (K, L) \rightarrow (K_1, L_1)$ определяют индуцированные гомоморфизмы $h_{\alpha\beta}^i: H_\alpha \rightarrow H_\beta$. С помощью P_3, P_4, F_2 можно показать что $\{H_\alpha, h_{\alpha\beta}^i\}$ определяет прямой спектр со многими гомоморфизмами в смысле [6], предельную группу $H_p(X, A; F(P; X, A; Q); G)$ которого назовем проекционной группой гомологии пары (X, A) над G относительно P и $F(P; X, A; Q)$.

С помощью P_5, ϕ_1, ϕ_2 , как выше, вводим индуцированный (непрерывным отображением g) гомоморфизм \tilde{g}_* и граничный оператор $\tilde{\partial}_*$ и показываем, что для каждого p , $\{H_p, g_*\}$ и соответственно $\{\tilde{H}_p, \tilde{g}_*\}$, где $H_p(\tilde{H}_p)$ обозначает проекционные группы гомологии относительно P' и $F(P'; X, A; Q)$ (P и $F(P; X, A; Q)$), являются ковариантными функторами из Q в категорию абелевых групп и гомоморфизмов, а ∂_* и соответственно $\tilde{\partial}_*$ являются естественными преобразованиями степени -1 (см. [4]). Далее, опираясь на $P_1, P_5, P_6, \phi_2, \phi_3$, показываем, что системы $H = \{H_p, g_*, \partial_*\}$ и соответственно $\tilde{H} = \{\tilde{H}_p, \tilde{g}_*, \tilde{\partial}_*\}$ удовлетворяют аксиоме точности [2]. Таким образом, системы H и соответственно \tilde{H} суть ковариантные ∂ -функторы на Q [2].

Если $A = \phi$, $P' = P'_\phi = P'_\phi^*$ и $F(P'_\phi; X, Q_\phi) = F^*(P'_\phi; X, Q_\phi)$, то группа $H_p(X; F^*(P'_\phi; X, Q_\phi); G)$ изоморфна с проекционной группой гомологии [3] и, следовательно, если, кроме того, X метрическое, с группой Стиррода [7].

Если (R, A) — пара произвольных пространств, то под $H_p(R, A; P'; G)$ будем понимать группу с компактными носителями, т. е. предел прямого спектра $\{H_p(R_\alpha, A_\alpha; F(P'; R_\alpha, A_\alpha; Q); G), \rho_{\alpha\beta}\}$, где $(R_\alpha, A_\alpha) \subset (R, A)$, а $\rho_{\alpha\beta}$ — гомоморфизм, индуцированный включением $\rho_{\alpha\beta}: (R_\alpha, A_\alpha) \subset (R_\beta, A_\beta)$. Если $A = \phi$, R метрическое, $P' = P'_\phi$, а $F(P'_\phi; R_\alpha, Q_\phi) = F^*(P'_\phi; R_\alpha; Q_\phi)$ для каждого $R_\alpha \subset R$, то $H_p(R; P'_\phi; G)$ изоморфна группе Ситникова [8].

Группа $\tilde{H}_p(X, A; F(P; X, A; Q); G)$ и соответствующая группа с компактными носителями в частном случае дают группу Стиррода и группу, построенную Д. О. Баладзе в [9].

Аналогично [1] с помощью P_3 и F_2 можно показать, что функтор $\{\tilde{H}_p, \tilde{g}_*\}$ удовлетворяет аксиоме гомотопии.

Если для каждой $(X, A) \in Q$. $F(P; X, A; Q) = F(P', X, A, Q)$, то существует естественное преобразование H на \tilde{H} , являющееся изоморфизмом. Определим

$T_p: H_p(X, A; F(P'; X, A; Q); G) \rightarrow \tilde{H}_p(X, A; F(P; X, A; Q); G)$ так: пусть $A_p \in H_p(X, A; F(P'; X, A; Q); G)$, а $g_p \in H_p$ и $g_p \in A_p$, где $\rho = (K, L, f) \in \Lambda(X, A)$; тогда $\alpha = (K, L, f) \in \Omega(X, A)$ и $g_\alpha \in H_\alpha$ определяет элемент B_p группы $\tilde{H}_p(X, A; F(P; X, A; Q); G)$, где $g_\alpha = 1_{\rho\alpha^*}(g_p)$, $1_{\rho\alpha^*}: H_p \rightarrow H_\alpha$ — гомоморфизм, индуцированный отображением $1_{\rho\sigma}$ пары (K, L) , и мы полагаем $T_p(A_p) = B_p$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.12.1974)

მათემატიკა

აბდელ-სატარ ა. დაბური

სტინროდის განზოგადებული ჯგუფის შესახებ

რეზიუმე

მონახულია პირობები, რომელთაც უნდა აკმაყოფილებდნენ კომპლექსთა წყვილების რაიმე კატეგორია და ამ კატეგორიის ობიექტთა კომპაქტურ (საზოგადოდ არა მეტრიკულ) სივრცეთა წყვილებში რეგულარული ასახვების რაიმე სისტემა, რომ აიგოს აღნიშნულ სივრცეთა პროექციული ჰომოლოგიის ჯგუფები (1, 3, 5, 7, 8, 9) და დამტკიცდეს მათი რიგი თვისებები, კერძოდ, ბუნებრივი იზომორფიზმი ასეთ ჯგუფთა ნაირსახეობებისა.

MATHEMATICS

ABDEL-SATTAR A. DABOUR

ON A GENERALIZATION OF STEENROD'S HOMOLOGY GROUP

Summary

The conditions are found which must satisfy a category of pairs of complexes and a system of regular maps of the objects of this category into a pair of compact (generally not metric) spaces in order to be able to construct projective homology groups (1, 3, 5, 7, 8, 9) of the spaces mentioned and prove some of their properties, particularly the natural isomorphism of different kinds of such groups.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Абдель-Саттар А. Дабур. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974.
2. S. Eilenberg, N. Steenrod. Foundation of Algebraic Topology, Princeton, 1952.
3. G. Chogoshvili. Colloquia Math. Soc. Janos Bolyai. Hungary, 1972.
4. E. Spanier. Algebraic Topology. New Ycrk, 1966.
5. Г. С. Чогошвили. УМН, т. XXIV, 4 (130), 1965.
6. W. Hurewicz, J. Dugundji, C. H. Dowker. Ann. Math., 49; 2, 1948.
7. N. Steenrod. Ann. Math., 41, 1940, 833—851.
8. К. А. Ситников. Матем. сб., 34, 76, 1954.
9. Д. О. Баладзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, XLI. 1972.



З. Г. ГОРГАДЗЕ, НГУЕН ЗУИ ТИЕН

О КОМПАКТНОСТИ СЕМЕЙСТВА ГАУССОВСКИХ МЕР В
 ПРОСТРАНСТВАХ ОРЛИЧА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.10.1974)

В статье даются необходимые и достаточные условия слабой относительно компактности семейства гауссовских мер, сосредоточенных на сепарабельных пространствах Орлича последовательностей. Формулируется критерий сходимости ряда, составленного из независимых случайных элементов со значениями в таких пространствах.

Вероятностная мера μ на борелевской σ -алгебре $B(X)$ банахова пространства X называется гауссовской, если для всякого f из сопряженного к X пространства X^* случайные величины $\langle f, x \rangle$ имеют гауссовское распределение. Известно (см. [1]), что для сепарабельного X существует среднее значение $a \in X$ и можно определить ковариационный оператор $R: X^* \rightarrow X$. Эти параметры однозначно характеризуют меру μ , которую мы будем обозначать через $N(a, R)$.

Пусть $\Phi: R^1 \rightarrow R^1 - N$ -функция (см. [2]), удовлетворяющая условию

$$\Phi(2t) \leq c\Phi(t). \quad (\Delta_2)$$

Пусть, далее, l_Φ обозначает пространство Орлича последовательностей (см. [3, 4]). Известно, что при условии (Δ_2) , l_Φ является сепарабельным банаховым пространством, обладающим базисом Шаудера $\{e_k = (\underbrace{0, \dots, 0}_k, 1, 0, \dots)\}$.

Основное неравенство. Пусть $\mu = N(0, R)$ сосредоточена в l_Φ . При некоторых значениях чисел α и β , таких, что $\alpha(1-\beta) > 0$, имеет место неравенство

$$\mu \left\{ x \in l_\Phi : \sum_{k=m}^n \Phi(x_k) \geq \alpha(1-\beta) \sum_{k=m}^n \Phi(s_{kk}^{1/2}) \right\} \geq \varepsilon_0 > 0,$$

где $s_{kk} = E_\mu x_k^2$, $m, n (m \leq n)$ — произвольные целые положительные числа и ε_0 не зависит от m, n и меры μ .

Семейство мер $\{\mu_\alpha\}_{\alpha \in A}$ на $(X, B(X))$ называется слабо относительно компактным, если из произвольного бесконечного его подмножества можно выбрать последовательность $\{\mu_n\}_{n=1}^\infty$, такую, что для всякой непрерывной ограниченной функции $\varphi: X \rightarrow R^1$ имеем

$$\int_X \varphi(x) d\mu_n(x) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \int_X \varphi(x) d\mu(x).$$

В [5] получены необходимые и достаточные условия слабой относительно компактности семейства вероятностных мер в банаховых пространствах с базисом Шаудера. Далее, в [6] получена полная характеристика гауссовских мер в сепарабельных пространствах Орлича. Опираясь на указанные результаты и используя основное неравенство, доказываем следующую теорему:

Теорема 1. Семейство $\{\mu_\alpha = N(a_\alpha, R_\alpha)\} \subset P(I_\Phi)$ слабо относительно компактно тогда и только тогда, когда

1. $\{a_\alpha\}_{\alpha \in A}$ компактно в I_Φ .

2. а)
$$\sup_\alpha \sum_{k=1}^{\infty} \Phi(\sigma_k(\alpha)) < +\infty;$$

б)
$$\lim_{N \rightarrow \infty} \sup_\alpha \sum_{k=N}^{\infty} \Phi(\sigma_k(\alpha)) = 0.$$

Здесь $P(X)$ обозначает совокупность всех вероятностных мер на $(X, B(X))$ и $\sigma_k^2(\alpha) = \langle R_\alpha(e_k - a_\alpha), e_k - a_\alpha \rangle$.

Учитывая критерий компактности подмножеств пространства I_Φ , получаем следующую теорему:

Теорема 2. Для слабой относительно компактности семейства $\{\mu_\alpha = N(a_\alpha, R_\alpha)\}_{\alpha \in A}$ необходима и достаточна компактность в I_Φ семейства $\{a_\alpha\}_{\alpha \in A}$ и $\{\sigma_k(\alpha)\}_{\alpha \in A}$.

Теорема 3. Пусть $\{\xi_n\}$ — последовательность независимых гауссовских случайных элементов со значениями в I_Φ с параметрами a_n и $R_n = (r_{ij}(n))_{i,j=1}^{\infty}$.

Для сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \xi_n$ с вероятностью 1 по норме в I_Φ необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{ сходится по норме в } I_\Phi.$$

2.
$$\sum_{j=1}^{\infty} \Phi \left[\left(\sum_{n=1}^{\infty} r_{jj}(n) \right)^{1/2} \right] < +\infty.$$

ზ. გორგაძე, ნგუენ ზუი ტიენი

მიმდევრობათა ორლიჩის სივრცეებში გაუსის ზომების
ოჯახის კომპაქტურობის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია მიმდევრობათა ორლიჩის სეპარაბელურ სივრცეებში თავ-
მოყრილი გაუსის ზომების ოჯახის სუსტი შეფარდებითი კომპაქტურობის
აუცილებელი და საკმარისი პირობები. მიღებულია ასეთ სივრცეებში მნიშვნე-
ლობების მქონე დამოუკიდებელი გაუსის შემთხვევითი ელემენტებისაგან შედ-
გენილი მწკრივის კრებალობის კრიტერიუმი.

MATHEMATICS

Z. G. GORGADZE, NGUEN ZUY TIEN

ON THE COMPACTNESS OF A FAMILY OF GAUSSIAN MEASURES
IN ORLICZ SEQUENCE SPACES

Summary

The necessary and sufficient conditions of weak compactness of a
family of Gaussian measures supported by separable Orlicz sequence spaces
are given. The criterion of convergence of the sum of independent Gaussian
random elements with values in such spaces is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
2. М. А. Красносельский, Я. Б. Рутцкий. Выпуклые функции и пространства Орлича. М., 1958.
3. J. Lindenstrauss, L. Tzafriri. Israel J. Math., 10, 1971, 379—390.
4. J. Lindenstrauss, L. Tzafriri. Israel J. Math., 11, 1972, 355—376.
5. Нгуен Зуй Тиен. Сообщения АН ГССР, 71; № 1, 1973, 21—24.
6. В. Г. Горгадзе, В. И. Тариеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974. 557—559.



Т. А. ТОРОНДЖАДЗЕ

ПОСТРОЕНИЕ ОБНОВЛЯЮЩЕГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОДНОГО
 КЛАССА ПРОЦЕССОВ ИТО

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 31.5.1974)

Значительную роль в некоторых задачах статистики случайных процессов играет так называемый обновляющий процесс. В настоящей статье приводятся условия, которые обеспечивают возможность построения этого процесса.

1. Пусть $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ — полное вероятностное пространство, (\mathfrak{F}_t) , $0 \leq t \leq T$ — неубывающее семейство σ -подалгебр \mathfrak{F} и $W = (W_t, \mathfrak{F}_t)$, $0 \leq t \leq T$ — стандартный винеровский процесс, определенный на $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$.

Рассмотрим некоторый процесс Ито $\xi = (\xi_t, \mathfrak{F}_t)$, $0 \leq t \leq T$ с дифференциалом

$$d\xi_t = \beta_t dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad 0 \leq t \leq T \tag{1}$$

предположим, что процесс $\beta = (\beta_t, \mathfrak{F}_t)$, $0 \leq t \leq T$ удовлетворяет условию

$$\int_0^T M |\beta_t(\omega)| dt < \infty.$$

Тогда, как известно [1], процесс $\bar{W} = (\bar{W}_t, \bar{\mathfrak{F}}_t^{\xi})$, $0 \leq t \leq T$ с

$$\bar{W}_t = \xi_t - \int_0^t M(\beta_s / \bar{\mathfrak{F}}_s^{\xi}) ds \tag{2}$$

является винеровским.

Процесс \bar{W} играет весьма примечательную роль во многих задачах статистики случайных процессов, поскольку во многих случаях он содержит в себе ту же информацию, что и исходный процесс ξ (в том смысле, что $\bar{\mathfrak{F}}_t^{\xi} = \bar{\mathfrak{F}}_t^{\bar{W}}$). Это обстоятельство является ценным по той причине, что (например, для нужд задач фильтрации, различения гипотез и т. п.) вместо исходного процесса ξ мы можем рассматривать процесс \bar{W} , который устроен много проще, чем процесс ξ , поскольку он является винеровским.

Очевидно, что (в силу (2))

$$\bar{\mathfrak{F}}_t^{\bar{W}} \subseteq \bar{\mathfrak{F}}_t^{\xi}.$$

Определение. Винеровский процесс $\bar{W} = (\bar{W}_t, \mathfrak{F}_t^{\bar{W}})$ называется обновляющим процессом (по отношению к процессу $\xi = (\xi_t, \mathfrak{F}_t)$), $0 \leq t \leq T$, если для каждого t , $0 \leq t \leq T$

$$\mathfrak{F}_t^{\xi} = \mathfrak{F}_t^{\bar{W}}. \quad (3)$$

Известно [2], что если

$$|\beta_t(\omega)| \leq M < \infty, \quad 0 \leq t \leq T, \quad P \text{ п. н.},$$

где M —некоторая постоянная, не зависящая от $\omega \in \Omega$, то $\mathfrak{F}_t^{\xi} = \mathfrak{F}_t^{\bar{W}}$.

Напомним также, что если процессы (β, W) образуют гауссовскую систему, то и в этом случае процесс \bar{W} , определенный в (2), будет обновляющим.

2. Рассмотрим процесс Ито $\xi = (\xi_t, \mathfrak{F}_t)$, $0 \leq t \leq T$ с дифференциалом следующей простой структуры:

$$d\xi_t = \Theta dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

где Θ —случайная величина с плотностью распределения вероятностей $f = f(a)$, $-\infty < a < +\infty$.

Требуется найти условия, гарантирующие возможность построения обновляющего процесса \bar{W} (относительно данного процесса ξ).

Как показано в [3], процесс ξ удовлетворяет стохастическому дифференциальному уравнению

$$d\xi_t = A(t, \xi_t, f) dt + d\bar{W}_t, \quad \xi_0 = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (5)$$

где функция

$$A(t, x, f) = \begin{cases} \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} a \exp\left(ax - \frac{a^2 t}{2}\right) f(a) da}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(ax - \frac{a^2 t}{2}\right) f(a) da} & \text{при } 0 < t \leq T, \\ 0 & \text{при } t = 0, \end{cases} \quad (6)$$

а $\bar{W} = (\bar{W}_t, \mathfrak{F}_t^{\bar{W}})$, $0 \leq t \leq T$ —винеровский процесс с

$$\bar{W}_t = \xi_t - \int_0^t A(s, \xi_s, f) ds. \quad (7)$$

Нетрудно видеть, что если существует единственное сильное решение уравнения (5), то процесс \bar{W} будет обновляющим. Трудность состоит в том, что уравнение (5) сингулярно в точке $t = 0$ (в том смысле, что для любого $x \neq 0$

$$\lim_{t \rightarrow 0} |A(t, x, f)| = +\infty).$$

Сформулированные ниже теоремы дают условия, которые обеспечивают существование и единственность сильного решения уравнения (5). Теорема 1 имеет также самостоятельное значение.

3. Рассмотрим стохастическое дифференциальное уравнение

$$d\xi_t = A(t, \xi_t)dt + dW_t, \quad \xi_0 = 0, \quad 0 \leq t \leq T. \quad (8)$$

Предположим, что функция $A(t, x): [0, T] \times R_1 \rightarrow R_1$ удовлетворяет следующим двум условиям:

1) функция $A(t, x)$ измерима по паре переменных (t, x) относительно борелевской σ -алгебры $\sigma([0, T] \times R_1)$,

2)

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow 0} \sup_{|x| < 2\alpha_t} |A(t, x)| < \infty, \quad (9)$$

где $\alpha_t = (1 + \varepsilon) \sqrt{2t \ln_2 \frac{1}{t}}$, $\varepsilon > 0$ — действительное число.

Теорема 1. *Существуют марковский (относительно \mathfrak{F}_t^W), $t \geq 0$) момент τ , $P(\tau > 0) = 1$ и случайный процесс $\xi = (\xi_t, \mathfrak{F}_t^W)$, такие, что для любого t с вероятностью 1*

$$\xi_t J_{\{t \leq \tau\}} = \int_0^t A(s, \xi_s) J_{\{t \leq \tau\}} ds + W_t J_{\{t \leq \tau\}}, \quad (10)$$

где $J_{\{\cdot\}}$ — индикатор события $\{\cdot\}$.

Более того, если некий другой процесс $\tilde{\xi} = (\tilde{\xi}_t, \mathfrak{F}_t^W)$ также удовлетворяет соотношению (10), то

$$P \left\{ \sup_{0 < t < \tau} |\xi_t - \tilde{\xi}_t| > 0 \right\} = 0.$$

Далее, зафиксируем некоторое действительное число s , $0 < s < T$ и рассмотрим стохастическое дифференциальное уравнение

$$d\tilde{\xi}_t = A(t, \tilde{\xi}_t, f) dt + d\bar{W}_t, \quad \tilde{\xi}_s = \eta, \quad 0 < s \leq t \leq T, \quad (11)$$

где $\eta \in \mathfrak{F}_s$ — измеримая случайная величина, а функция $A(t, x, f)$ определена в (6).

Теорема 2. *Существует единственное сильное решение уравнения (11).*

Предположим далее, что выполнены условия теоремы 1. Обозначим теперь через $\xi^1 = \xi_t^1$ решение уравнения (5), построенное по теореме 1, а через $\xi^2 = \xi_t^2(s, x, \bar{W}_u - \bar{W}_s, 0 < s \leq u \leq t)$ — решение уравнения (5), построенное по теореме 2. Определим процесс $\xi = \xi_t$ следующим образом: для любого t , $0 \leq t \leq T$

$$\xi_t = \xi_t^1 J_{\{t \leq \tau\}} + \left[\xi_\tau^1 + \int_\tau^t A(s, \xi_s^1, \bar{W}_u - \bar{W}_\tau, 0 < \tau \leq u \leq s), f) ds + \right. \\ \left. + \bar{W}_t - \bar{W}_\tau \right] J_{\{\tau < t\}}. \quad (12)$$

Теорема 3. Построенный в (12) процесс $\xi = (\xi_t, \bar{W}_t^{\bar{W}})$, $0 \leq t \leq T$ есть единственное сильное решение стохастического дифференциального уравнения (5).

Теперь можно сформулировать и доказать следующую теорему:

Теорема 4. Пусть случайная величина Θ такова, что $M|\Theta| < \infty$. Тогда существует единственное сильное решение стохастического дифференциального уравнения (5).

Следствие. В условиях теоремы 4 процесс $\bar{W} = (\bar{W}_t, \bar{W}_t^{\bar{W}})$, $0 \leq t \leq T$, определенный в (7) является обновляющим.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.6.1974)

მათემატიკა

თ. ტორონჯაძე

იბოს პროცესთა ერთი კლასის შესაბამისი განახლების
პროცესთა აგება

რეზიუმე

მოყვანილია პირობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ განახლების პროცესთა აგების შესაძლებლობას იბოს პროცესთა ერთი კლასისათვის.

MATHEMATICS

T. A. TORONJADZE

ON THE CONSTRUCTION OF THE INNOVATION PROCESS FOR ONE CLASS OF ITO PROCESSES

Summary

The conditions are given which ensure the possibility of constructing innovation processes for one class of Ito processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.
2. J. M. C. Clark. Conditions for the one-to-one correspondence between an observation process and its innovations. Center of Computing and Automation. Imperial College, London, Tech. Rep. 1, 1969.
3. Т. А. Торонджадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974.

Г. Г. КИПИАНИ

О СИСТЕМАХ СХОДИМОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 28.6.1974)

Пусть B_1 — банахово пространство, элементами которого являются числовые последовательности, и пусть B_1 удовлетворяет дополнительно условиям:

1) если $a \in B_1$ и $a = (a_1, a_2, \dots)$, то $\bar{a}_n = (a_1, a_2, \dots, a_n, 0, 0, \dots)$ при любом $n \geq 1$ также принадлежит B_1 , причем $\lim_{n \rightarrow \infty} \|\bar{a}_n - a\|_{B_1} = 0$;

2) если $a = (a_1, a_2, \dots)$ — элемент B_1 , то

$$|a_i| \leq \|a\|_{B_1} \quad (i = 1, 2, \dots).$$

Определение 1. Пусть $\{f_n(x)\}$ — последовательность измеримых, конечных почти всюду функций на $[0, 1]$. Скажем, что $\{f_n(x)\}$ есть система сходимости (сходимости по мере, абсолютной сходимости) для B_1 , если ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k f_k(x)$$

сходится почти всюду (сходится по мере, абсолютно сходится) на $[0, 1]$ для любого $a = (a_1, a_2, \dots) \in B_1$.

Из принципа Банаха и теоремы 1.1.1. работы [1] следует

Теорема 1. Для того чтобы последовательность $\{f_n(x)\}$ была системой сходимости для B_1 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\sup_{n \geq 1} \left| \sum_{k=1}^n a_k f_k(x) \right| < \infty$$

почти всюду для любого $a = \{a_k\} \in B_1$.

Используя леммы 1 и 2 работы [2], можно показать, что справедливы следующие теоремы:

Теорема 2. Для того чтобы последовательность $\{f_n(x)\}$ была системой сходимости по мере для B_1 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_{n \geq 1} \mu \left\{ x : \left| \sum_{k=1}^n a_k f_k(x) \right| > \lambda \right\} = 0$$

для любого $a = \{a_k\} \in B_1$.



Теорема 3. Для того чтобы последовательность $\{f_n(x)\}$ была системой абсолютной сходимости для B_1 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_{n \geq 1} \mu \left\{ x : \sum_{k=1}^n |a_k f_k(x)| > \lambda \right\} = 0$$

для любого $a = \{a_k\} \in B_1$.

Пусть B_2 — банахово пространство, элементами которого являются двойные числовые последовательности, и пусть B_2 дополнительно удовлетворяет условиям:

1) если $\{a_{ik}\}_{i,k=1}^{\infty} \in B_2$, то для любого фиксированного i (k) последовательность $\{a_{ik}\}_{k=1}^{\infty} \in B_1$ и $\{a_{ik}\}_{i=1}^{\infty} \in B_1$;

2) если $\{a_k\}_{k=1}^{\infty} \in B_1$, то для любого фиксированного i_0 (k) последовательность $\{a_{ik}^{(i_0)}\}_{i,k=1}^{\infty} \in B_2$, где

$$a_{ik}^{(i_0)} = \begin{cases} a_k & \text{при } i = i_0, \quad k = 1, 2, \dots, \\ 0 & \text{при } i \neq i_0, \quad k = 1, 2, \dots; \end{cases}$$

3) если $a = \{a_{ik}\}_{i,k=1}^{\infty} \in B_2$, то $\bar{a}_{mn} = \{a_{ik}^{(m,n)}\}_{i,k=1}^{\infty} \in B_2$ и $\{a_{ik}^{(m)}\}_{i,k=1}^{\infty} \in B_2$ для любых фиксированных m и n , где

$$a_{ik}^{(m,n)} = \begin{cases} a_{ik} & \text{при } 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq k \leq n, \\ 0 & \text{при } i > m \text{ или } k > n, \end{cases}$$

$$a_{ik}^{(m)} = \begin{cases} a_{ik} & \text{при } i = m, \quad k = 1, 2, \dots, \\ 0 & \text{при } i \neq m, \quad k = 1, 2, \dots, \end{cases}$$

причем

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \|\bar{a}_{mn} - a\|_{B_2} = 0$$

и

$$|a_{ik}| \leq \|a\|_{B_2} \quad (i=1, 2, \dots, k=1, 2, \dots).$$

Определение 2. Пусть $\{f_n(x)\}$ есть последовательность измеримых, конечных почти всюду функций на $[0,1]$. Скажем, что двойная последовательность функций $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$ есть система сходимости (сходимости по мере, абсолютной сходимости) для B_2 , если для любого $a = \{a_{ik}\} \in B_2$ сходится почти всюду (сходится по мере, абсолютно сходится) на $[0,1] \times [0,1]$ ряд

$$\sum_{i=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} f_i(x) \cdot f_k(y).$$

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 4. Для того чтобы последовательность $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$ была системой сходимости для B_2 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\sup_{m, n \geq 1} \left| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ik} f_i(x) \cdot f_k(y) \right| < \infty$$

почти всюду для любого $a = \{a_{ik}\} \in B_2$.

Теорема 5. Для того чтобы последовательность $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$ была системой абсолютной сходимости для B_2 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_{m, n \geq 1} \mu \left\{ (x, y) : \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n |a_{ik} f_i(x) \cdot f_k(y)| > \lambda \right\} = 0$$

для любого $a = \{a_{ik}\} \in B_2$.

Теорема 6. Для того чтобы последовательность $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$ была системой сходимости по мере для B_2 , необходимо и достаточно, чтобы

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_{m, n \geq 1} \mu \left\{ (x, y) : \left| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ik} f_i(x) \cdot f_k(y) \right| > \lambda \right\} = 0$$

для любого $a = \{a_{ik}\} \in B_2$.

Заметим, что теоремы 4—6 нетрудно сформулировать и для того случая, когда система $\{f_{ik}(x, y)\}$ конечных почти всюду функций двух переменных на $[0,1] \times [0,1]$ не есть система вида $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.6.1974)

მათემატიკა

ბ. ჟიჟინი

კრებადობის სისტემების შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ, $\{f_n(x)\}$ — ზომადი თითქმის ყველგან სასრული ფუნქციების მიმდევრობა $[0,1]$ სეგმენტზე. მოყვანილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ $\{f_n(x)\}$ იყოს კრებადობის (ზომით კრებადობის, აბსოლუტურად კრებადობის) სისტემა B_1 რიცხვითი მიმდევრობების ბანახის სივრცისათვის.

ანალოგიური თეორემებია მოყვანილი ორმაგი, $[0,1] \times [0,1]$ სეგმენტზე განსაზღვრული $\{f_i(x) \cdot f_k(y)\}$ ფუნქციების მიმდევრობისათვის.

MATHEMATICS

G. G. KIPIANI

ON THE SYSTEMS OF CONVERGENCE

Summary

Let $\{f_n(x)\}$ be a sequence of measurable functions, finite almost everywhere on $[0, 1]$. In the paper the necessary and sufficient conditions are given for the sequence $\{f_n(x)\}$ to be the system of convergence (convergence

in measure, absolute convergence) for B_1 where B_1 is the Banach space whose elements are numerical sequences.

Similar theorems are given for the double sequence of functions $\{f_i(x) \cdot f_h(y)\}$ defined on $[0,1] \times [0,1]$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Garsia. Topics in Almost Everywhere Convergence. Chicago, Markham Publ. Co., 1970, X.
2. Г. Г. Кипиани. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1974.

В. В. БАДАГАДЗЕ, Ш. М. ГЕЛАШВИЛИ

О РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТИ ЯВНЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ
 РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ
 МНОГОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 20.6.1974)

Предлагаются явные двухслойные схемы точности порядка $O(h^4 + \tau^2)$, где h — шаг пространственной сетки, τ — шаг по времени для первой краевой задачи для уравнения теплопроводности с несколькими пространственными переменными. Указаны достаточные условия равномерной сходимости предложенных схем.

Вопросам построения и исследования разностных схем повышенной точности для уравнения теплопроводности посвящены многочисленные работы (см., например, библиографию [1]).

Пусть $G = \{0 \leq x_m \leq l_m, m = 1, 2, \dots, p\}$ есть p -мерный параллелепипед с границей Γ . Введем обозначения $Q_T = G \times (0 < t \leq T)$ и $\bar{Q}_T = \bar{G} \times (0 \leq t \leq T)$.

В цилиндре Q_T ищется решение краевой задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \sum_{m=1}^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_m^2} + f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T. \quad (1)$$

$$u|_{\Gamma} = \mu(x, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \bar{G},$$

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ — точка p -мерного евклидова пространства.

Двухслойные разностные схемы $O(h^4 + \tau^2)$ порядка аппроксимации в случае $p = 1, 2, 3$ были рассмотрены в [2–5]. В этих же работах была доказана равномерная сходимость этих схем.

На плоскости (x, t) введем сетку $\bar{\omega}_{h\tau} = \bar{\omega}_h \times \bar{\omega}_\tau$, где $\bar{\omega}_h = \{x^{(i)} \in \bar{G}\}$ — пространственная сетка $(x^{(i)} = (i_1 h_1, \dots, i_p h_p), i_m = 0, 1, \dots, N_m; m = 1, 2, \dots, p; h_m = l_m/N_m$ — шаг сетки по x_m). Обозначим $\gamma = \{x^{(i)} \in \Gamma\}$ — множество граничных узлов $\bar{\omega}_h$, $\bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, j = 0, 1, \dots, T/\tau\}$. Предположим, что стороны параллелепипеда G соизмеримы, $h_m = h, m = 1, 2, \dots, p$ и $\tau/h^2 = 1/6$.

Для аппроксимации задачи (1) рассмотрим разностную схему

$$y_i^{j+1} = \sum_{\alpha_1, \dots, \alpha_p = -1}^1 a_{\alpha_1} \dots a_{\alpha_p} y_i^{j+\alpha} + \frac{h^2}{12} \left(f_i^{j+1} + f_i^j + \frac{h^2}{6} \sum_{m=1}^p \Lambda_m f_i^{j+1} \right),$$

$$y_i|_{\gamma} = \mu(x, t), \quad y_i^{(0)} = u_0(x_i), \quad (2)$$

где

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p), \quad i = (i_1, i_2, \dots, i_p), \quad f_i^{i+1} = f(x^{(i)}, t_{i+1}),$$

$$\Lambda_m f = f_{\bar{x}_m x_m}, \quad a_{\alpha_1^2 \alpha_2^2 \dots \alpha_p^2} = a_k, \quad k = \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \dots + \alpha_p^2,$$

$$a_1 = \frac{1}{18} (4 - p) + \sum_{k=3}^p 2^{k-1} (k-2) C_{p-1}^{k-1} a_k,$$

$$a_2 = \frac{1}{36} - \sum_{k=3}^p 2^{k-2} C_{p-2}^{k-2} a_k,$$

$$a_0 = \frac{1}{18} (p^2 - 7p + 18) - \sum_{k=3}^p 2^{k-1} (k-1)(k-2) C_p^k a_k.$$

Легко проверить, что для произвольных значений коэффициентов a_k ($k \geq 3$) схема (2) на решении $u(x, t)$ уравнения (1) имеет аппроксимацию порядка $O(h^4 + \tau^2)$.

При $p=2$ схема (2) совпадает со схемой, рассмотренной в [2]. При $p=3$ имеем однопараметрическое семейство разностных схем. Из этой схемы при $a_3=0$ и $a_3=1/72$ получаем разностные схемы, рассмотренные в [4].

Для разностной схемы (2) выполняются условия принципа максимума и, следовательно, схема сходится равномерно со скоростью $O(h^4 + \tau^2)$, если $a_k \geq 0$, $k=0, 1, \dots, p$.

Пусть, например, $a_k = 0$ при $k=3, 4, \dots, m-1, m+2, \dots, p$. Тогда будем иметь

$$a_0 = \frac{1}{18} \left[p^2 - 7p + 18 - p(p-1) \left(\frac{m-2}{m} b_m + \frac{m-1}{m+1} b_{m+1} \right) \right],$$

$$a_1 = \frac{1}{18} \left[4 - p + (p-1) \left(\frac{m-2}{m-1} b_m + \frac{m-1}{m} b_{m+1} \right) \right], \quad (3)$$

$$a_2 = \frac{1}{36} (1 - b_m - b_{m+1}),$$

где

$$b_m = 9 \cdot 2^m C_{p-2}^{m-2} a_m.$$

В этом случае условия принципа максимума выполняются, если, например,

$$b_{m+1} = 1 - b_m \quad \text{и} \quad \frac{m(3mp - p^2 + 4p - 9m - 9)}{p(p-1)} \leq b_m \leq \frac{(3m-p+1)(m-1)}{p-1},$$

где $m \geq 3$ — любое натуральное число, удовлетворяющее неравенству

$$\frac{1}{3} (p+2) - \frac{p-5}{p-3} \leq m \leq \frac{1}{3} (p+2).$$

Очевидно, такое число m существует для любого $p \geq 7$. Если $3 \leq p \leq 6$, тогда условия принципа максимума выполняются, если в (3) предположим $b_{m+1} = 0$ и

$$\frac{(p-4)(m-1)}{(p-1)(m-2)} \leq b_m \leq 1,$$

где $3 \leq m \leq p$ — натуральное число, удовлетворяющее неравенству

$$\frac{1}{3}(p+2) \leq m \leq \frac{1}{3}(p+2) + \frac{2}{p-3}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.6.1974)

მათემატიკა

3. ბადაგაძე, შ. გელაშვილი

სითბოგამტარებლობის მრავალგანზომილებიანი
 განტოლებისათვის მაღალი სიზუსტის ცხადი ორზრიანი
 სხვაობიანი სქემების თანაბარი კრებლობის შესახებ

რეზიუმე

აგებულია $O(h^4 + \tau^2)$ აპროქსიმაციის ცხადი ორზრიანი სხვაობიანი სქემები სითბოგამტარებლობის მრავალგანზომილებიანი განტოლებისათვის. მოცემულია აგებული სქემების თანაბარი კრებლობის საკმარისი პირობები ნებისმიერი სივრცითი განზომილების შემთხვევაში.

MATHEMATICS

V. V. BADAGADZE, Sh. M. GELASHVILI

ON THE UNIFORM CONVERGENCE OF EXPLICIT TWO-LAYER DIFFERENCE SCHEMES OF MULTIPLE PRECISION FOR THE MULTIVARIATE EQUATION OF HEAT CONDUCTIVITY

Summary

Explicit two-layer difference schemes of precision of the order $O(h^4 + \tau^2)$ for the first boundary-value problem of the heat conductivity equation with several spatial variables are constructed. Sufficient conditions for the uniform convergence of the constructed schemes are indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Самарский, А. В. Гулин. Устойчивость разностных схем. М., 1973.
2. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. М.—Л., 1936.
3. Ш. Е. Микеладзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 27, 1960.
4. П. П. Юшков, Л. Л. Логинов. Инж.-физ. ж. АН БССР, т. 1, № 2, 1958.
5. В. Б. Андреев. ЖВМ и МФ, 6, 2, 1966.

В. А. ФРИШЛИНГ

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ПОРЯДКЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНОК ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ТОЧКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 4.2.1974)

Рассмотрим задачу об оценке некоторого функционала f от вероятностного распределения $F(x)$:

$$f = \int \varphi(x) dF(x).$$

Известно, что если $\int \varphi^2(x) dF(x) < \infty$, то оценка

$$\hat{f} = \frac{\sum_{j=1}^n \varphi(X_j)}{n},$$

где X_j — наблюдаемые значения, имеет среднеквадратическое отклонение порядка $O\left(\frac{1}{n}\right)$.

Если $\int \varphi^2(x) dF(x) = \infty$, то этот результат, вообще говоря, неверен. Такой пример доставляет задача оценки плотности распределения в данной точке.

Простейшая оценка, представляющая собой статистический аналог конечно-разностной формулы I порядка, для вычисления производной была предложена Розенблатом [1]. Она имеет вид

$\tilde{f} = \frac{v_\Delta}{2\Delta}$, где v_Δ — относительная частота попадания в $(x_0 - \Delta, x_0 + \Delta)$, и

$$E\left(\frac{v_\Delta}{2\Delta} - f(x_0)\right)^2 = O(n^{-4/3}).$$

Аналогично можно построить оценку II порядка

$$\tilde{f}^2 = \frac{v_{r\Delta} - r^3 v_\Delta}{2r\Delta(1-r^2)}$$

и

$$E(\tilde{f}^2 - f(x_0))^2 = O(n^{-8/9}).$$

Для оценки III порядка будем иметь

$$E(\tilde{f}^3 - f(x_0))^2 = O(n^{-12/13}).$$

Все вышесказанное наводит на мысль, что можно построить последовательность оценок, сходящуюся в среднеквадратическом смысле к $f(x_0)$ быстрее, чем $n^{-1+\varepsilon}$ для всех $\varepsilon > 0$. В настоящей статье поставлена цель достигнуть скорость сходимости $O\left(\frac{\ln^\alpha n}{n}\right)$, где $\alpha > 1/2$.

Пусть функция плотности $f(x)$ в точке x_0 бесконечное число раз дифференцируемая, в интервале $(x_0 - \Delta, x_0 + \Delta)$ ряд Тейлора, соответствующий функции $f(x)$, сходится равномерно по x к плотности $f(x)$, а также выполняется условие (A)

$$\sup_l \frac{f^{(l)}(x_0)}{e^{kl} l^s} < \infty \text{ для некоторых } k \text{ и } s.$$

Введем для каждого p систему интервалов $\Delta_1^p, \Delta_2^p, \dots, \Delta_p^p$, удовлетворяющую следующим условиям:

$$1) \Delta = \Delta_1^p \supset \Delta_2^p \supset \dots \supset \Delta_p^p;$$

$$2) \frac{\Delta_m^p}{\Delta_{m-1}^p} = r_m^p = \left(\frac{p-m+1}{p-m+2}\right)^\alpha, \quad m=2, \dots, p.$$

$$r_1^p = 1 \quad \alpha > \frac{1}{2}.$$

Такой выбор r_m^p обеспечивает ограниченность снизу положительным числом произведений

$$\prod_{k=1}^{p-1} \left(1 - \prod_{l=0}^{k-1} (r_{p-l}^p)^2\right).$$

Этот факт используется дальше.

Обозначим $r_{[i,k]}^p = \prod_{j=i+1}^{i+k} r_j^p$ и $r_{[i,0]}^p = 1$. Индекс p в дальнейшем будем опускать, так как это не приведет к недоразумениям. Оценку порядка m для функции плотности $f(x_0)$, построенную на m интервалах, начиная с Δ_i будем обозначать \tilde{f}_i^m .

Зададим рекуррентно последовательность оценок

$$\tilde{f}_i^{m+1} = \frac{1}{1 - r_{[i,m]}^2} (\tilde{f}_{i+1}^m - r_{[i,m]}^2 \tilde{f}_i^m), \quad (1)$$

$$\tilde{f}_i^1 = \frac{y_{\Delta_i}}{2\Delta_i} = \frac{y_{r_{[0,i]}\Delta}}{2r_{[0,i]}\Delta}.$$

Обозначим $S_{i,j}^m = \text{cov}(\tilde{f}_i^m, \tilde{f}_j^m)$. Используя (1), получим основное рекуррентное соотношение

$$\begin{aligned}
 S_{i,j}^{m+1} &= \text{cov}(\tilde{f}_i^{m+1}, \tilde{f}_j^{m+1}) = \\
 &= \frac{1}{(1-r^2_{[i,m]})(1-r^2_{[j,m]})} (S_{i+1,j+1}^m - r^2_{[i,m]} S_{i,j+1}^m - r^2_{[j,m]} S_{i+1,j}^m + \\
 &\quad + r^2_{[i,m]} r^2_{[j,m]} S_{i,j}^m). \quad (2)
 \end{aligned}$$

Линейные свойства соотношения (2) очевидны. $S_{i,j}^1 = \text{cov}(\tilde{f}_i^1, \tilde{f}_j^1)$ представим в виде

$$\begin{aligned}
 S_{i,j}^1 &= \frac{f(x_0)}{2r_{[0,\min(i,j)]}\Delta} + \frac{1}{2r_{[0,\min(i,j)]}\Delta} \left(\sum_{l=1}^{\infty} \frac{r^{2l}_{[0,j]}}{(2l+1)!} \Delta^{2l} \tilde{f}^{(2l)}(x_0) \right) - \\
 &\quad - \left(\frac{1}{n} - 1 \right) Q_{i,j}^1
 \end{aligned}$$

где

$$Q_{i,j}^1 = \left(\frac{F_{r_{[0,i]}\Delta}}{2r_{[0,i]}\Delta} - f(x_0) \right) \left(\frac{F_{r_{[0,j]}\Delta}}{2r_{[0,j]}\Delta} - f(x_0) \right).$$

Лемма 1. Если $S_{i,j}^1 = \frac{1}{r_{[0,\min(i,j)]} k_{i,j}^m}$, то

$$S_{i,j}^m = \frac{m-1}{\prod_{k=1}^{m-1} (1-r^2_{[i+h, m-h-1]})} \frac{m-1}{\prod_{k=1}^{m-1} (1-r^2_{[j+h, m+h-1]})} \frac{1}{r_{[0,\min(i,j)+m-1]}}$$

где $0 < A < k_{i,j}^m < B < \infty$ равномерно для всех i и j , таких, что $i+m \leq p$, $j+m \leq p$, или, что то же самое,

$$S_{i,j}^m = O\left(\frac{1}{r_{[0,\min(i,j)+m-1]}}\right). \quad (3)$$

Лемма 2. Если $S_{i,j}^1 = \frac{r^{2k}_{[0,j]}}{r_{[0,\min(i,j)]}}$, то

$$S_{i,j}^m = O\left(\frac{r^{2k}_{[0,j+m]}}{r_{[0,\min(i,j)+m-1]}}\right). \quad (4)$$

Лемма 3. Если $S_{i,j}^1 = Q_{i,j}^1$, то

$$Q_{i,j}^m \leq \left(\sum_{k=m}^{\infty} \frac{\text{const} \cdot \Delta^{2k} \tilde{f}^{(2k)}(x_0) (m+1)! r^{2k}_{[0,i]} \prod_{q=1}^{m-1} r^{2k-2q}_{q+i}}{(2k+1)! 2^{m+1}} \right)^2. \quad (5)$$

Объединяя оценки (3), (4) и (5), полагая $i=j=1$, получаем

$$\begin{aligned}
 S_{1,1}^m &= E(\tilde{f}_1^m - f(x_0))^2 \leq \frac{\text{const} \cdot m^\alpha}{n \Delta} + \\
 &+ \left(\sum_{k=m}^{\infty} \frac{\text{const} \Delta^{2k} \tilde{f}^{(2k)}(x_0) (m+1)! r^{2k}_{[0,i]} \prod_{q=1}^{m-1} r^{2k-2q}_{q+i}}{(2k+1)! 2^{m+1}} \right)^2. \quad (6)
 \end{aligned}$$

Полагая $\Delta = O(n^{-1(4m+1)})$ и используя формулу Стирлинга, (6) можно записать следующим образом:

$$S_{1,1}^m \leq \frac{\text{const } m^\alpha}{n \Delta} + A(m) \cdot \frac{1}{n \Delta}, \quad 0 < A(m) < N < \infty.$$

Так как второе слагаемое малое более высокого порядка, чем первое, то для достижения наилучшей скорости стремления к нулю величины $S_{1,1}^m$ необходимо найти такую функцию $m = m(n)$, которая бы минимизировала $m^\alpha / n^{(4m)} / (4m+1)$ в смысле порядка. Такой функцией является $m = \text{const} \cdot \ln n$, и, следовательно, достигается среднеквадратическая сходимость порядка $O\left(\frac{\ln^\alpha n}{n}\right)$.

Итак, получен следующий результат:

Теорема. Если функция плотности $f(x)$ удовлетворяет (A), то оценки (1) обладают среднеквадратической погрешностью порядка не менее $O\left(\frac{\ln^\alpha n}{n}\right)$.

Тбилисский отдел НИИ
 экономики и организации
 материально-технического снабжения

(Поступило 7.2.1974)

მათემატიკა

3. შრიშლინგი

წმრტილში განაწილების სიმკვრივის შეფასების
 სიზუსტის ასიმპტოტური რივის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მოცემულ წმრტილში განაწილების სიმკვრივის არაპარამეტრული შეფასების ამოცანა. ნაჩვენებია, რომ სიმკვრივის ფუნქციის წარმომებულების სიდიდის გარკვეული შეზღუდვების დროს სასრულ-სხვაობიანი ფორმულების სტატისტიკური ანალოგები წარმომებულის შეფასებისათვის იძლევიან საშუალებადრატული ცდომილების მიღწევას $O\left(\frac{\ln^\alpha n}{n}\right)$ რიგით,

სადაც $\alpha > \frac{1}{2}$.

MATHEMATICS

V. A. FRISHLING

ON THE ASYMPTOTIC ORDER OF THE PRECISION OF ESTIMATES OF THE DENSITY FUNCTION AT A POINT

Summary

The paper deals with the problem of nonparametric estimation of the density function at a given point. It is shown that with some restrictions on the value of derivatives of the density function statistic analogues of the formulas of finite-differences for estimating derivatives allow to attain a mean-root-square error not exceeding $O\left(\frac{\ln^\alpha n}{n}\right)$, where $\alpha > \frac{1}{2}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Rosenblatt. Ann. Math. Stat., 27, 1956.

М. П. ГРИГОЛИЯ

О ЗАДАЧЕ ГУРСА ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
 С СИЛЬНОЙ СИНГУЛЯРНОСТЬЮ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 19.6.1974)

Рассмотрим гиперболическую систему

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x \partial y} = f \left(x, y, u(x, y), \frac{\partial u(x, y)}{\partial x} \right) \quad (1)$$

в области

$$D = \{(x, y) : 0 < x \leq a, 0 < y \leq b\},$$

где u — искомая n -мерная вектор-функция, а $f: D \times E^{2n} \rightarrow E^n$ ($n \geq 1$, a и b — некоторые положительные числа, E^k — k -мерное евклидово пространство).

Для системы (1) исследуется следующая

Задача Гурса. Найти непрерывное в \bar{D} (\bar{D} — замыкание области D) решение u системы (1), имеющее непрерывные частные производные

$\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$ и $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$ в D и удовлетворяющее условиям

$$u(x, 0) = 0 \text{ при } 0 \leq x \leq a, \quad u(0, y) = 0 \text{ при } 0 \leq y \leq b. \quad (2)$$

В случае, когда f непрерывна в $\bar{D} \times E^{2n}$, задача (1), (2) изучена многими авторами. Основные результаты, полученные в этом направлении, изложены в [1]. Отметим также работы [2—4], посвященные изучению задачи Гурса для линейных гиперболических уравнений с параболическим вырождением вдоль некоторой прямой.

Мы не исключаем из рассмотрения случая, когда функция f имеет неинтегрируемые сингулярности вдоль характеристик $x = 0$ и $y = 0$, при этом порядок сингулярности относительно x может быть произвольным.

Всюду в дальнейшем будем пользоваться следующими обозначениями:

1) $L = (\lambda_{ik})_{i,k=1}^n$ и $I = (\lambda_i)_{i=1}^n$ — соответственно $n \times n$ -матрица и n -мерный вектор с элементами λ_{ik} и λ_i ($i, k = 1, \dots, n$),

$$|L| = (|\lambda_{ik}|)_{i,k=1}^n, \quad |I| = (|\lambda_i|)_{i=1}^n,$$

$$\|L\| = \sum_{i,k=1}^n |\lambda_{ik}|, \quad \|I\| = \sum_{i=1}^n |\lambda_i|;$$

2) пусть $L^j = (\lambda_{ik}^j)_{k=1}^n$ и $l^j = (\lambda_i^j)_{i=1}^n$ ($j = 1, 2$), тогда записи $L^1 \leq L^2$, $l^1 \leq l^2$ означают, что

$$\lambda_{ik}^1 \leq \lambda_{ik}^2, \lambda_i^1 \leq \lambda_i^2 \quad (i, k = 1, \dots, n);$$

3) если $v = (v_i)_{i=1}^n$, то

$$S(v) = \begin{pmatrix} \text{sign } v_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \text{sign } v_2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \text{sign } v_n \end{pmatrix}.$$

Теорема 1. Пусть f непрерывна в $D \times E^{2n}$ и удовлетворяет неравенствам

$$|f(x, y, u, 0)| \leq l_0 x^\alpha y^\beta + \frac{1}{xy} L_1(x, y) |u|,$$

$$S(v_1 - v_2) [f(x, y, u, v_1) - f(x, y, u, v_2)] \leq \frac{1}{y} L_2(x, y) |v_1 - v_2|,$$

где $\alpha > -1$, $\beta > -1$, l_0 — неотрицательный постоянный n -мерный вектор, а $L_i(x, y)$ ($i = 1, 2$) — непрерывные и неотрицательные в D $n \times n$ -матрицы, элементы которых не убывают по x и y , при этом спектры матриц

$$\frac{1}{(1+\alpha)(1+\beta)} L_1(0, 0) + \frac{1}{1+\beta} L_2(0, 0) \text{ и } \frac{1}{1+\beta} L(a, 0) \quad (3)$$

расположены внутри единичного круга. Далее, для любого $c > 0$ найдется непрерывная на полуинтервале $0 < x \leq a$ функция $\varphi_c(x)$, такая, что

$$y^{-\beta} \|f(x, y, u, v)\| \leq \varphi_c(x) \text{ при } (x, y) \in D, \|u\| + \|v\| < cy^{1+\beta}.$$

Тогда задача (1), (2) имеет решение u , удовлетворяющее условию

$$\sup \left\{ \frac{\|u(x, y)\|}{x^{1+\alpha} y^{1+\beta}} + \frac{\|u_x(x, y)\|}{x^\alpha y^{1+\beta}} : (x, y) \in D \right\} < +\infty. \quad (4)$$

Замечание. Пусть k_i ($i = 1, \dots, n$) — натуральные числа, $\lambda_i \geq -1 - 2(1+\beta)k_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$),

$$G(y, v) = \begin{pmatrix} y^{\lambda_1} v_1^{2k_1+1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & y^{\lambda_2} v_2^{2k_2+1} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & y^{\lambda_n} v_n^{2k_n+1} \end{pmatrix},$$

$h(x, y, a)$ — непрерывная и неотрицательная в $D \times E^n$ n -мерная вектор-функция, а $\sigma(x)$ — непрерывная на полуинтервале $(0, a]$ неотрицательная неограниченная функция. Легко видеть, что если f_0 удовлетворяет условиям теоремы 1, то функция $f(x, y, u, v) = f_0(x, y, u, v) - \sigma(x)G(y, v)h(x, y, u)$ также удовлетворяет условиям этой теоремы. Следовательно, функции, удовлетворяющие условиям теоремы 1, могут иметь сингулярности произвольного порядка в окрестности $x=0$.

Теорема 2. Пусть

$$S(v_1 - v_2) [f(x, y, u_1, v_1) - f(x, y, u_2, v_2)] \leq \frac{1}{xy} L_1(x, y) |u_1 - u_2| - \\ - \frac{1}{y} L_2(x, y) |v_1 - v_2|,$$

где $L_i(x, y)$ ($i = 1, 2$) — непрерывные и неотрицательные в \bar{D} матрицы, элементы которых не убывают по x и y , $\alpha > -1$, $\beta > -1$, и спектры матриц (3) расположены внутри единичного круга¹. Тогда задача (1), (2) имеет не более одного решения, удовлетворяющего условию (4).

Теорема 3. Если f непрерывна в $D \times E^{2n}$, удовлетворяет условиям теоремы 2 и, кроме того,

$$\sup \{x^{-\alpha} y^{-\beta} \|f(x, y, 0, 0)\| : (x, y) \in D\} < +\infty,$$

то задача (1), (2) имеет одно и только одно решение, удовлетворяющее условию (4).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.6.1974)

მათემატიკა

ა. გრიგოლია

გურსას ამოცანის შესახებ ჰიპერბოლური სისტემისათვის
ძლიერი სინგულარობით

რეზიუმე

განხილულია (1), (2) ამოცანა, სადაც $f: (0, a] \times (0, b] \times E^{2n} \rightarrow E^n$, ხოლო u არის საძიებელი n -განზომილებიანი ვექტორ-ფუნქცია. დადგენილია ამოხსნის არსებობისა და ერთადერთობის პირობები იმ შემთხვევაში, როცა f -ს აქვს არა-ინტეგრებადი სინგულარობა $x=0$ და $y=0$ მახასიათებლების გასწვრივ.

MATHEMATICS

M. P. GRIGOLIA

ON THE GOURSAT PROBLEM FOR A HYPERBOLIC SYSTEM
WITH STRONG SINGULARITY

Summary

The problem (1), (2) is considered, where $f: (0, a] \times (0, b] \times E^{2n} \rightarrow E^n$ and u is the unknown n dimensional vector-function. The conditions

¹ Как в теореме 1, так и в теореме 2 последнее требование является существенным и его нельзя ослабить.

for the existence and uniqueness of the solution are established in the case when f has non-integrable singularity along the characteristics $x = 0$ and $y = 0$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Walter. Differential and integral inequalities. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New-York, 1970.
2. В. Н. Врагов. Дифференциальные уравнения, 8, № 1, 1972, 7—16.
3. Т. Ш. Кальменов. Дифференциальные уравнения, 8, № 1, 1972, 41—54.
4. М. Мередов. Дифференциальные уравнения, 9, № 7, 1973, 326—333.

Ш. В. ХЕЛАДЗЕ

О РАСХОДИМОСТИ ВСЮДУ РЯДОВ ФУРЬЕ—УОЛША

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 19.6.1974)

В настоящей заметке доказывается следующая

Теорема. *Существует интегрируемая функция, ряд Фурье—Уолша которой расходится всюду.*

Имеем в виду определение системы Уолша, имеющееся в [1] (по этому определению, в отличие от имеющегося в [2], функции ω_n , $n=0, 1, \dots$, образующие систему Уолша, предполагаются периодическими с периодом 1 и непрерывными справа). Известно существование интегрируемой функции, ряд Фурье — Уолша которой расходится почти всюду [3]. Сформулированную теорему выведем из этого результата совершенно таким же образом, как это делает И. Кацнельсон в случае тригонометрической системы, выводя вторую теорему Колмогорова о существовании всюду расходящегося ряда Фурье из менее сильной теоремы Колмогорова, в которой утверждается лишь расходимость почти всюду (см. [4], а также [5], стр. 55—61).

Справедливы следующие утверждения:

1. Если $g \in L^p(0, 1)$, $1 \leq p < \infty$, то существуют функция $f \in L^p(0, 1)$ и последовательность положительных чисел $\{\Omega_j\}_{j=0}^{\infty}$, такие, что $\Omega_j \uparrow \infty$, $j \rightarrow \infty$ и $\widehat{f}(j) = \Omega_j \widehat{g}(j)$, $j=0, 1, \dots$ ($\widehat{g}(j)$, $j=0, 1, \dots$, обозначает коэффициент Фурье—Уолша функции g).

2. Следующие предложения эквивалентны:

а) Существует функция $f \in L^p(0, 1)$, $1 \leq p < \infty$, ряд Фурье—Уолша которой расходится на множестве E .

б) Существуют функция $f \in L^p(0, 1)$, $1 \leq p < \infty$ и последовательность положительных чисел $\{W_j\}_{j=0}^{\infty}$, $W_j \uparrow \infty$, $j \rightarrow \infty$, такая, что для любого $x \in E$

$$\overline{\lim}_{j \rightarrow \infty} \frac{|S_j(f)(x)|}{W_j} = \infty$$

($S_j(f)(x)$, $j=0, 1, \dots$, означает частичную сумму ряда Фурье—Уолша функции f в точке x).

с) Существует последовательность $\{P_j\}_{j=0}^{\infty}$ полиномов по функциям Уолша, удовлетворяющая условиям

$$\sum_{j=0}^{\infty} \|P_j\|_p < \infty \quad (1)$$

и для любого $x \in E$

$$\sup_j \sup_m |S_m(P_j)(x)| = \infty. \quad (2)$$

3. Пусть множество $E_i \subset [0, 1)$, $i=1, 2, \dots$, если существует функция из $L^p(0, 1)$, $1 \leq p < \infty$, ряд Фурье—Уолша которой расходится на E_i , то существует функция из $L^p(0, 1)$ с расходящимся рядом Фурье—Уолша на $\bigcup_{i=1}^{\infty} E_i$.

Эти утверждения доказываются совершенно так же, как и аналогичные утверждения для тригонометрической системы у И. Каннелсона. Нужно лишь воспользоваться следующими свойствами системы Уолша: если $f \in L^p(0, 1)$, $1 \leq p < \infty$, то $\|\sigma_n(f) - f\|_p \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$ (см. [6], здесь $\sigma_n(f)$ означает $(C, 1)$ среднее ряда Фурье—Уолша функции f); для любых натуральных чисел n и N существует такое натуральное число n_0 , что $n_0 > N$ и

$$\omega_k(x) \cdot \omega_{n_0}(x) = \omega_{k+n_0}(x), \quad x \in [0, 1), \quad k=0, 1, \dots, n.$$

4) Для любого множества E , $E \subset [0, 1)$ меры нуль и p , $1 \leq p < \infty$, существует функция из $L^p(0, 1)$, ряд Фурье—Уолша которой расходится на E . Доказательство этого утверждения, которое несколько отличается от доказательства аналогичного утверждения из [4], можно провести следующим образом. Существуют последовательности множеств $\{F_j\}_{j=1}^{\infty}$, $\{E_j\}_{j=1}^{\infty}$, такие, что $F_j = \bigcup_{k=0}^{n_j} [a_k, b_k]$, $E_j = \bigcup_{k=0}^{n_j} (\alpha_k, \beta_k)$, $F_j \subset E_j \subset [0, 1)$, $\mu E_j \leq 2^{-j}$, $j=1, 2, \dots$, $E \subset \limsup_{j \rightarrow \infty} F_j$. Пусть φ_j , $j=1, 2, \dots$, — непрерывная функция, $|\varphi_j(x)| \leq j$, $j=1, 2, \dots$, $x \in [0, 1)$, и

$$\varphi_j(x) = \begin{cases} j, & \text{если } x \in F_j, \\ 0, & \text{если } x \notin E_j, \end{cases}$$

$j=1, 2, \dots$. Рассмотрим последовательность $\{P_j\}_{j=1}^{\infty}$ полиномов по функциям Уолша, $P_j = \sigma_{N(j)}(\varphi_j)$, $j=1, 2, \dots$, где натуральные числа $N(j)$, $j=1, 2, \dots$, выбраны так, что

$$\sup_x |\sigma_{N(j)}(\varphi_j)(x) - \varphi_j(x)| \leq 2^{-j}$$

и для любого $x \in F_j$

$$|\sigma_{N(j)}(\varphi_j)(x)| \geq \frac{1}{2}, \quad j=1, 2, \dots$$

Это возможно по теореме Файна ([1], теорема XVII). Легко проверить, что последовательность $\{P_j\}_{j=1}^{\infty}$ удовлетворяет условиям (1) и (2). Этим утверждение 4 доказано.

Сформулированная теорема теперь следует из упомянутого результата Стейна [3] и из утверждений 3 и 4.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.6.1974)

შ. ხელაძე

ფურეი — უოლშის მწკრივის ყველგან განშლადობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია შემდეგი თეორემა: არსებობს ინტეგრებადი ფუნქცია, რომლის ფურეი — უოლშის მწკრივი განშლადია ყველგან. უოლშის ფუნქციათა განსაზღვრება მოცემულია [1]. თეორემა დამტკიცებულია ი. კატნელსონის მეთოდის გამოყენებით (იხ. [4], [5], გვ. 55—61).

MATHEMATICS

Sh. V. KHELADZE

ON EVERYWHERE DIVERGENCE OF FOURIER-WALSH SERIES

Summary

The following theorem is proved: there exists an integrable function with everywhere divergent Fourier-Walsh series. The definition of Walsh functions is as in [1]. The theorem is proved by Y. Katznelson's method [4], [5], pp. 55-61.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Fine. On the Walsh functions. Trans. Am. Math. Soc., v. 65, № 3, 1949, 372—414.
2. С. Качмаж и Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1958.
3. E. Stein. On limits of sequences of operators. Ann. Math., v. 74, № 1, 1961, 140—170.
4. Y. Katznelson. Sur les ensembles de divergence des series trigonometrique. Studia Math. t. XXVI, 1966, 301—304.
5. Y. Katznelson. An introduction to harmonic analysis. New York, 1968.
6. M. Kobayashi. Capacities of sets and harmonic analysis on the group 2^{ω} . Tonoku Math. J. 1969, 21, № 3, 419—433. Correction: Tonoku Math. J. 1969. 21, № 4, 676.



Т. В. КАДЕИШВИЛИ

К ТЕОРИИ ГОМОЛОГИИ ГЛАВНЫХ РАССЛОЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 28.5.1974)

В работах [1, 2] вводится функтор $D(B, G)$, где B — топологическое пространство, а $G = \{G_i\}$ — последовательность модулей. Каждому расслоению в смысле Серра $\xi = (E, p, B, F)$ сопоставляется функториально «преддифференциал» $d(\xi) \in D(B, H^*(F, \Lambda))$, с помощью которого вычисляются дифференциалы спектральной последовательности расслоения.

Здесь мы дадим формулу, выражающую $d(\xi)$ для некоторого класса расслоений, содержащего, в частности, главные унитарные расслоения. Справедливость этого результата можно усмотреть из работы Кокрофта [3]. Приведенное здесь доказательство копирует в рамках теории работ [1, 2] доказательство Кокрофта, проведенное им в рамках теории Хирша.

Предположим, что алгебра $H^*(F, \Lambda)$, где Λ — любое коммутативное кольцо с единицей, порождена элементами a_i и имеются только соотношения кривой коммутативности и, возможно, соотношения типа $a_i^n = 0$. Пусть $a_i = \dim a_i$.

Обозначим $P = H^0(B, \Lambda) \times \prod H^{2i+1}(B, \Lambda)$. Ниже будет определено отображение $\lambda: P \rightarrow D(B, H^*(F, \Lambda))$.

Предложение. Допустим, что образующие a_i трансгрессивны и класс когомологии b_i^{2i+1} содержится в трансгрессии элемента a_i . Тогда если $p = 1 + b_1^{2 \cdot 1 + 1} + b_2^{2 \cdot 2 + 1} + \dots$, то $d(\xi) = \lambda(p)$.

В частности, верно

Следствие. Для главного унитарного расслоения $\xi = (E, p, B, U(n))$ имеем $d(\xi) = \lambda(c(\xi))$, где $c(\xi)$ означает полный класс Чженя.

Определение отображения λ . Так как модули $H^*(F, \Lambda)$ свободны, то $D(B, H^*(F, \Lambda))$ определяется как фактор-множество множества элементов $h \in C^{**}(B, \text{Hom}(H^*(F, \Lambda), H^*(F, \Lambda)))$ со свойствами $dh = -Jhh$ и $h^0 = h^1 = 0$, где $Jh = h^0 - h^1 + h^2 - \dots$,

Аддитивный базис $H^*(F, \Lambda)$ составляют элементы вида $x = a_{i_1}^{s_1} \cdot a_{i_2}^{s_2} \cdot \dots$, $\dots, a_{i_n}^{s_n}$, $i_1 < i_2 < \dots < i_n$. Множество таких образующих обозначим через I . Допустим, что $x = a_{i_1}^{s_1} \cdot a_{i_2}^{s_2} \cdot \dots, a_{i_n}^{s_n}$ и $y = a_{j_1}^{t_1} \cdot a_{j_2}^{t_2} \cdot \dots, a_{j_k}^{t_k}$; будем писать $y \subset x$, если $(j_1, j_2, \dots, j_k) \subset (i_1, i_2, \dots, i_n)$ и каждый показатель t меньше соответствующего показателя s ; длиной, образующей x будем называть

сумму $\sum s_m$. Таким образом, алгебра $H^*(F, \Lambda)$ разлагается в сумму $H^*(F, \Lambda) = \sum_{x \in I} \Lambda_x$.

Справедливо следующее разложение:

$$\begin{aligned} C^{**} &= C^{**}(B, \text{Hom}(H^*(F, \Lambda), H^*(F, \Lambda))) = \\ &= C^{**}(B, \text{Hom}\left(\sum_x \Lambda_x, H^*(F, \Lambda)\right)) = \prod_x C^{**}(B, H^*(F, \Lambda)). \end{aligned}$$

Поэтому любой элемент $h \in C^{**}$ определяет набор $\{h(x) \in C^{**}(B, H^*(F, \Lambda)), x \in I\}$; таким набором элемент h определяется однозначно.

В алгебре $C^*(B, H^*(F, \Lambda))$ видоизменены умножения, для $x \in C^p(B, H^q(F, \Lambda))$ и $y \in C^m(B, H^n(F, \Lambda))$ положим $x \cdot y = (-1)^{q \cdot m} x \cup y$ и $x \cup_1 y = (-1)^{q(m-1)} x \cup_1 y$, где справа стоит обычное стиродовское \cup_1 -произведение.

Ряду $p = b_0 + b_1 + b_2 + \dots \in P$ сопоставим элемент $h \in C^{**}$, определенный набором $\{h(x) \in C^{**}(B, H^*(F, \Lambda))\}$, где $h(x)$ определяется индуктивно равенствами

$$h(a_i) = b'_i,$$

$$h(xa_i) = h(x) \cdot \bar{a}_i + (-1)^{\bar{x}} \bar{x} \cdot h(a_i) + (-1)^{q_i} + 1 h(x) \cup_1 h(a_i). \quad (1)$$

Здесь b'_i — коцикл из b_i , а \bar{x} и \bar{a}_i — o -мерные коцепи, сопоставляющие каждой вершине элементы x и a_i соответственно. Можно проверить, что определенный таким образом элемент удовлетворяет условиям $dh = -Jhh$ и $h^0 = h^1 = 0$, а также класс элемента h в $D(B, H^*(F, \Lambda))$ не зависит от выбора коциклов b'_i из b_i . Определим $\lambda(p)$ как класс элемента h в $D(B, H^*(F, \Lambda))$.

З а м е ч а н и е. В случае, когда B — полиэдр под C^{**} , можно понимать группу коцепей как симплициальную, так и сингулярного комплекса пространства, $\lambda(p)$ одинаково определяется как сингулярными коциклами b'_i из b_i , так и симплициальными (так как симплициальный и сингулярный D совпадают).

Доказательство предложения. В силу [1, 2] существуют упорядоченный симплициальный комплекс L и локальная система коцепных комплексов $C(b)$ (с дифференцированием γ), такая, что: (1) L гомологически эквивалентно B при некотором отображении; (2) $H^*(C(b)) = H^*(F, \Lambda)$; (3) двойной комплекс $Y = C^*(L, C(b))$ (с дифференцированием $d = d_L + J\gamma$) имеет те же когомологии, что и E . Для нахождения преддифференциала $d(\xi)$ достаточно найти пару (h, k) $h \in C^{**}(L, \text{Hom}(H^*(C(b)), H^*(C(b))))$ и $k \in C^{**}(L, \text{Hom}(H^*(C(b)), C(b)))$, такую, что $d_L k + \gamma(Jk) = h \cdot k$, $h^0 = h^1 = 0$ и $k^0(x) \in x$. Тогда класс элемента h есть преддифференциал $d(\xi)$.

Следовательно, для доказательства достаточно вместе с h , данным в предложении I с помощью формул (1), дать выражения для k и проверить для пары (h, k) вышеуказанные условия.



Естественные пополнения комплексов $C(b)$ определяют отображение $p^*: C^*(L, \Lambda) \rightarrow C^*(L, C(b))$. Из трансгрессивности образующих a следует существование коцепей $c_i = c_i^0 + c_i^1 + \dots \in Y$, таких, что $c_i^0 \in \bar{a}_i$ и $dc_i = p^* b'_i$.

Определим k равенствами $k(a_i) = c_i$, $k(xa_i) = k(x) \cdot k(a_i) + (-1)^{a_i+1} \times k(x) \cup_1 dk(a_i)$; здесь произведения берутся с измененным знаком, как было определено выше.

Легко проверить, что $k^\circ(x) \in x$ и $h^\circ = h^1 = 0$. Для доказательства справедливости равенства $d_L k + \gamma(J \cdot k) = h \cdot k$ сделаем следующее замечание: так как $C^{**}(L, H^*(F, \Lambda)) = C^{**}\left(L, \sum_y \Lambda_y\right) \subset \prod_y C^{**}(L, \Lambda)$, любой элемент $h(x)$ определяет набор $\{[h(x)](y) \in C^{**}(L, \Lambda), y \in I\}$.

Произведение $(h \cdot k)(x)$ разлагается в сумму $(h \cdot k)(x) = \sum_y h(x)(y) \cdot k(y)$.

Из определения элементов $h(x)$ видно, что $h(xa_i)(y) = h(x)(y) \neq 0$ только для $y \subset xa_i$ и $h(xa_i)(x) = (-1)^{\xi a_i} b'_i$; если $y \subset x$, то $h(xa_i)(y) = h(x)(y)$ и $h(xa_i)(y) = (-1)^{a_i} (1+\eta)^{-1} h(x)(y) \cup_1 b'_i$; для остальных $y \subset xa_i$ $h(xa_i)(y) = 0$; здесь $\eta = \dim y$.

На основе вышеизложенного равенства $d_L k + \gamma(Jk) = h \cdot k$ проверяется элементарно.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.7.1974)

მათემატიკა

თ. კადეიშვილი

მთავარ ფიბრაციათა ჰომოლოგიის თეორიისათვის.

რეზიუმე

ფიბრაციათა ერთი კლასისათვის, რომელიც შეიცავს მთავარ უნიტარულ ფიბრაციებს, გამოთვლილია პრედდiferენციალი [1, 2]-ის აზრით. გამოყენებულია კოკროფტის შედეგი [3].

MATHEMATICS

T. V. KADEISHVILI

ON THE HOMOLOGY THEORY OF THE PRINCIPAL FIBRE SPACES

Summary

The predifferential in the sense of [1, 2] is calculated for a class of fibre spaces, which contains the principal unitary fibrations. Cockroft's result [3] is used.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
2. Н. А. Берикашвили. О дифференциалах спектральной последовательности. Автореферат, Тбилиси, 1971.
3. W. H. Cockroft. Trans. Amer. Math. Soc., vol. 98, № 2, 1961.

А. Г. ОСИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ СТАТИСТИКЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СЛОЖНОЙ
 ГИПОТЕЗЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ВИДА СПЕКТРАЛЬНОЙ
 ПЛОТНОСТИ СТАЦИОНАРНОГО ГАУССОВСКОГО СЛУЧАЙНОГО
 ПРОЦЕССА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 2.7.1974)

1. Пусть $X(t)$ — стационарный гауссовский случайный процесс с дискретным или непрерывным временем t и с нулевым математическим ожиданием $EX(t) = 0$. Предположим, что на основе одной реализации конечной длины T , $x(1), \dots, x(T)$ в случае дискретного времени и $x(t)$, $0 \leq t \leq T$ в случае непрерывного времени, требуется проверить гипотезу H_0 о том, что спектральная плотность процесса $X(t)$ имеет вид $f(\lambda)$, $\lambda \in \Lambda$, где $\Lambda = [-\pi, \pi]$ в случае дискретного времени t и $\Lambda = (-\infty, \infty)$ в случае непрерывного времени t . Предположим, далее, что гипотеза H_0 сложная, т. е. гипотетическая спектральная плотность $f(\lambda)$ зависит от некоторого, скажем p , числа неизвестных параметров $\underline{\theta} = (\theta_1, \dots, \theta_p)$, принимающих значения из некоторой области Θ , т. е. $f(\lambda) = f(\lambda, \underline{\theta})$.

Пусть $\underline{\Phi}$ — вектор с компонентами

$$\Phi_{jT} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} \int_{\Lambda} H_j(\lambda) \frac{I_T(\lambda) - f(\lambda, \underline{\theta})}{f(\lambda, \underline{\theta})} d\lambda, \quad j = \overline{1, m},$$

где $H_j(\lambda)$ — ортонормированная система на Λ ,

$$I_T(\lambda) = \frac{1}{2\pi T} \left| \sum_{t=1}^T x(t) \exp\{i\lambda t\} \right|^2 \quad (\text{в случае дискретного } t)$$

и

$$I_T(\lambda) = \frac{1}{2\pi T} \left| \int_0^T x(t) \exp\{i\lambda t\} dt \right|^2 \quad (\text{в случае непрерывного } t).$$

Пусть, далее, выполняются условия работы [1], при которых вектор $\sqrt{T} \underline{\Phi}$ при $T \rightarrow \infty$ имеет нормальное распределение. Тогда легко убедиться, что предельное нормальное распределение имеет нулевое математическое ожидание и единичную ковариационную матрицу.



Если бы проверялась простая гипотеза, т. е. если бы истинные значения $\underline{\theta}_0$ параметров $\underline{\theta}$ были известны, тогда, очевидно, для проверки гипотезы можно было бы воспользоваться статистикой

$$X^2(\underline{\theta}) = T \sum_{j=1}^m \{\Phi_{jT}\}^2, \quad (1)$$

которая при $\underline{\theta} = \underline{\theta}_0$ и $T \rightarrow \infty$ имеет *хи*-квадрат-распределение с m степенями свободы.

Но здесь нас будет интересовать лишь случай проверки сложной гипотезы H_0 . Следуя принятым в математической статистике рассуждениям (см., например, [2]), для проверки сложной гипотезы H_0 также воспользуемся статистикой (1), где, однако, вместо $\underline{\theta}$ подставим некоторые их статистические оценки. При этом, разумеется, асимптотическое распределение статистики (1), вообще говоря, будет зависеть от свойств выбранных нами оценок.

Так, например, в [3] было показано, что статистика (1) при $\underline{\theta} = \underline{\bar{\theta}}$, где $\underline{\bar{\theta}}$ — так называемая оценка минимума *хи*-квадрат, т. е. такое значение $\underline{\theta}$, при котором (1) принимает минимальное значение или какая-нибудь асимптотически эквивалентная ей оценка имеет в пределе при $T \rightarrow \infty$ *хи*-квадрат-распределение с $m-p$ степенями свободы. Однако задача нахождения оценок $\underline{\bar{\theta}}$ довольно сложна. Если же в статистике (1) вместо $\underline{\theta}$ подставить оценку максимального правдоподобия (см. [4, 5]), то можно увидеть, как показано в [6], что предельное распределение отличается от *хи*-квадрат-распределения и имеет сложный и плохо изученный вид. К тому же оценки максимального правдоподобия $\underline{\hat{\theta}}$ часто не легко находить.

В свете вышесказанного представляется целесообразным несколько видоизменить статистику (1) так, чтобы ее предельное распределение всегда было *хи*-квадрат-распределением при использовании практически любой состоятельной оценки параметра $\underline{\theta}$.

2. Пусть $\underline{\theta}^* \sqrt{T}$ — состоятельная оценка $\underline{\theta}$. Обозначим символом $B(\underline{\theta})$ матрицу с элементами

$$b_{jk} = \frac{1}{V 4\pi} \int_{\Lambda} H_j(\lambda) \frac{\partial}{\partial \theta_k} \log f(\lambda) d\lambda, \quad \begin{matrix} j = \overline{1, m}, \\ k = \overline{1, p}, \end{matrix}$$

имеющую ранг, равный p . Далее, пусть $f(\lambda) \neq 0$ при $\lambda \in \Lambda$ и имеет непрерывные производные первых трех порядков по θ_k .

При указанных условиях справедлива следующая

Теорема. *Статистика*

$$W(\underline{\theta}^*) = X^2(\underline{\theta}^*) - T \Phi'(\underline{\theta}^*) B(\underline{\theta}^*) [B'(\underline{\theta}^*) B(\underline{\theta}^*)]^{-1} B'(\underline{\theta}^*) \Phi(\underline{\theta}^*) \quad (2)$$

при $T \rightarrow \infty$ имеет *хи-квадрат-распределение* с $m-p$ степенями свободы.

Доказательство легко вытекает из утверждений следующих лемм:

Лемма 1 [3]. Статистика $\chi^2(\underline{\theta})$, где $\underline{\theta}$ — оценка минимума *хи-квадрат* или некоторая асимптотически ей эквивалентная оценка, при $T \rightarrow \infty$ имеет χ^2 -распределение с $m-p$ степенями свободы.

Лемма 2 [7]. Оценка

$$\tilde{\theta} = \underline{\theta}^* + [B'(\underline{\theta}^*) B(\underline{\theta}^*)]^{-1} B'(\underline{\theta}^*) \Phi(\underline{\theta}^*),$$

где $\underline{\theta}^*$ — произвольная \sqrt{T} -состоятельная оценка, асимптотически эквивалентна оценке минимума *хи-квадрат*.

Лемма 3. Имеет место асимптотическое равенство

$$X^2(\tilde{\theta}) = W(\underline{\theta}^*) + o_p(1),$$

где $o_p(1)$ — случайная величина, при $T \rightarrow \infty$ стремящаяся к нулю.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 5.7.1973)

მათემატიკა

ა. ოსიძე

ერთი სტატისტიკის შესახებ, რომელი ჰიპოთეზის შესამოწმებლად
 ბაუსის სტაციონარული შემთხვევითი პროცესის სპექტრალური
 სიმკვრივისათვის

რეზიუმე

შემოთავაზებულია სტატისტიკა (2) ჰიპოთეზის შესამოწმებლად გაუსის
 სტაციონარული შემთხვევითი პროცესის სპექტრალური სიმკვრივისათვის, რო-
 ცა სიმკვრივე დამოკიდებულია უცნობ პარამეტრებზე.

დამტკიცებულია, რომ სტატისტიკა (2)-ს აქვს χ^2 განაწილება $m-p$ თავისუფლების ხარისხით.

MATHEMATICS

A. G. OSIDZE

ON ONE STATISTICS TO VERIFY THE COMPLEX HYPOTHESIS
 OF THE SPECTRAL DENSITY OF A GAUSSIAN STATIONARY
 RANDOM PROCESS

Summary

The statistics (2) is proposed for the verification of the hypothesis of the spectral density of a Gaussian stationary random process when the density depends on unknown parameters.

It is proved that statistics (2) has χ^2 -distribution with the $m-p$ degree of freedom.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Ибрагимов. Теория вероятностей и ее применения, VIII, № 4, 1963.
2. М. Дж. Кендалл, А. Стюарт. Статистические выводы и связи. М., 1973.
3. А. Г. Осидзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
4. P. Whittle. Ark. Mat., 2, 1953.
5. К. О. Джапаридзе. Теория вероятностей и ее применения, 8, № 3, 1970.
6. А. Г. Осидзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974.
7. К. О. Джапаридзе. Теория вероятностей и ее применения, XIX, № 2, 1974.

С. В. ИАСАШВИЛИ, К. З. ШУБИТИДЗЕ, Н. Г. ШУМОВ

СПЕКТР КОГЕРЕНТНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЯДРА ПОТОКА ЖИДКОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 17.7.1974)

В последнее время появилось много работ, посвященных исследованию статистической динамики ядра потока жидкости центробежного насоса, основанных на исследовании методов идентификации [1]. Это вызвано в первую очередь тем, что центробежный насос широко используется в качестве звеньев систем регулирования в гидроприводах, гидроэлеваторах, гидрообъемных передачах, в частности в приводах горных машин, механизмов и для откачки шахтных вод. При этом известны устройства и механизмы, в которых несколько насосов работает параллельно или последовательно. Сложные гидродинамические связи вызывают нежелательные явления в гидравлических и механических цепях, связанных с возникновением вибрационных и гидравлических перегрузок; несогласованность динамических характеристик насосов (их передаточных функций) может служить источником, например, возникновения автоколебаний в системе или потери в определенных режимах устойчивости функционирования.

Исследование взаимовлияния динамических характеристик насоса по каждому из его каналов [2] позволяет выявить области частот, где это влияние наиболее возможно и наиболее сильно, и принять меры к уменьшению их нежелательных последствий.

Путь решения этого важного вопроса лежит на использовании методов статистической динамики, основанной на понятии спектра когерентности. Известно [3], что спектр когерентности двух временных параметров представляет собой коэффициент корреляции, определенный для каждого значения частоты. Он получается следующим образом.

Пусть на выходе насоса (рис. 1) нас интересует давление $P_2(t)$, образуемое как

$$P_2(t) = \int_0^{\infty} W_{p_2 p_1}(\tau) P_1(t-\tau) d\tau + N(t), \quad (1)$$

где $N(t)$ — составляющая давления за счет перегрузок насоса, связанная с его вибрационными перегрузками, возникающими на линии действия привода:

$$N(t) = \int_0^{\infty} W_{p_2 N}(\tau) N(t - \tau) d\tau. \quad (2)$$

Здесь обозначения аналогичны [2] и $P_1(t)$ является входным процессом по линии действия гидродинамических параметров, а $P_2(t)$ — соответствующим выходом, сложенным с независимостью относитель-

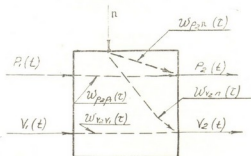


Рис. 1

но $P_1(t)$ шумом $N(t)$. Так как для насоса, рассматриваемого в виде линейного звена, справедливо выражение (2)

$$W_{p_2 p_1}(j\omega) = \frac{S_{p_2 p_1}(j\omega)}{S_{p_1}(\omega)}, \quad (3)$$

то $W_{p_2 p_1}(j\omega)$ представляет собой амплитудно-фазово-частотную характеристику, а в области действительной частоты можно записать амплитудно-частотную характеристику частотности $G(\omega)$. Для одного из высокооборотных насосов амплитудно-фазово-частотная характеристика, найденная методами идентификации, описывается в [4] и имеет вид

$$W_{p_2 p_1}(P) \approx \frac{K(\tau_1^2 p^2 + 2\xi_1 \tau_1 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_2^2 p^2 + 2\xi_2 \tau_2 p + 1)}, \quad p = j\omega. \quad (4)$$

Отсюда, выделив действительную часть, несложно найти амплитудно-частотную характеристику.

Запишем выражение (3) в виде

$$W_{p_2 p_1}(j\omega) = W(\omega) e^{j\psi(\omega)} = \frac{\Omega_{21}(\omega) - j\phi_{21}(\omega)}{S_{p_1}(\omega)}. \quad (5)$$

Найдем, что амплитудно-частотная характеристика (усиление давления на выходе относительно давления на входе — коэффициент усиления) есть

$$W(\omega) = \frac{\sqrt{\Omega_{21}^2(\omega) + \phi_{21}^2(\omega)}}{S_{p_1}(\omega)} = \frac{\alpha_{21}(\omega)}{S_{p_1}(\omega)}. \quad (6)$$

Функция $\alpha_{21}(\omega)$ может рассматриваться как «взаимная» амплитуда, т. е. как мера ковариации между значениями давления на выходе $P_2(t)$ и входе $P_1(t)$ на частоте ω , а $S_{p_1}(\omega)$ — по-прежнему спектр входа. Он может характеризовать меру дисперсии входного парамет-



ра на той же частоте. Таким образом $W(\omega)$ здесь играет роль коэффициента регрессии на каждой фиксированной частоте.

Если теперь вернуться к выражению (1), в котором фигурирует составляющая от вибрационных помех, то в соответствии с работой [1] можно записать

$$K_{p_2}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} W_{p_2 p_1}(u) W_{p_2 p_1}(u') K_{p_1}(\tau + u - u') du du' + K_N(\tau), \quad (7)$$

где $K_{p_2}(\tau)$, $K_{p_1}(\tau)$ и $K_N(\tau)$ — соответствующие корреляционные функции. Взяв преобразование Фурье от этого равенства, получим выражение в области мнимых частот:

$$S_{p_2}(\omega) = G^2(j\omega) S_{p_1}(\omega) + S_N(\omega). \quad (8)$$

Здесь $S_N(\omega)$ — спектр шумовой составляющей давления на выходе насоса. Из выражения (8), подставляя (6), легко получаем

$$S_N(\omega) = S_{p_2}(\omega) - \frac{\alpha_{21}^2(\omega)}{S_{p_1}(\omega)} \quad (9)$$

или

$$S_N(\omega) = S_{p_2}(\omega) [1 - \chi_{21}^2(\omega)], \quad (10)$$

где

$$\chi_{21}^2(\omega) = \frac{\alpha_{21}^2(\omega)}{S_{p_2}(\omega) \cdot S_{p_1}(\omega)}. \quad (11)$$

Функция частоты $\chi_{21}^2(\omega)$ — квадрат спектра когерентности между давлением на выходе и входе насоса. Он играет роль коэффициента корреляции, определенного для каждого значения частоты.

Равенство (10) показывает, что при совпадении спектра шума $S_M(\omega)$ с выходным спектром $S_{p_2}(\omega)$ коэффициент когерентности равен нулю, т. е. выход состоит из одного спектра шума. И наоборот, если $S_N(\omega) = 0$, то $\chi_{21}^2(\omega) = 1$, а выходной спектр просто равен входному, умноженному на квадрат коэффициента усиления давления. Исключая $S_{p_2}(\omega)$ из (8) и (11), получаем

$$\chi_{21}^2(\omega) = \frac{1}{1 + S_M(\omega)/G^2(\omega) \cdot S_{p_1}(\omega)}.$$

Из этого выражения следует важный для теории насосных систем вывод: квадрат коэффициента когерентности (спектра когерентности) мал, когда мало отношение выходного параметра насоса к шуму $\frac{G^2(\omega) \cdot S_{p_1}(\omega)}{S_N(\omega)}$, и близок к единице, когда это отношение велико.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 19.7.1974)

ს. იასაშვილი, ძ. შუბითიძე, ნ. შუმოვი

ცენტრიდანული ტუმბოს სითხის ნაკადის ბირთვის
 მექანიკური და ჰიდროდინამიკური პარამეტრების
 კოჰერენტულობის სპექტრი

რეზიუმე

მოყვანილია კოჰერენტულობის სპექტრის კვლევის შედეგები ცენტრი-
 დანული ტუმბოს ვიბრაციულ დატვირთვებსა და შესვლის და გამოსვლის კვე-
 თებში, ნაკადის ჰიდროდინამიკურ პარამეტრებს შორის.

MECHANICS

S. V. IASASHVILI, K. Z. SHUBITIDZE, N. G. SHUMOV

INVESTIGATION OF THE COHERENCE SPECTRUM OF MECHANICAL
 AND HYDRODYNAMIC PARAMETERS OF THE CORE OF THE
 CENTRIFUGAL PUMP FLUID FLOW

Summary

The results of an experimental investigation of the coherence spectrum
 between the vibration overload and hydrodynamic parameters of the core of
 the fluid flow at the intaking and forcing sides of the pump are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. А. Гельфандбейн. Методы кибернетической диагностики динамических систем, Рига, 1967.
2. Я. А. Гельфандбейн, Н. Г. Шумов. Изв. вузов, «Машиностроение», 8, 1972.
3. Г. Дженкинс, Д. Ваттс. Спектральный анализ и его приложения. М., 1972.
4. Я. А. Гельфандбейн, Н. Г. Шумов. Изв. вузов, «Машиностроение», 9, 1972.

М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

ТЕОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОРКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ НА УСТАНОВКАХ ОВАЛЬНОГО ТИПА

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 1.8.1974)

В последнее время в металлургической промышленности появились установки непрерывной разливки стали, так называемые установки овального типа, в которых заготовка сначала движется по окружности, а по мере прохождения через зону вторичного охлаждения — вдоль кривой, радиус кривизны которой постепенно увеличивается [1—3].

Следуя [4], исследуем механизм образования корки в этом случае.

Основные предположения относительно размеров заготовки, характера напряженного состояния элемента корки и закона распределения температуры по ее толщине остаются прежними [4].

Следовательно, разрешающая система уравнений задачи имеет вид

$$\frac{\partial T_1}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial s} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial T_2}{\partial s} + \left[\frac{N_2}{R} \right] + q_t = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial s} - \frac{T_2}{R} + q_n = 0, \quad \frac{\partial M_2}{\partial s} - N_2 = 0, \quad (2)$$

$$T_1 + T_2 = \frac{1}{2} \sigma_{s0} h, \quad M_2 = \frac{\sigma_{s0} h^2}{6}, \quad (3)$$

где первые четыре уравнения выражают условия статки, а последующие — критерий прочности Надаи, записанный посредством результирующих величин для материала, предел текучести которого на сжатие во много раз превосходит предел текучести на растяжение.

В соотношениях (1)—(3) мы сохраняем обозначения предыдущей статьи [4] с учетом того обстоятельства, что s является дуговой координатой, а $R=R(s)$ — радиусом кривизны.

Анализируя (в качестве примеров) размеры слябов и соответствующих установок, построенных немецкой фирмой «Маннесман» в Хукингене и Дуйсбурге за последние десять лет [3], мы вправе пренебречь членом в квадратных скобках во втором уравнении (1), имея в виду пологое очертание некруговой части установки и незначительную толщину корки в пределах кристаллизатора.

Тогда на основании уравнений (1) и первого из условий прочности (3), получим

$$\frac{1}{2} \sigma_{s0} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 T_2}{\partial s^2} - \frac{\partial q_t}{\partial s} = 0,$$

или, пренебрегая, как и в [4], в первом приближении влиянием члена $\left(\frac{1}{2} \sigma_{s0} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right)$, в силу плавного характера изменения h по направлению x ,

$$\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2}{\partial s^2} = - \frac{\partial q_t}{\partial s}.$$

Если правая часть этого уравнения представлена в виде ряда $\sum_1^m f_m(s) \sin \frac{m \pi x}{D}$, где D — ширина заготовки, то решение его можно искать также в виде ряда

$$T_2 = \sum_1^m t_m(s) \sin \frac{m \pi x}{D},$$

который заведомо удовлетворяет граничным условиям при $x=0$ и $x=D$ (см. [4]).

Что касается функции $t_m(s)$, то она является решением следующего обыкновенного дифференциального уравнения:

$$\frac{d^2 t_m(s)}{ds^2} - \left(\frac{m\pi}{D}\right)^2 t_m(s) = f_m(s), \quad (4)$$

правая часть которого представляет собой кусочно-непрерывную функцию от s , которая с большой степенью точности может быть представлена кусочно-постоянной величиной. Скачкообразный характер изменения этой величины обусловлен наличием в установке нескольких зон, коэффициенты трения для которых имеют неодинаковые значения. Так, например, для радиальной установки Руставского металлургического завода можно отметить четыре характерных участка, включая и кристаллизатор, вдоль которых коэффициент трения меняется скачкообразно в пределах от 0,5 до 0,1 [2, 3]. На границах между этими участками $\frac{\partial T_2}{\partial s}$ и, следовательно, $\frac{dt_m}{ds}$ терпят разрыв первого рода, как об этом можно судить по второму уравнению (1). Скачки этих производных известны, коль скоро известны скачки тангенциальных составляющих нагрузок q_t .

Таким образом, необходимо построить непрерывное решение уравнения (4), удовлетворяющее следующим начальным условиям:

$$t_m(0) = 0 \text{ и } \left(\frac{dt_m(s)}{ds}\right)_{s=0} = -q_t \left(0, \frac{D}{2}\right).$$

Такое решение можно искать в виде обобщенного Ш. Е. Микеладзе ряда Маклорена [5], определяя значения производных в точке $s=0$ и их скачков в точках разрыва непосредственно из дифференциаль-



ного уравнения (4). Можно, конечно, следуя идеям [5], свести задачу к эквивалентному интегральному уравнению типа Вольтерра второго рода, для численного решения которого автором построены удобные рекуррентные соотношения [6].

Располагая T_2 , легко находим при помощи (2) изгибающий момент M_2 с учетом того обстоятельства, что

$$M_2 = \frac{\partial M_2}{\partial s} = 0 \quad \text{при } s=0.$$

Однако длина прямоугольной области, внутри которой построенные решения для T_2 и M_2 имеют смысл, остается пока неизвестной. Последнюю можно определить на основе второй из формул (3), принимая во внимание, что на границе области при $x = \frac{D}{2}$, т. е. на границе жидкой фазы, толщина корки h должна равняться половине толщины заготовки [4]. Кстати сказать, сама толщина h является также кусочно-непрерывной функцией s , поскольку таковой является предел текучести на поверхности полосы σ_{s0} в результате неравномерного охлаждения последней. В качестве примера можно сослаться на радиальную установку фирмы «Диллингер Хюттенверке» (ФРГ), зона вторичного охлаждения которой разделена на пять участков с разной интенсивностью охлаждения. В первой зоне широкие грани охлаждаются 329-струйными форсунками, во второй — 340, в третьей — 250, в четвертой и пятой — 170-струйными [3].

Таким образом, изложенная теория позволяет проследить механизм образования корки при непрерывной разливке стали на установках овального типа с учетом скачкообразного характера изменения некоторых геометрических и физических факторов.

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

(Поступило 3.10.1974)

შემაჯავთ

ა. შიქელაძე

ქერქის წარმოქმნის თეორია ოვალური ტიპის დანადგარებზე
ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია გაციების შედეგად ქერქის წარმოქმნის თეორია ოვალური ტიპის დანადგარებზე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს ზოგიერთი გეომეტრიული და ფიზიკური ფაქტორის წყვეტის შესაძლებლობის გათვალისწინებით.

M. Sh. MIKELADZE

THEORY OF CRUSTIFICATION IN CONTINUOUS
STEEL-CASTING ON OVAL INSTALLATIONS

Summary

The mechanism of crustification caused by cooling in continuous steel-casting on oval installations has been investigated, taking into account the discontinuous character of some geometrical and physical factors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Я. Бровман, Е. В. Сурин, В. Г. Грузин и др. Энергосиловые параметры установок непрерывной разливки стали. М., 1969.
2. М. Я. Бровман, А. А. Целиков. Сталь, № 8, 1967.
3. В. Т. Сладкоштьев, Р. В. Потанин и др. Сб. «Непрерывная разливка стали в УССР и за рубежом». Киев, 1968.
4. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
5. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
6. М. Ш. Микеладзе. ПММ, XVII, 3, 1953.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. П. БИЦАДZE

СМЕШАННАЯ ЗАДАЧА СТАТИКИ ТЕРМОУПРУГОГО
 ТРАНСВЕРСАЛЬНОГО ИЗОТРОПНОГО СЛОЯ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 16.9.1974)

Пусть D —область, ограниченная двумя параллельными плоскостями

$$x_3=0, \quad x_3=h \quad (h > 0).$$

Основные уравнения однородной трансверсально изотропной термоупругой среды в компонентах смещения при отсутствии объемных сил имеют вид [1, 2]

$$\begin{aligned} c_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + c_{66} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + c_{44} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_3^2} + (c_{11} - c_{66}) \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1 \partial x_2} + (c_{13} + c_{44}) \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1 \partial x_3} &= \beta \frac{\partial u_4}{\partial x_1}, \\ (c_{11} - c_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_2} + c_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1^2} + c_{11} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + c_{44} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_3^2} + (c_{13} + c_{44}) \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_2 \partial x_3} &= \beta \frac{\partial u_4}{\partial x_2}, \\ (c_{13} + c_{44}) \frac{\partial}{\partial x_3} \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + c_{44} \left(\frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_2^2} \right) + c_{33} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_3^2} &= \beta' \frac{\partial u_4}{\partial x_3}, \\ \frac{\partial^2 u_4}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_4}{\partial x_2^2} + a_4 \frac{\partial^2 u_4}{\partial x_3^2} &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

$$a_4 = k' \cdot k^{-1},$$

где u_1, u_2, u_3 —компоненты вектора смещения, u_4 —температура тела, $c_{11}, c_{13}, c_{44}, c_{33}, c_{66}$ —упругие постоянные, β и β' —коэффициенты теплового линейного расширения:

$$\beta = \alpha' c_{13} + 2\alpha(c_{11} - c_{66}),$$

$$\beta' = \alpha' c_{33} + 2\alpha c_{13},$$

α и α' —коэффициенты температурного расширения, k, k' —главные коэффициенты теплопроводности.

Рассматривается следующая задача: найти в области D регулярное решение $u(u_1, u_2, u_3)$ и u_4 уравнений (1), когда на граничных плоскостях $x_3=0$ и $x_3=h$ заданы следующие условия:

$$\tau_{13}^+ = f_1, \quad \tau_{23}^+ = f_2, \quad u_3^+ = f_3, \quad u_4^+ = f_4, \quad x_3=0,$$

$$u_1^+ = F_1, \quad u_2^+ = F_2, \quad \tau_{33}^+ = F_3, \quad a_4 \left(\frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right)^+ = F_4, \quad x_3=h.$$

Здесь $\tau_{13}, \tau_{23}, \tau_{33}$ компоненты вектора термонапряжения:

$$\tau_{13} = c_{44} \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_1} \right), \quad \tau_{23} = c_{44} \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_2} \right),$$

$$\tau_{33} = c_{13} \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + c_{33} \frac{\partial u_3}{\partial x_3} - \beta' u_4.$$

Пусть

$$f_k(p_1, p_2) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \widehat{f}_k(y_1, y_2) \exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j y_j \right) dy_1 dy_2,$$

$$F_k(p_1, p_2) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \widehat{F}_k(y_1, y_2) \exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j y_j \right) dy_1 dy_2,$$

$k = 1, 2, 3, 4.$

Легко получается

$$u_4(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \left[\widehat{f}_4(p_1, p_2) \operatorname{ch} \rho \frac{h-x_3}{V a_4} + \frac{1}{V a_4} \frac{\widehat{F}_4(p_1, p_2)}{\rho} \operatorname{sh} \frac{x_3 \rho}{V a_4} \right] \times$$

$$\exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right)$$

$$\times \frac{dp_1 dp_2}{\rho}, \quad x \in D, \quad \rho^2 = p_1^2 + p_2^2.$$

Таким образом, правая часть системы уравнений (1) известна и путем построения одного частного решения мы можем привести поставленную задачу термоупругости к задаче теории упругости трансверсально изотропного тела для однородной системы. Это частное решение имеет вид

$$V_j(x) = A_4 \frac{\partial \Phi}{\partial x_j} + \sum_{k=2}^3 b_k \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j}, \quad j = 1, 2$$

$$V_3(x) = B_4 \frac{\partial \Phi}{\partial x_3} + b_2 b_3 \sum_{k=2}^3 b_k^{-1} \frac{\partial \psi_k}{\partial x_3},$$

$$\Phi(x) = -\frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \left[\widehat{f}_4 \operatorname{ch} \rho \frac{h-x_3}{V a_4} + \frac{1}{V a_4} \frac{\widehat{F}_4}{\rho} \operatorname{sh} \rho \frac{x_3}{V a_4} \right] \times$$

$$\exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right)$$

$$\times \frac{dp_1 dp_2}{\rho^2 \operatorname{ch} \rho \frac{h}{V a_4}}$$



$$\psi_k(x) = \frac{(-1)^k}{2\pi \sqrt{a_4} (b_2 - b_3)} \left(b_k A_4 - \frac{b_2 b_3}{b_k} B_4 \right) \iint_{-\infty}^{\infty} \left\{ \left[\sqrt{a_4} \operatorname{ch} \rho \frac{x_3}{\sqrt{a_k}} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sqrt{a_k} \operatorname{sh} \rho \frac{h}{\sqrt{a_4}} \operatorname{sh} \rho \frac{h-x_3}{\sqrt{a_k}} \right] \widehat{f}_4(p_1, p_2) + \frac{1}{\rho} \left[\operatorname{sh} \rho \frac{h}{\sqrt{a_4}} \operatorname{ch} \rho \frac{x_3}{\sqrt{a_k}} - \right. \right. \\ \left. \left. - \sqrt{\frac{a_k}{a_4}} \operatorname{ch} \rho \frac{h}{\sqrt{a_4}} \operatorname{sh} \rho \frac{h-x_3}{\sqrt{a_k}} \right] \widehat{F}_4(p_1, p_2) \right\} \frac{\exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right) dp_1 dp_2}{\rho^2 \operatorname{ch} \rho \frac{h}{\sqrt{a_4}} \operatorname{ch} \rho \frac{h}{\sqrt{a_k}}},$$

где

$$A_4 = a_4 \frac{\beta (c_{33} - c_{44} a_4) - \beta' (c_{13} + c_{44})}{c_{11} c_{44} (a_4 - a_2) (a_4 - a_3)}, \quad B_4 = a_4 \frac{\beta a_4 (c_{13} + c_{44}) + \beta' (c_{44} - c_{11} a_4)}{c_{11} c_{44} (a_4 - a_2) (a_4 - a_3)}, \\ b_k = \frac{c_{13} + c_{44}}{c_{11} a_k + c_{13}}, \quad k=2, 3, \quad a_2 \neq a_4, \quad a_3 \neq a_4,$$

a_2, a_3 — корни квадратного уравнения

$$c_{11} c_{44} a^2 + [(c_{13} + c_{44})^2 - c_{11} c_{33} - c_{14}^2] a + c_{33} c_{44} = 0.$$

Для существования V_3 предполагается, что $\widehat{F}_4(0, 0) = 0$. Таким образом, решение системы (1) представляется в виде

$$u(x) = V(x) + W(x),$$

где W — общее решение однородных уравнений теории упругости, удовлетворяющее граничным условиям

$$\tau_{13}^+ = f_1, \quad \tau_{23}^+ = f_2, \quad W_3^+ = f_3, \quad x_3 = 0, \\ W_1^+ = F_1, \quad W_2^+ = F_2, \quad \tau_{33}^+ = F_3, \quad x_3 = h.$$

Решение $W(x)$ имеет вид

$$W_1(x) = -\frac{\partial \psi_1}{\partial x_2} + \sum_{k=2}^3 b_k \frac{\partial \psi_k}{\partial x_1}, \\ W_2(x) = \frac{\partial \psi_1}{\partial x_1} + \sum_{k=2}^3 b_k \frac{\partial \psi_k}{\partial x_2}, \\ W_3(x) = b_2 b_3 \sum_{k=2}^3 b_k^{-1} \frac{\partial \psi_k}{\partial x_3},$$

где

$$\psi_1(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{\sqrt{a_1}}{c_{44}} \frac{i p_2 \widehat{f}_1 - i p_1 \widehat{f}_2}{\rho^2} \operatorname{sh} \rho \frac{h-x_3}{\sqrt{a_1}} + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{ip_1 \widehat{F}_2 - ip_3 \widehat{F}_1}{\rho} \operatorname{ch} \frac{\rho x_3}{\sqrt{a_1}} \left] \frac{\exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right)}{\rho \operatorname{ch} \frac{h \rho}{\sqrt{a_1}}} dp_1 dp_2, \\
 \psi_k(x) = & \frac{(-1)^k}{2\pi(b_2 - b_3)} \iint_{-\infty}^{\infty} \left\{ \left[\frac{ip_1 \widehat{F}_1 + ip_2 \widehat{F}_2}{\rho} - \frac{b_2 b_3}{c_{44} b_k} \frac{\widehat{F}_3}{\rho} \right] \operatorname{ch} \frac{x_3 \rho}{\sqrt{a_k}} - \right. \\
 & \left. - \sqrt{a_k} \left[\frac{b_k}{c_{44}} \frac{ip_1 \widehat{f}_1 + ip_2 \widehat{f}_2}{\rho^2} - \widehat{f}_3 \right] \operatorname{sh} \rho \frac{h - x_3}{\sqrt{a_k}} \right\} \frac{\exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right)}{\rho \operatorname{ch} \frac{\rho h}{\sqrt{a_k}}} dp_1 dp_2, \\
 & x \in D, \quad k=2, 3, \quad a_1 = c_{44} c_{66}^{-1}.
 \end{aligned}$$

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 19.9.1974)

დრეკადონის თეორია

ლ. ბიწაძე

თერმოდრეკადი ტრანსვერსალური იზოტროპული
 ფენის სტატიკის შერეული ამოცანა

რეზიუმე

განხილულია ტრანსვერსალური იზოტროპული თერმოდრეკადი ტრანს-
 ვის შერეული სასაზღვრო ამოცანა უსასრულო ფენაში. ამოხსნა მოცემუ-
 ლა კვადრატურებში სასაზღვრო მონაცემების ფურიეს გარდაქმნების მი-
 მართ.

THEORY OF ELASTICITY

L. P. BITSADZE

A MIXED BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE STATICS OF A
 THERMOELASTIC TRANSVERSELY ISOTROPIC LAYER

Summary

The solution of a mixed boundary value problem for a thermoelastic
 transversely isotropic layer is given in quadratures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Новацкий. Вопросы термоупругости. М., 1962.
2. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиა, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурзу-
 ладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости. Тбилиси, 1968.

Г. М. БЕГАЛИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 5.10.1974)

Дано, что закон управления объектом описывается системой уравнений (в векторной записи [1])

$$\dot{x} = f(x, u), \quad u \in U, \quad (1)$$

где $x \in R^n$, $f \in E^n$, u — управляющий параметр принимающий свои значения из заданного хаусдорфова пространства U , к которому приводится [2] переменная область управления $Q(x)$ работы [1]. Заданы также точки $x_0, x_1 \in R^n$. За класс допустимых управлений примем слабоизмеримые управления D_{cl} (см [3]), для которых существует траектория $x(t)$, $0 \leq t \leq t_1$, (т. е. абсолютно непрерывное решение уравнения (1) при $u = u(t)$ и $x(0) = x_0$). Предположим, что U имеет счетную базу.

Для существования оптимального по быстродействию управления $u(t)$, $0 \leq t \leq t_1$, переводящего объект из состояния x_0 в x_1 , в [1] были сформулированы следующие условия:

А. Вектор-функция $f(x, u)$ непрерывна и непрерывно дифференцируема по координатам вектора $x \in R^n$.

В. Существует управление, переводящее объект из состояния x_0 в x_1 .

С. Множество $V(x) = \{f(x, u); u \in U\}$ выпукло и компактно.

Д. Множество $V(x)$ полунепрерывно сверху (по x) относительно включения.

Е. Существует постоянная C , такая, что для всех $x, u \in U$ выполняется неравенство $\langle x; f(x, u) \rangle \leq C(\langle x; x \rangle + 1)$, где $\langle a; b \rangle$ — скалярное произведение векторов одинаковой размерности.

Для каждого вышеприведенного условия, кроме Д, на примерах было показано, что оно существенно, т. е. невыполнение хотя бы одного из них в общем случае влечет несуществование оптимального управления. Приведем пример, показывающий, что существенно и условие Д.

Пример 1. $\dot{x}^1 = u^1$, $\dot{x}^2 = k(x^1)u^2$, где $(u^1)^2 + (u^2)^2 \leq 1$, а функция $k(x^1)$ определяется так: при $x^1 < 0$ дано $k(x^1) = 2$, а при $x^1 \geq 0$ имеем $k(x^1) = 1$. Нетрудно проверить, что на данном примере условия В, С, Е выполняются. Покажем сейчас, что данную систему можно свес-



ти к такой эквивалентной ей системе (т. е. системе, у которой семейство траекторий совпадает с множеством траекторий исходной системы, см. [2]) с хаусдорфовой областью управления со счетной базой, что условие А для нее будет выполнено. Для этого заметим, что исходная система эквивалентна системе $\dot{x}^1 = u^1$, $\dot{x}^2 = vu^2$, где u^1 , u^2 — те же управления, а управление v принимает свои значения из переменной области: $0 \leq v \leq k(x^1)$. Последняя область управления удовлетворяет достаточному условию слабодифференцируемости связей (см. [4]), причем можно обойтись счетным числом подмножеств работы [2]. Таким образом, управление v может быть заменено непрерывнодифференцируемой по x^1 функцией $\Lambda(x^1, \omega)$, где квазиуправление ω принимает свои значения из W — хаусдорфова пространства со счетным базисом. Следовательно, приходим к системе, эквивалентной первоначальной $\dot{x}^1 = u^1$, $\dot{x}^2 = \Lambda(x^1, \omega) u^2$, для которой условие А выполняется. Для последней эквивалентной системы выполняются также условия В, С, Е, не выполняется только условие Д. Покажем, что для исходной системы, значит и для эквивалентной ей системы, не существует оптимальное управление, если $x_0 = (0, -1)$, $x_1 = (0, 1)$. Пусть $\varepsilon > 0$ и на $0 \leq t \leq \varepsilon$ управление $u^1(t) = -1$, $u^2(t) = 0$, при $\varepsilon < t < 1 + \varepsilon$ имеем $u^1(t) = 0$, $u^2(t) = 1$, а при $1 + \varepsilon \leq t \leq 1 + 2\varepsilon$ имеем $u^1(t) = 1$, $u^2(t) = 0$. Время перехода $t_1(\varepsilon) = 1 + 2\varepsilon \rightarrow 1$ при $\varepsilon \rightarrow 0$, однако предельная траектория не содержится в семействе траекторий исходной системы.

Рассмотрим теперь вопрос существования оптимального управления при ограничениях на фазовые координаты. Задано некоторое множество $G \subset R^n$, и допустимыми считаются такие траектории $x(t)$, $0 \leq t \leq t_1$, которые удовлетворяют условию $x(t) \in G$ при всех $t \in [0, t_1]$. Сформулируем следующее условие:

F. Множество G замкнуто и ограничено.

Теорема 1. При выполнении условий А—Д, *F* существует оптимальное (по быстродействию) управление, переводящее объект (1) из состояния $x_0 \in G$ в $x_1 \in G$.

Доказательство проходит по той же схеме, которая дана в [1], с тем изменением, что весьма стеснительное условие Е, которое не выполняется на очень простых нелинейных примерах и гарантирует равномерную ограниченность минимизирующей время перехода последовательности траекторий, теперь заменяется на условие *F*, где ограниченность G гарантирует равномерную ограниченность всех траекторий.

Условие замкнутости множества G тоже существенно — нетрудно привести пример, показывающий, что если у G не хватает хотя бы одной точки до замкнутости, то могут существовать такие краевые состояния x_0 , x_1 , что оптимальное управление не существует. Формально мы можем не рассматривать ограничения на фазовые координаты, а считать лишь, что в (1) разрывна правая часть, и это повлечет за собой то, что траектория не сможет покинуть G . В самом деле, обозначим дополнение множества G через M , так что $G \cup M = R^n$, и будем

считать, что при $x \in M$ имеет место равенство $f(x, u) = 0$ для все $u \in U$. Таким образом, множество M совпадает с мертвым пространством [5] и фазовое состояние, принадлежащее M , недопустимо, ибо поскольку фазовая скорость там нулевая, постольку объект уже не может выйти оттуда и не может попасть в точку $x_1 \in G$. Из существенности замкнутости G ясно, что в общем случае множество M должно быть открытым, в противном случае оптимальное управление может не существовать. Это соображение привело в [5] к неверному выводу, что если $G = R^n$ и если выполняются условия А—Г, то оптимальное управление может не существовать, если в G имеются точки мертвого пространства, ибо из условия А вытекает, что мертвое пространство замкнуто. Теорема А. Ф. Филиппова [1], вопреки утверждению в [5], верна; более того, если множества G и M данной работы расположены так, что вектор-функцию $f(x, u)$ из G можно непрерывно дифференцируемо по x продолжить в M в нулевую (тождественно) вектор-функцию, то G может быть множеством произвольной структуры (незамкнутым), и остальные условия будут гарантировать существование оптимальной траектории.

Пример 1 показывает, что для получения принципа максимума с абсолютно непрерывной $\psi(t)$ при любом расположении траектории (например, относительно многообразия недифференцируемости правых частей системы (1)) от функций $A'_i, B'_i, D'_i, \varphi_v$ [2, 4] следует потребовать равномерную (относительно $\mu \in C, v \in N$) ограниченность их частных производных (по координатам всех аргументов) на любом компакте изменения их аргументов и это условие в общем случае нельзя ослабить. В [4] все примеры удовлетворяют указанному условию.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 10.10.1974)

კიბერნეტიკა

ბ. ბაბალოშვილი

რამდენიმე შენიშვნა ოპტიმალური მართვის არსებობის
 საკმარისი პირობების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ როდესაც მართვის არე წარმოადგენს ნებისმიერ ჰაუსდორფის ტიპის სიმრავლეს თელადი ბაზისით, შესაძლებელია $A-C, E$ პირობების შესრულება, მაშინ როდესაც D პირობა არ სრულდება და ამ შემთხვევაში ნაჩვენებია, რომ D პირობის შესუსტება საზოგადოდ არ შეიძლება. ნაჩვენებია, რომ ფრიად არასასურველი E პირობა შეიძლება შეიცვალოს მოძრაობის დასაშვები არეს შემოსაზღვრულობით ფაზური კოორდინატების შეზღუდვის დროს. ნაჩვენებია, აგრეთვე [5]-ში დაშვებული შეცდომის მიზეზი.

G. M. BEGALISHVILI

SOME REMARKS ON THE SUFFICIENT CONDITIONS FOR THE
EXISTENCE OF OPTIMAL CONTROL

Summary

When the control region is an arbitrary Hausdorff set with a countable base, the realization of $A-C$, E conditions is possible, whereas the D condition is not realized, and in this case it is impossible to relax the D condition. The extremely undesirable E condition may be replaced by the condition of region boundedness permissible for motion under limitation on phase coordinates. The cause of the error occurring in [5] is also indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Филиппов. Вестник Московского ун-та, сер. мат., мех., № 2, т. 25, 1959.
2. Г. М. Бегалишвили. Труды Тбилисского гос. ун-та, т. 135, 1970.
3. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
4. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 66, № 3, 1972.
5. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 3, 1974.

Б. И. ЦЕРЦВАДЗЕ

ОДИН РЕКУРРЕНТНЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ НЕПОЛНЫХ СБАЛАНСИРОВАННЫХ БЛОК-СХЕМ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 10.9.1974)

Известно, что неполные сбалансированные блок-схемы используются в планировании экспериментов [1], в теории кодирования, для построения проверочной матрицы линейного кода с ортогональными проверками [2].

Известные методы построения блок-схем делятся в основном на два типа: прямые и рекурсивные. В данной статье будет рассмотрен один рекуррентный метод построения блок-схем.

Уравновешенные неполные блок-схемы характеризуются пятью параметрами [3]: V, K, r, λ, b (V — число элементов, K — число мест, r — число появлений каждого элемента, λ — число появлений пар элементов, b — количество блоков).

Если существуют блок-схемы с параметрами

$$V_1, K_1, r_1, \lambda_1 = 1, b_1, \quad (1)$$

$$V_2 = K_1^2, K_2 = K_1, r_2 = K_1 + 1, \lambda_2 = 1, b_2 = K_1(K_1 + 1), \quad (2)$$

то существует блок-схема

$$V_3 = V_1 K_1, K_3 = K_1, r_3 = r_1 K_1 + 1, \lambda_3 = 1, b_3 = V_1(r_1 K_1 + 1). \quad (3)$$

Для доказательства рассмотрим множество, состоящее из V_3 элементов. Разделим эти элементы на K_1 непересекающихся подмножеств, получим V_1 подмножеств. Рассматривая эти подмножества как элементы для схемы (1), построим блоки, состоящие из K_1^2 элементов, количество блоков будет b_1 . Эта схема послужит базой, с помощью которой построим схему (3).

Так как $\lambda = 1$, то любая пара блоков из базы будет иметь в пересечении один элемент-подмножество или не будет иметь ни одного элемента-подмножества в пересечении. Нетрудно видеть, что в базе встречаются все пары элементов один раз, за исключением пар в непересекающихся подмножествах. Исключенные пары встретятся r_1 раз. Будем считать элементы каждого блока из базы элементами схемы (2), с помощью которой построим новые блоки. Всего получим $b_1 b_2$ блоков, в которых каждый элемент встречается $r_1 r_2$ раз. Пары элементов, за исключением непересекающихся подмножеств из базы, встретятся один раз. В $b_1 b_2$ блоках имеется $b_1 r_1$ одинаковых блоков, которые являлись непересекающимися элементами-подмножествами в



базе. Это всегда возможно, так как учитывается при построении блоков с помощью схемы (2). Исключая одинаковые блоки, кроме одного, получаем $b_3 = b_1 b_2 - v_1(r_1 - 1) = v_1(r_1 k_1 + 1)$ блоков, в которых каждая пара элементов встречается $\lambda = 1$ раз, каждый элемент $r_3 = r_1 r_2 - r_1 + 1 = r_1(r_2 - 1) + 1 = r_1 k_1 + 1$ раз. Это параметры схемы (3), что и требовалось доказать.

Для иллюстрации этого метода рассмотрим пример:

$$v_1 = b_1 = 7, \quad k_1 = r_1 = 3, \quad \lambda_1 = 1, \quad (1)$$

$$v_2 = 9, \quad k_2 = 3, \quad r_2 = 4, \quad \lambda_2 = 1, \quad b_2 = 12. \quad (2)$$

Эти схемы существуют. Построим схему с параметрами

$$v_3 = 21, \quad k_3 = 3, \quad r_3 = 10, \quad \lambda_3 = 1, \quad b_3 = 70. \quad (3)$$

Дано множество из 21 элемента. Разделим эти элементы на 7 непересекающихся подмножеств. Построим базу с помощью схемы (1):

- 1) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
- 2) 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15,
- 3) 1, 2, 3, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
- 4) 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18,
- 5) 4, 5, 6, 13, 14, 15, 19, 20, 21,
- 6) 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18,
- 7) 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21.

Теперь блоки из базы будем считать элементами схемы (2), получим

- 1) 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 7, 8, 9,
- 2) 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 13, 14, 15, 10, 11, 12,
- 3) 7, 8, 9, 1, 10, 13, 19, 20, 21, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
- 4) 1, 4, 7, 2, 11, 14, 1, 16, 19, 4, 10, 16, 4, 13, 19, 7, 13, 16, 7, 10, 19,
- 5) 2, 5, 8, 3, 12, 15, 2, 17, 20, 5, 11, 17, 5, 14, 20, 8, 14, 17, 8, 11, 20,
- 6) 3, 6, 9, 1, 11, 15, 3, 18, 21, 6, 12, 18, 6, 15, 21, 9, 15, 18, 9, 12, 21,
- 7) 1, 5, 9, 3, 11, 13, 1, 17, 21, 4, 11, 18, 4, 14, 21, 7, 14, 18, 7, 11, 21,
- 8) 3, 5, 7, 2, 10, 15, 3, 17, 19, 6, 11, 16, 6, 14, 19, 9, 14, 16, 9, 11, 19,
- 9) 2, 4, 9, 13, 14, 15, 2, 16, 21, 4, 12, 17, 5, 13, 21, 8, 15, 16, 7, 12, 20,
- 10) 2, 6, 7, 2, 13, 12, 2, 18, 19, 5, 12, 16, 5, 15, 19, 8, 13, 18, 8, 10, 21,
- 11) 3, 4, 8, 1, 12, 14, 1, 18, 20, 5, 10, 18, 4, 15, 20, 7, 15, 17, 9, 10, 20,
- 12) 1, 6, 8, 3, 10, 14, 3, 16, 20, 6, 10, 17, 6, 13, 20, 9, 13, 17, 8, 12, 19.

После выбрасывания одинаковых блоков, кроме одного, получим схему (3).

ბ. ცერცვაძე

არასრული ბალანსირებული ბლოკ-სქემების აგების ერთი რეკურენტული მეთოდი

რეზიუმე

აღწერილია ბლოკ-სქემების აგების ერთი რეკურენტული მეთოდი. კერძოდ, თუ არსებობს ბლოკ-სქემები პარამეტრებით:

- (1) $v_1; k_1; r_1; \lambda_1=1; b_1$
- (2) $v_2=k_1^2; k_2=k_1; r_2=k_1+1; \lambda_2=1; b_2=k_1(k_1+1)$.

მაშინ ამ სქემებზე დაყრდნობით აიგება ახალი ბლოკ-სქემა

- (3) $v_3=v_1k_1; k_3=k_1; r_3=r_1k_1+1; \lambda_3=1; b_3=v_1(r_1k_1+1)$.

განხილულია მაგალითი.

CYBERNETICS

B. I. TSERTSVADZE

ONE RECURRENT METHOD OF CONSTRUCTING INCOMPLETE BALANCED BLOCK DIAGRAMS

Summary

A new recurrent method of constructing incomplete balanced block diagrams is described. If there exists a block diagram with the parameters

- (1) $v_1; k_1; r_1; \lambda_1=1; b_1$
- (2) $v_2=k_1^2; k_2=k_1; r_2=k_1+1; \lambda_2=1; b_2=k_1(k_1+1)$

then by means of these diagrams a new block diagram is constructed

- (3) $v_3=v_1k_1; k_3=k_1; r_3=r_1k_1+1; \lambda_3=1; b_3=v_1(r_1k_1+1)$.

An example is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

- 1. Д. Дюге. Теоретическая и прикладная статистика. М., 1972.
- 2. Р. П. Мегрелишвили, Т. Г. Николайшвили, Б. И. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
- 3. М. Холл. Комбинаторика. М., 1970.

Л. В. КИКНАДЗЕ, Ю. Г. МАМАЛАДЗЕ

КИНЕТИКА НАКОПЛЕНИЯ ВИХРЕЙ В КОЛЕБЛЮЩЕМСЯ ГЕЛИИ II

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 25.7.1974)

Задача о поведении квантованных вихрей в колеблющемся гелии II, которой посвящена эта работа, относится к числу проблем гидродинамики сверхтекучей жидкости, плохо поддающихся детальному теоретическому рассмотрению, несмотря на наличие большого экспериментального материала (см., например, обзоры [1, 2]). В отличие от хорошо изученного случая малых возмущений однородного вращения в интересующей нас ситуации, когда надкритические колебания совершает сосуд с жидким гелием или погруженное в него тело, периодически меняется интенсивность вихреобразования. Причем направления вращения в вихрях, образуемых в последовательных полупериодах, противоположны. Качественное описание основных особенностей сложного процесса образования и исчезновения таких вихрей оказалось возможным при помощи относительно простых уравнений:

$$\dot{n}_1 - \dot{n}_2 = k_1 \omega_n \sin \Omega t - k_2 (n_1 - n_2), \quad (1)$$

$$\dot{n}_2 = -k_2 n_2 - k_3 n_1 n_2. \quad (2)$$

Здесь n_1 — число вихрей, знак циркуляции которых соответствует направлению движения жидкости в рассматриваемом полупериоде ее колебаний («положительные» вихри); n_2 — число вихрей противоположного знака («отрицательных»); точки над n_1 и n_2 обозначают дифференцирование по t ; k_1 , k_2 , k_3 , ω_n — постоянные. Уравнения дают простейшее описание следующих фактов: интенсивность образования избытка положительных вихрей пропорциональна разности скорости нормальной компоненты (определяемой законом колебания $\omega_n \sin \Omega t$) и скорости сверхтекучей компоненты (определяемой числом вихрей); отрицательные вихри распадаются с интенсивностью, пропорциональной их количеству, аннигилируют с положительными вихрями с интенсивностью, пропорциональной произведению количеств вихрей с противоположно направленной циркуляцией. Уравнения не учитывают пространственного распределения концентраций вихрей и возможного наличия выделенных мест интенсивного вихреобразования, в связи с чем они дают некоторую усредненную картину. Что касается отсутствия вихреобразования при скорости меньше критической и задержки в вихреобразовании после достижения критической скорости [3], пренебре-

22. „მეცნიერება“, ტ. 77, № 2, 1975

жение этими факторами возможно при далеко закритических амплитудах и при периодах, превышающих 20 сек [3, 4]. В противных случаях первое из уравнений (1) действует не в течение всего полупериода, а только через определенный промежуток времени после того, как Ωt превисит некоторое значение; пока длится этот период задержки, вихри обоих типов исчезают в соответствии с уравнением (2).

Результаты решения системы (1), (2) показаны на рис. 1. Нетрудно видеть, что в зависимости от соотношения между коэффициентами уравнений и периодом колебаний могут представиться два предельных случая: 1) происходит накопление вихрей до некоторого предела, причем возможно характерное чередование больших и малых максимумов (кривая 1), 2) образование вихрей в каждом полуперио-

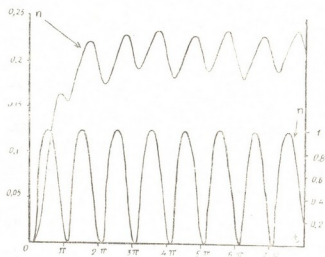


Рис. 1. Два типичных решения системы уравнений $\dot{n}_1 = p(\sin t - n_1) - qn_1n_2$, $\dot{n}_2 = -pn_2 - qn_1n_2$, полученных преобразованием системы (1), (2) к безразмерному виду. На оси абсцисс — безразмерное время (период колебаний 2π), на осях ординат — суммарное число вихрей $n = n_1 + n_2$ (в единицах $k_1\omega_n/k_2$), $p = k_2/\Omega$, $q = k_1k_3\omega_n/k_2\Omega$. Кривая 1 (левая ось ординат): $p = 0,1$, $q = 2$; кривая 2 (правая ось ординат): $p = 10$, $q = 10$. В обоих случаях образование вихрей определенного знака начинается через время 0,45 после начала соответствующего полупериода и прекращается за время 0,22 до его конца

де начинается практически заново (кривая 2). Первый из этих случаев реализуется в эксперименте Р. А. Баблидзе [5, 6], где период равен 8,64 сек (ср. рис. 12 в статье [5]). Второй был осуществлен в эксперименте Дж. С. Цакадзе [7] по измерению энергии вихря (при периоде 154 сек), причем предполагаемый характер вихреобразования

(¹ Для неподвижного сосуда, в котором имеется некоторое количество вихрей (одного знака), экспоненциальный распад вихрей, соответствующий уравнению вида $\dot{n} = -k_2n$, наблюдался многими экспериментаторами. Образованию вихрей в сосуде, вращающемся с постоянной скоростью ω , соответствует уравнение $\dot{n} = k_1\omega - k_2n$, решение которого $n = (k_1\omega/k_2)[1 - \exp(-k_2t)]$ качественно соответствует экспериментальным данным; количественное сравнение в последнем случае затруднительно (описание соответствующих экспериментов и ссылки на оригинальные работы см., например в [1, 2]).

составлял основу идеи использованного метода измерения⁽¹⁾ — предполагалось, что насыщение по числу вихрей отсутствует и каждый полупериод связан с одинаковыми энергетическими затратами на образование определенного числа вихрей.

После прекращения колебаний вихри обоих знаков исчезают в соответствии с уравнением (2). Изменение числа вихрей во времени



Рис. 2. Решение системы уравнений $\dot{n}_1 = -pn_1 - qn_1n_2$, $\dot{n}_2 = -pn_2 - qn_1n_2$, имеющее вид $n = n_1 + n_2 = a\varphi(t) \exp(-pt)$, где $a = n_{10} - n_{20}$; $\varphi = 1 + 2/(b \exp \psi - 1)$; $\psi = c[1 - \exp(-pt)]$; $b = n_{10}/n_{20}$; $c = aq/p$; n_{10} и n_{20} — начальные значения n_1 и n_2 . На оси ординат $l = \ln(n/a) + \ln[1 + 2/(b-1)]$. Рисунок построен для случая $b = 1.1$, $c = 5$, когда начальная часть графика, не являясь прямой, выглядит как прямая, что создает впечатление наложения двух экспонент, подобных найденным в эксперименте [5]

представляет собой наложение на экспоненциальный закон распада более сложной зависимости, связанной с аннигиляцией (см. рис. 2). Подобная картина наблюдалась в другом эксперименте Баблidge (см. рис. 13 в статье [5]).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 5.9.1974)

ფიზიკა

ლ. კიკნაძე, ი. მამალაძე

ბრიზლემის ლაბორატორიის კინეტიკა მირხემ ჰელიუმ II-ში

რეზიუმე

შემუშავებულია შედარებით მარტივი დიფერენციალური განტოლებები, რომლებიც თვისობრივად სწორად აღწერენ გრივლების გაჩენის, დაშლის და ანიჰილაციის რთულ პროცესებს.

⁽¹⁾ Настоящая работа была предпринята по предложению Э. Л. Андроникашвили именно с целью обоснования методики эксперимента [7].

L. V. KIKNADZE, Yu. G. MAMALADZE

KINETICS OF VORTEX PUMPING IN OSCILLATING HELIUM II

Summary

Relatively simple differential equations are suggested giving a qualitatively good description of complicated processes of vortex formation, decay and annihilation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. L. Andronikashvili, Yu. G. Mamaladze. *Rev. Mod. Phys.*, 38, 1966, 567.
2. E. L. Andronikashvili, Yu. G. Mamaladze. *Prog. in Low Temp. Phys.*, 5, 1967, 79.
3. Ю. Г. Мамаладзе. *Сообщения АН ГССР*, 22, № 6, 1959, 665.
4. J. G. Dash, R. D. Taylor. *Low Temp. Phys. Chemistry (Proc. of LT-5)*. The University of Wisconsin Press. Madison, 1958, 161.
5. Р. А. Баблидзе. *Сб. «Физика низких температур»*. Тбилиси, 1966, 61.
6. Р. А. Баблидзе. *ЖЭТФ*, 43, 1962, 2086.
7. Дж. С. Цакадзе. *ЖЭТФ*, 65, 1973, 617.



ФИЗИКА

Г. Т. АДАМШВИЛИ, ЧАН ХАНЬ МАЙ

ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНАЯ КРОСС-РЕЛАКСАЦИЯ ПРИ НАЛИЧИИ СПИНОВ ТРЕХ СОРТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 11.10.1974)

Вопросу электронно-ядерной кросс-релаксации посвящены работы [1—4]. При неоднородном уширении линии ЭПР в результате кросс-релаксации получена сильная поляризация ядерных спинов. При этом переменное поле рассматривалось как возмущение.

Картина кросс-релаксации меняется, когда переменное поле сильное. В частности, сильное переменное поле может индуцировать электронно-ядерную кросс-релаксацию и в том случае, когда она не имеет места в слабом переменном поле. Здесь ситуация аналогична той, которая имеет место при двойном резонансе, когда кросс-релаксация между двумя спин-системами осуществляется с помощью сильных переменных полей [5, 6].

Рассмотрим случай, когда имеем ядерный спин I и два сорта электронных спинов S_1 и S_2 с зеемановскими частотами, не удовлетворяющими электронно-ядерному кросс-релаксационному условию, т. е. $\omega_{10} \neq \omega_{20} + \omega_I + \Delta$, $|\Delta| \ll \omega_{10}, \omega_{20}, \omega_I$, где ω_{10}, ω_{20} и ω_I — зеемановские частоты электронных и ядерных спинов соответственно в постоянном магнитном поле.

Чтобы индуцировать кросс-релаксацию, необходимо с помощью сильного переменного поля во вращающейся системе координат (ВСК) удовлетворить следующему условию:

$$\omega_{1e} = \omega_{2e} + \omega_I + \Delta, \quad |\Delta| \ll \omega_{1e}, \omega_{2e}, \omega_I, \quad (1)$$

где ω_{1e} и ω_{2e} — зеемановские частоты электронных спинов во ВСК.

Будем считать, что частота переменного поля ω близка к ω_{10} , и рассмотрим в качестве подсистем H_n и H_d , а через β_n и β_d обозначим соответствующие обратные спиновые температуры

$$(n = 1, 2; I).$$

Гамильтониан системы во ВСК имеет вид

$$H = H_0 + H_d + H', \quad (2)$$

$$H_0 = \omega_{1e} \sum_k S_{1k}^z + \omega_{2e} \sum_i S_{2i}^z + \omega_I \sum_j I_j^z, \quad (3)$$



$$H_d = \frac{1}{2} \sum_{ki} v_{ki}^{z\bar{z}} S_{1k}^z S_{2i}^z + \frac{1}{2} \sum_{kj} v_{kj}^{z\bar{z}} S_{k1}^z I_j^z + \frac{1}{2} \sum_{ij} v_{ij}^{z\bar{z}} S_{2i}^z I_j^z +$$

$$+ \sum_{kk'} v_{kk'}^{z\bar{z}} S_{1k}^+ S_{1k'}^- + \sum_{ii'} v_{ii'}^{z\bar{z}} S_{2i}^+ S_{2i'}^- + \sum_{jj'} v_{jj'}^{z\bar{z}} I_j^+ I_{j'}^-, \quad (4)$$

$$H' = \frac{1}{2} \sum_{ik} v_{ik}^{z\bar{z}} (S_{1k}^+ S_{2i}^- + S_{1k}^- S_{2i}^+) + \frac{1}{2} \sum_{kj} v_{kj}^{z\bar{z}} (S_{1k}^+ I_j^- + S_{1k}^- I_j^+) +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{ij} (v_{ij}^{z\bar{z}} S_{2i}^+ I_j^z + v_{ij}^{z\bar{z}} S_{2i}^- I_j^-) + \sum_{ki} (v_{ki}^{z\bar{z}} S_{1k}^z S_{2i}^z + v_{ki}^{z\bar{z}} S_{1k}^z S_{2i}^-) +$$

$$+ \sum_{kj} (v_{kj}^{z\bar{z}} S_{1k}^z I_j^z + v_{kj}^{z\bar{z}} S_{1k}^- I_j^-) + \sum_{ik} (v_{ik}^{z\bar{z}} S_{2i}^z S_{1k}^+ + v_{ik}^{z\bar{z}} S_{2i}^- S_{1k}^-) +$$

$$+ \sum_{ij} (v_{ij}^{z\bar{z}} S_{2i}^z I_j^z + v_{ij}^{z\bar{z}} S_{2i}^- I_j^-) + \sum_{kj} (v_{kj}^{z\bar{z}} I_j^z S_{1k}^+ + v_{kj}^{z\bar{z}} I_j^- S_{1k}^-) +$$

$$+ \sum_{ij} (v_{ij}^{z\bar{z}} I_j^z S_{2i}^z + v_{ij}^{z\bar{z}} I_j^- S_{2i}^-). \quad (5)$$

Используя метод неравновесного статистического оператора НСО, предложенный Д. Н. Зубаревым [7], аналогично работе [1] можно получить систему дифференциальных уравнений для обратных температур:

$$\frac{d\beta_1}{dt} = -Wg, \quad (6a)$$

$$\frac{d\beta_2}{dt} = W \frac{c_1}{c_2} \frac{\omega_{2e}}{\omega_{1e}} g, \quad (6b)$$

$$\frac{d\beta_I}{dt} = W \frac{c_1}{c_I} \frac{\omega_I}{\omega_{1e}} g, \quad (6b)$$

$$\frac{d\beta_d}{dt} = W \frac{c_1}{c_d} \frac{\Delta}{\omega_{1e}} g, \quad (6r)$$

где

$$W = \frac{\pi}{8} g_2 g_3 \sum_{jk}' \left[\frac{1}{\omega_{1e}^2} |B_{jk}^{++}|^2 |B_{ij}^{z\bar{z}} + B_{ik}^{z\bar{z}}|^2 + \frac{1}{\omega_{2e}^2} |B_{ik}^{+-}|^2 \times \right.$$

$$\times |B_{ij}^{z\bar{z}} - B_{jk}^{z\bar{z}}|^2 + \frac{1}{\omega_I^2} |B_{ij}^{+-}|^2 |B_{ik}^{z\bar{z}} - B_{jk}^{z\bar{z}}|^2 + \frac{2}{\omega_{2e} \omega_I} B_{ik}^{+-} B_{ij}^{+-} (B_{ij}^{z\bar{z}} B_{ik}^{-z\bar{z}} +$$

$$+ B_{jk}^{z\bar{z}} B_{jk}^{-z\bar{z}} - B_{ij}^{z\bar{z}} B_{jk}^{-z\bar{z}} - B_{jk}^{z\bar{z}} B_{ik}^{-z\bar{z}}) [f^{\pm\pm}(\Delta) + f^{\pm\mp}(-\Delta)], \quad (7)$$

$g_n = \frac{N_n}{N}$ — концентрация каждого сорта спинов,

$$S_1 = \frac{1}{2}, \quad S_2 = \frac{1}{2}, \quad I = \frac{1}{2}.$$

Коэффициенты B имеют громоздкий вид, и мы их здесь приводить не будем.

$$f^{\pm\pm\mp}(\Delta) \text{ — Фурье-образ } f^{\pm\pm\mp}(t):$$

$$f^{\pm\pm\mp}(t) = \frac{\langle S_{1k}^+ S_{2l}^+ I_j^- S_{1k}^-(t) S_{2l}^-(t) I_j^+(t) \rangle}{\langle S_{1k}^+ S_{2l}^+ I_j^- S_{1k}^- S_{2l}^- I_j^+ \rangle} \quad (8)$$

g — «стимулятор» кросс-релаксации:

$$g = \beta_1 - \frac{\omega_{2e}}{\omega_{1e}} \beta_2 - \frac{\omega_I}{\omega_{1e}} \beta_I - \frac{\Delta}{\omega_{1e}} \beta_d, \quad (9)$$

$$c_d = N\omega_d^2, \quad N = \sum_n N_n, \quad \omega_d^2 = \frac{\langle H_d^2 \rangle}{N \langle (S^z)^2 \rangle} \quad (10)$$

Рассмотрим стационарное решение системы уравнений (6) в случае, когда $\Delta = 0$, $\omega = \omega_{10}$ и N_1, N_2, N_I — величины одного порядка. Тогда из уравнения (6в) получим, что β_I пропорциональна величине

$$\frac{\omega_{02}}{\omega_I} \sqrt{\frac{(\omega_1 - \omega_I)^2 + \omega_1^2}{(\omega_{10} - \omega_{20})^2 + \omega_1^2}} \beta_e, \quad (11)$$

где β_e — температура решетки.

Если предположить, что переменное поле слабое, то (12) равно единице и получим такое значение поляризации ядерного спина, которое было получено в случае, когда переменное поле рассматривалось как возмущение. Таким образом, в зависимости от того, больше или меньше единицы величина

$$\sqrt{\frac{(\omega_1 - \omega_I)^2 + \omega_1^2}{(\omega_{10} - \omega_{20})^2 + \omega_1^2}}, \quad (12)$$

получим более или менее сильную поляризацию ядерных спинов, по сравнению с случаем, когда переменное поле было слабым.

Заметим, что получены также решения системы (6) при $\Delta \neq 0$, но они очень громоздки и их здесь не будем приводить.

Академия наук грузинской ССР
Институт физики

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 17.10.1974)

ფიზიკა

ბ. აღმაშვილი, ჩან ხან მაი

ელექტრონულ-ბირთვული კროს-რელაქსაცია სამი ტიპის
სპინის შემთხვევაში

რ ე ზ ი შ ე

მიღებულია ელექტრონულ-ბირთვული კროს-რელაქსაციის დიფერენციალური განტოლებები მბრუნავ კოორდინატთა სისტემაში, სამი ტიპის სპინის შემთხვევაში, ძლიერი ცვლადი ველის პირობებში.

ნაჩვენებია, რომ კროს-რელაქსაციის შედეგად მიიღება ბირთვული სპინების პოლარიზაცია.

G. T. ADAMASHVILI, CHAN KHAN MAI

ELECTRON-NUCLEAR CROSS-RELAXATION IN THE PRESENCE
OF SPINS OF THREE KINDS

Summary

Differential equations are obtained for electron-nuclear cross-relaxation in a rotating coordinate system, caused by a strong alternating field, in the presence of spins of three kinds. Cross-relaxation is shown to result in polarization of similar spins.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Буишвили, М. Д. Звиаддзе, Г. Р. Хуцишвили. ЖЭТФ, 54, 1968, 876.
2. А. В. Кессених, А. А. Маненков. ФТТ, 5, 1963, 1143.
3. А. В. Кессених, А. А. Маненков, Г. И. Пятницкий. ФТТ, 6, 1964, 827.
4. К. Morimoto. J. Phys. Soc. Jap. 5, 1973, 1297.
5. S. R. Hartmann, E. L. Hahn, Phys. Rev, 128, 1962, 2045.
6. F. M. Lurie, C. P. Slichter, Phys. Rev, 133, A1108, 1964.
7. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М., 1972.



В. Г. ЦИЦИШВИЛИ, Э. И. ФЕДИН

МАГНИТНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ ПРОТОНОВ ВОДЫ,
 ОБУСЛОВЛЕННАЯ СПИН-ВРАЩАТЕЛЬНЫМ
 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 14.6.1974)

Изучение ядерной магнитной релаксации воды, сорбированной на биополимерах, представляет большой интерес, так как позволяет получить информацию о структуре и кинетике «связанных» молекул воды. В качестве механизма релаксации обычно рассматривается диполь-дипольное (ДД) взаимодействие. Целью настоящей работы являлась оценка роли и возможностей проявления другого механизма релаксации — спин-вращательного (СВ) взаимодействия в молекуле.

СВ взаимодействие вызвано магнитными полями, возникающими вследствие движения молекулярного магнитного момента, и описывается гамильтонианом $H=J \cdot C \cdot S$. Здесь J —классический угловой момент, S —спиновый оператор, C —тензор СВ взаимодействия. Скорости ядерной релаксации, вызванной СВ взаимодействием, были рассчитаны для дебаевского предела $\bar{\omega}\tau_J \ll 1$ [1] и для предела «разреженного газа» $\bar{\omega}\tau_J \gg 1$ [2], τ_J —время корреляции ориентаций углового момента, $\bar{\omega} = \sqrt{\frac{kT}{I}}$ —среднеквадратичная частота вращения, k —постоянная Больцмана, T —температура по абсолютной шкале, I —момент инерции молекулы.

Теория корреляционных функций для реориентаций углового момента предложена в работе [3] на основе обобщенной модели диффузии углового момента [4]. Основным предположением модели ДУГ является допущение малости времени взаимодействия механических моментов по сравнению с временем полного поворота молекулы. В случае сферических молекул можно рассмотреть только продольную C_{\parallel} и поперечную C_{\perp} составляющие взаимодействия и ввести параметры $C_0 = \frac{1}{3}(C_{\parallel} + C_{\perp})$ и $\Delta C = \frac{1}{3}(C_{\parallel} - C_{\perp})$. Тогда для скоростей спиновой релаксации получится [3]

$$\frac{1}{T_{1CB}} = \frac{1}{T_{2CB}} = 2I^2 \hbar^{-2} \bar{\omega}^2 (C_0^2 \tau_J + 2\Delta C^2 \tau), \quad (1)$$

$$\tau = \frac{2}{5} \tau_J + \frac{3}{5} \bar{\omega} \int_0^{\infty} \left(1 - 2\bar{\omega}^2 t^2 + \frac{1}{3} \bar{\omega}^4 t^4 \right) \exp \left\{ -\frac{1}{2} \bar{\omega}^2 t^2 - \frac{t}{\tau_J} \right\} dt. \quad (2)$$

В дебаевском пределе $\tau = \frac{\tau_J}{1 + 6\omega^2\tau_J^2}$, в пределе „разреженного газа“ $\tau = \frac{2}{5}\tau_J$. Существенно различие в связи времени корреляции реориентаций углового момента с временем корреляции реориентаций молекулы в дебаевском пределе $\tau_J\tau_c = \frac{I}{6kT}$ и в пределе „разреженного газа“ $\tau_J = 5\tau_c$. Очевидна связь между тензором СВ взаимодействия и химическим экранированием [5], так как обе эти характеристики связаны с распределением электронов в данной молекуле:

$$\sum_i C_{ii} I_i = \frac{6\Delta\sigma mc\gamma\hbar}{|e|}. \quad (3)$$

Здесь C_{ii} и I_i —компоненты тензора СВ взаимодействия и вектора углового момента, $\Delta\sigma$ —разность химических сдвигов ядер в данной молекуле и свободного атома, m и e —масса и заряд электрона, c —скорость света, γ —гиромагнитное отношение резонирующего ядра, \hbar —постоянная Планка.

В обычных условиях как в жидкой воде, так и во льду вклад СВ взаимодействия в релаксацию на фоне ДД взаимодействия будет крайне мал. Основной причиной этого является способность воды образовывать водородные связи, препятствующие вступлению в СВ взаимодействие. Для сорбированной воды при ее небольших относительных количествах возможна реализация условий, близких к пределу «разреженного газа», если допустить, что время жизни в состоянии с разорванной водородной связью намного больше времени полного поворота механического момента молекулы и сравнимо с временем корреляции реориентаций молекулы. При низкой частоте реориентаций это не противоречит известным представлениям о структуре воды [6].

Нами была исследована ядерная магнитная релаксация воды при малой степени **увлажнения разветвленного полисахарида декстрана**. На импульсном фурье-спектрометре «Вгкер SXP 2—100» измерялись времена спин-спиновой, спин-решеточной релаксации в поле 21 кгс и спин-решеточной релаксации во вращающейся системе координат по методу «фазирования спинов» [7]. Для описания спиновой релаксации, обусловленной ДД взаимодействием, использовался необходимый, согласно термодинамическим представлениям [8], и соответствующий получаемым частотным зависимостям учет спектра времен корреляции реориентаций [9], аналогичный предложенному в работе [10]. Полученные выражения хорошо описывают экспериментальные данные по скоростям спин-спиновой и спин-решеточной релаксации протонов воды:

$$\frac{1}{T_{1DD}} = \frac{c\tau_0^\beta}{\nu^{1-\beta}} \left[\frac{1}{1 + 4\pi^2(\nu\tau_0)^{2\beta}} + \frac{2^\beta}{1 + 4\pi^2(2\nu\tau_0)^{2\beta}} \right], \quad (4)$$

$$\frac{1}{T_{2DD}} = \left[\frac{3\pi^2}{2} c \left(\frac{\tau_0}{\pi} \right)^\beta \right]^{1/(2-\beta)}, \quad c = \frac{3\gamma^4\hbar^2}{10r^6}. \quad (5)$$



Здесь r — межпротонное расстояние в воде, ν — резонансная частота или частота ВЧ поля, τ_0 — максимально вероятное время корреляции реориентаций, β — параметр, характеризующий ширину распределения типа Фуюса — Кирквуда [11]. Зависимости скоростей релаксации от относительного количества протонов воды хорошо описываются уравнениями (4) и (5) при

$$\tau_0 = 1,2 \cdot 10^{-8} e^{-4,4p}, \quad \beta = \frac{3+p}{4}. \quad (6)$$

Пренебрегая анизотропией СВ взаимодействия и момента инерции, легко оценить следующие параметры: $I = 1,1 \cdot 10^{-39}$ г·см², $\bar{\omega} = 6,1 \cdot 10^{12}$ рад/сек, $\sum_i C_{ii} = -68$ кгц. Используя в качестве времени корреляции максимально вероятное значение, можно оценить вклад СВ взаимодействия в релаксацию: $\frac{1}{T_{1CB}} = \frac{1}{T_{2CB}} = 10^9 \tau_0$. Таким образом, вклад СВ взаимодействия в спиновую релаксацию будет значителен в данном случае только при измерениях спин-решеточной релаксации в сильных полях.

Экспериментально полученная зависимость скорости спин-решеточной релаксации увлажненного декстрана в поле 21 кгс от относительной роли протонов воды описывается выражением

$$\frac{1}{T_{1\text{эксн}}} = \frac{1-p}{T_{1\text{декстр}}} + p \left(\frac{1}{b+ap} \frac{1}{T_{1CB}} + \frac{1}{T_{1DD}} \right). \quad (7)$$

Здесь b отражает вероятность вступления в СВ взаимодействие при $p \rightarrow 0$, т. е. вероятность разрыва водородных связей с гидроксильными декстрана, a — скорость изменения вероятности разрыва водородных связей при росте относительного количества молекул воды.

В заключение необходимо отметить, что вклад в спиновую релаксацию, обусловленный СВ взаимодействием, может для молекул воды быть весьма существенным в случае значительного удаления молекул воды друг от друга, при низких частотах реориентаций и большой вероятности состояния с разорванной водородной связью. Анализ данных по спин-решеточной релаксации при высоких резонансных частотах следует проводить с учетом этого вклада.

Продемонстрированная возможность изучения СВ вклада в релаксацию воды открывает пути к получению сведений не только о параметрах этого взаимодействия, но и о существенных для различных приложений структурных и кинетических параметрах воды.

3. ციციშვილი, ე. ფედინი

სპინ-ბრუნვითი ურთიერთქმედებით გამოწვეული
წყლის პროტონების მაგნიტური რელაქსაცია

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად დადგენილია დექსტრანზე ადსორბირებული წყლის პროტონების სპინ-ბრუნვითი ურთიერთქმედების წვლილი ძლიერ ველებისათვის სპინ-მესერულ რელაქსაციაში.

PHYSICS

V. G. TSITSISHVILI, E. I. FEDIN

MAGNETIC RELAXATION OF WATER PROTONS DUE TO
SPIN-ROTATIONAL INTERACTION

Summary

The inclusion of the spin-rotational interaction in a strong field spin-lattice relaxation of water protons adsorbed on dextran was experimentally found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. S. Hubbard. Phys. Rev., 131, 1963, 1155.
2. M. Bloom, F. Bridges, W. N. Hardy. Can. J. Phys., 45, 1967, 3533.
3. R. E. D. McClung. J. Chem. Phys., 51, 1969, 3842.
4. R. G. Gordon. J. Chem. Phys., 44, 1966, 1830.
5. A. A. Maryott, T. C. Farrar, M. S. Malmberg. J. Chem. Phys., 54, 1971, 64.
6. В. И. Яшкичев. Ж. структ. химии, 10, 780, 1969.
7. J. Jeener, P. Brockaert. Phys. Rev., 157, 1967, 232.
8. I. M. Klotz. Science., 128, 1958, 815.
9. A. Miyake. J. Polymer Sci., 28, 1958, 476.
10. В. П. Григорьев, А. И. Маклаков. ВМС, Б13, 1971, 652.
11. R. M. Fuoss, J. G. Kirkwood. J. Am. Chem. Soc., 63, 1941, 385.

Т. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ, Г. Ш. КИРТАДЗЕ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИГНЕРА ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ
 ЗНАЧЕНИЙ КОМПОНЕНТ ОПЕРАТОРА СПИНА $\frac{1}{2} \hbar$

(Представлено академиком М. М. Мирианашвили 11.10.1974)

Совместное распределение собственных значений операторов \widehat{s}_x и \widehat{s}_y определяется с помощью характеристической функции

$$\langle \widehat{M}(\alpha, \beta) \rangle = S_p(\rho \widehat{M}(\alpha, \beta)),$$

где

$$M(\alpha, \beta) = \exp i(\alpha \widehat{s}_x + \beta \widehat{s}_y).$$

Если $\exp i(\alpha \widehat{s}_x + \beta \widehat{s}_y)$ понимать как $\sum_{n=0}^{\infty} (i)^n \frac{(\alpha \widehat{s}_x + \beta \widehat{s}_y)^n}{n!}$, то

$$\langle \widehat{M}(\alpha, \beta) \rangle = \cos \frac{1}{2} \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} + 2i \frac{\sin \frac{1}{2} \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}} S_p(\rho(\alpha \widehat{s}_x + \beta \widehat{s}_y)). \quad (1)$$

Совместная функция распределения, функция Вигнера [1],

$$F(s_x, s_y) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{4T^2} \int_{-T}^{+T} \int_{-T}^{+T} \langle \widehat{M}(\alpha, \beta) \rangle \exp \{-i(\alpha s_x + \beta s_y)\} d\alpha d\beta. \quad (2)$$

Подставляя в эту формулу выражение (1), можно показать, что определенная таким образом функция совместного распределения вероятностей s_x и s_y не существует. Это, по-видимому, связано с тем, что (1) не является истинной характеристической функцией распределения, так как из-за коммутационных соотношений $\widehat{s}_x \widehat{s}_y + \widehat{s}_y \widehat{s}_x = 0$ не содержит информации об $\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle (\equiv \langle \widehat{s}_{xy} \rangle)$.

Определим характеристическую функцию в виде упорядоченного произведения

$$\langle \widehat{M}(\alpha, \beta) \rangle = \langle \exp i(\alpha \widehat{s}_x + \beta \widehat{s}_y) \rangle = \cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2} - 2i \left\{ \langle \widehat{s}_x \rangle \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2} + \langle \widehat{s}_y \rangle \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\beta}{2} \right\} - 4 \langle \widehat{s}_{xy} \rangle \sin \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\beta}{2}. \quad (3)$$



Распределение вероятностей, соответствующее этой характеристической функции, согласно формуле (2), имеет вид

$$\begin{aligned}
 F(s_x, s_y) = & \frac{1}{4} \left\{ \left[\delta \left(s_x, \frac{1}{2} \right) + \delta \left(s_x, -\frac{1}{2} \right) \right] \left[\delta \left(s_y, \frac{1}{2} \right) + \delta \left(s_y, -\frac{1}{2} \right) \right] + \right. \\
 & + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle \left[\delta \left(s_x, \frac{1}{2} \right) - \delta \left(s_x, -\frac{1}{2} \right) \right] \left[\delta \left(s_y, \frac{1}{2} \right) + \delta \left(s_y, -\frac{1}{2} \right) \right] + \\
 & + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle \left[\delta \left(s_x, \frac{1}{2} \right) + \delta \left(s_x, -\frac{1}{2} \right) \right] \left[\delta \left(s_y, \frac{1}{2} \right) - \delta \left(s_y, -\frac{1}{2} \right) \right] + \\
 & \left. + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle \left[\delta \left(s_x, \frac{1}{2} \right) - \delta \left(s_x, -\frac{1}{2} \right) \right] \left[\delta \left(s_y, \frac{1}{2} \right) - \delta \left(s_y, -\frac{1}{2} \right) \right] \right\}. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Заметим, что, взяв другой порядок сомножителей в (3), получим ту же функцию распределения (4).

Распределение (4) экстремально в том смысле, что оно соответствует максимуму информационной энтропии [2] при определенных условиях. В действительности упорядоченное выражение $\exp \{i(\alpha \widehat{s_x} + \beta \widehat{s_y})\}$ определяется через $\widehat{s_x}$, $\widehat{s_y}$ и $\widehat{s_x s_y}$. Поэтому совокупность соответствующих наблюдений составляет достаточную статистику [3]. Совместное распределение вероятностей, соответствующее максимуму информационной энтропии в этом случае определяется формулой

$$F_{\text{м.э.}}(s_x, s_y) = \exp \{-\lambda_0 - \lambda_1 s_x - \lambda_2 s_y - \lambda_3 s_x s_y\}.$$

Обобщенная статистическая сумма

$$\begin{aligned}
 Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = & \sum_{\{s_x\}} \sum_{\{s_y\}} \exp \{-\lambda_1 s_x - \lambda_2 s_y - \lambda_3 s_x s_y\} = \\
 = & 2 \left\{ \exp \left(-\frac{\lambda_3}{4} \right) \operatorname{ch} \left(\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \right) + \exp \left(\frac{\lambda_3}{4} \right) \operatorname{ch} \left(\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2} \right) \right\}.
 \end{aligned}$$

Уравнения, определяющие λ_0 , λ_1 , λ_2 и λ_3 , таковы:

$$\lambda_0 = \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3), \quad \langle \widehat{s_y} \rangle = -\frac{\partial}{\partial \lambda_2} \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3),$$

$$\langle \widehat{s_x} \rangle = -\frac{\partial}{\partial \lambda_1} \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3), \quad \langle \widehat{s_x s_y} \rangle = -\frac{\partial}{\partial \lambda_3} \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3).$$

Решение этой системы имеет вид

$$\begin{aligned}
 \lambda_1 = & \frac{1}{2} \ln \frac{(1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}{(1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}, \\
 \lambda_2 = & \frac{1}{2} \ln \frac{(1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}{(1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}, \\
 \lambda_3 = & \frac{1}{2} \ln \frac{(1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle - 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}{(1 + 2 \langle \widehat{s_x} \rangle + 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle) (1 - 2 \langle \widehat{s_x} \rangle - 2 \langle \widehat{s_y} \rangle + 4 \langle \widehat{s_x s_y} \rangle)}.
 \end{aligned}$$

Окончательное выражение для статистической суммы

$$Z = \{ (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \times \\ \times (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \}.$$

Функция распределения

$$F_{м.в.}(s_x, s_y) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)} \right\}^{\frac{s_x}{2}} \times \\ \times \left\{ \frac{(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)} \right\}^{\frac{s_y}{2}} \times \\ \times \left\{ \frac{(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)} \right\}^{s_x s_y}. \quad (5)$$

Экстремальное свойство $F(s_x, s_y)$ доказано, поскольку (5) эквивалентно (4).

Рассмотрим некоторые соотношения информационно-термодинамического формализма, соответствующие распределению (5).

Энтропия, соответствующая (5), такова:

$$H_{I_{\max}} = - \sum_{\{s_x\}} \sum_{\{s_y\}} F(s_x, s_y) \ln F(s_x, s_y) = \\ = \ln 4 - \frac{1}{4} \{ (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \ln (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) + \\ + (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \ln (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) + \\ + (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \ln (1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) + \\ + (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \ln (1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle) \}. \quad (6)$$

В рассматриваемом случае можно ввести три «спиновые температуры»:

$$T_x^{-1} = \frac{\partial H_I}{\partial \langle \widehat{s}_x \rangle} = \frac{1}{2} \ln \frac{(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}, \\ T_y^{-1} = \frac{\partial H_I}{\partial \langle \widehat{s}_y \rangle} = \frac{1}{2} \ln \frac{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}, \\ T_{xy}^{-1} = \frac{\partial H_I}{\partial \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle} = \\ = \ln \frac{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle - 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}{(1 + 2\langle \widehat{s}_x \rangle + 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)(1 - 2\langle \widehat{s}_x \rangle - 2\langle \widehat{s}_y \rangle + 4\langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle)}. \quad (7)$$

Для матрицы $\left\| - \frac{\partial^2}{\partial \lambda_j \partial \lambda_k} \ln Z(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) \right\|$ имеем

$$A \equiv \begin{pmatrix} \frac{1}{4} - 16 \langle \widehat{s}_x \rangle^2 & 4 \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle - 16 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_y \rangle & 4 \langle \widehat{s}_x \rangle - 32 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle \\ 4 \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle - 16 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_y \rangle & \frac{1}{4} - \langle \widehat{s}_y \rangle^2 & 2 \langle \widehat{s}_x \rangle - 32 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle \\ 2 \langle \widehat{s}_y \rangle - 32 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_y \rangle & 2 \langle \widehat{s}_x \rangle - 32 \langle \widehat{s}_x \rangle \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle & \frac{1}{16} - 16 \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle^2 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Соотношения взаимности в нашем случае представляются в следующем виде:

$$\left(\frac{T_x}{T_y} \right)^2 = \frac{\frac{\partial T_x}{\partial \langle \widehat{s}_y \rangle}}{\frac{\partial T_y}{\partial \langle \widehat{s}_x \rangle}}; \quad \left(\frac{T_x}{T_{xy}} \right)^2 = \frac{\frac{\partial T_{xy}}{\partial \langle \widehat{s}_x \rangle}}{\frac{\partial T_x}{\partial \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle}}; \quad \left(\frac{T_y}{T_{xy}} \right)^2 = \frac{\frac{\partial T_{xy}}{\partial \langle \widehat{s}_y \rangle}}{\frac{\partial T_y}{\partial \langle \widehat{s}_x \widehat{s}_y \rangle}}. \quad (9)$$

Полученные соотношения являются элементарными следствиями процедуры максимизации информационной энтропии при ограничениях, представляющих собой знание некоторых средних значений измеряемых величин.

Тбилисский государственный
университет

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.10.1974)

ფიზიკა

თ. ბაჩილაძე, გ. კირთაძე

ვიგნერის განაწილება $\frac{1}{2} \hbar$ სპინის ოპერატორის კომპონენტთა
საკუთარი მნიშვნელობებისათვის
რეზიუმე

ნაშრომში გამოყვანილია ვიგნერის განაწილება $\frac{1}{2} \hbar$ სპინის ოპერატორის კომპონენტთა საკუთარი მნიშვნელობებისათვის და დამტკიცებულია მისი ექსტრემალური თვისება.

PHYSICS

T. G. GATCHILADZE, G. Sh. KIRTADZE

WIGNER DISTRIBUTION FOR EIGENVALUES OF $\frac{1}{2} \hbar$ SPIN OPERATOR COMPONENTS

Summary

The derivation of the formula of joint distribution for eigenvalues of $\frac{1}{2} \hbar$ spin operator components is given; the extremum property of this distribution is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. P. Wigner. Phys. Rev., 40, 1932, 749.
2. E. T. Jaynes. Phys. Rev., 106, 1957, 620, 108, 1957, 171.
3. С. Кульбак. Теория информации и статистика. М., 1967.

Н. Г. ХАТИАШВИЛИ

К МЕХАНИЗМУ ЭКСТРЕМУМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ДЕФОРМАЦИИ КРИСТАЛЛОВ LiF

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 12.6.1974)

Проблему прочности кристаллов, с точки зрения дислокационных представлений, можно сформулировать как проблему источников дислокаций и препятствий для их движения. В процессе пластической деформации кристаллов происходит зарождение, размножение и перемещение дислокаций в кристалле, что вызывает увеличение плотности дислокаций ρ [1] и электрического потенциала ϕ [2]. Установлено, что за изменение ϕ ответственны дислокации. Так, в начальной стадии пластической деформации чем больше ρ , тем больше ϕ . Однако после определенного давления, приложенного к кристаллу, ϕ начинает уменьшаться [3]. Полученный результат, т. е. экстремум ϕ , только изменением ρ объяснить нельзя, поэтому в [3] было предложено два механизма: либо «деформационное отражение», полученное в [4], либо то, что в процессе пластической деформации после определенного давления начинают работать плоскости скольжения, перпендикулярные к первоначальным.

Цель настоящей статьи заключается в установлении справедливости предположений [3], что позволит раскрыть механизм экстремума ϕ и лучше понять природу пластичности, упрочнения и разрушения в ионных кристаллах.

Исследования проводились на кристаллах фтористого лития размерами $30 \times 10 \times 10$ мм³, выколотых по плоскости спайности (100) из монокристаллического слитка. После отжига при температуре 700° в течение 8 часов плотность дислокаций $\rho = 2 \times 10^5$ см⁻². Изучение микронапряжений в кристалле проводилось с помощью поляризационно-оптического метода, успешно примененного в [5]. Образцы просматривались на поляризационном микроскопе МИН-8 в скрещенных николях в направлении (100) при сжатии вдоль (001) на прессе РМП-500 с реверсивным устройством.

В средней части плоскостей (010) напылялись серебряные электроды квадратной формы с длиной сторон по 5 мм. Один из электродов заземлялся, а другой соединялся с электрометрическим усилителем VI-2. Диаграммы напряжение-деформация, напряжение-электрический потенциал и электрический потенциал-деформация регистрировались двухкоординатными потенциометрами типа ПДС-021М. Деформации в основном определялись по перемещению пуансонов, а в некоторых случаях, когда между пуансонами и кристаллом прокладывались резиновые прокладки, они регистрировались с помощью тензодатчиков с базой 5 мм, наклеенных в средней части кристаллов.

Проведенные исследования показали, что процесс пластической деформации характеризуется двумя участками упрочнения, причем первый участок ($\epsilon = 6\text{--}8\%$) менее продолжительный, чем второй. В 23. „მეცნიერება“, ტ. 77, № 2, 1975

связи с тем, что интересующие нас процессы протекают в основном в первом участке, соответственно и основное внимание уделяется этому отрезку пластической деформации. Исследование первого участка пластической деформации показало, что φ , определенная по дислокационным ямкам травления, есть линейная функция от напряжения. Из диаграммы электрический потенциал-деформация (рис. 1) видно, что

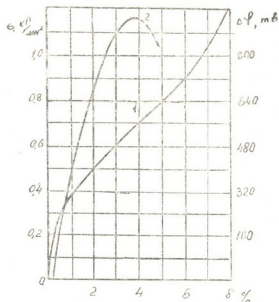


Рис. 1. Диаграммы напряжение-деформация (1) и электрический потенциал-деформация (2)

в начале этого участка $\varphi(\epsilon)$ монотонно возрастает, достигая своего максимума к концу его. Изучение образцов поляризационно-оптическим методом показало, что в кристаллах LiF, деформируемых сжатием, на



Рис. 2. Микрофотоснимки кристалла LiF: а—при $\epsilon=2\%$, б— $\epsilon=4\%$, с— $\epsilon=8\%$

самых ранних стадиях пластической деформации ($\sim 1\%$) появляются деформационные полосы, которые с развитием деформаций становятся все более выраженными. На ранних стадиях деформации в кристаллах LiF между пачками первичных линий скольжений наблюдаются обла-

сти, в которых не видно следов скольжения. Обычно линии скольжения с увеличением деформаций, зародившись у грани (010), движутся в плоскости (101) к противоположной. После остановки полос скольжения (на грани или на каком-либо другом препятствии) начинается их уширение, что в конечном счете приводит к слиянию отдельных полос в одну широкую линию. На рис. 2 приведены снимки одного из исследуемых кристаллов на разных стадиях деформации.

В [5] было показано, что до $\epsilon \sim 4\%$ «просветление» (что пропорционально плотности или площади полос скольжения) образцов есть линейная функция от ϵ . Подобная зависимость может быть получена с учетом движения, размножения и уширения полос скольжения. Как видно из рис. 2, все перечисленные механизмы работают. Так как появление полос скольжения связано с дислокациями, а, как известно, они заряжены, отсюда естественно увеличение ϕ . На этом участке наблюдается монотонное возрастание зависимостей $\phi(\epsilon)$ и $\rho(\epsilon)$. Однако с увеличением ϵ (рис. 2,б) начинается движение ортогональных полос скольжения с противоположной грани, что уменьшает ϕ по механизму, аналогичному «деформационному отражению» [4].

В ряде случаев причиной появления полос скольжения в плоскости (101) являлось «деформационное отражение». Размножение полос скольжения в плоскости (101) упрочняет материал, однако не всегда движение полос скольжения в этой плоскости приводит к уменьшению ϕ . Например, распространение полос скольжения в направлении (011) приводит к увеличению ϕ .

Кривые напряжение-деформация и электрический потенциал-деформация и снимки в поляризованном микроскопе дают возможность проследить за процессами, протекающими в кристалле на разных стадиях нагружения. Первый участок в основном характеризуется размножением полос скольжения и экстремумом ϕ , второй — их уширением, а $\phi(\epsilon)$ — уже не монотонная зависимость, появляются резкие всплески, которые связаны с появлением трещин в кристалле. Следовательно, переход ϕ через экстремум является предвестником разрушения кристаллов, что подтверждает данные работы [6].

Анализ полученных данных дает основание утверждать, что высказанные в [3] предложения справедливы.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило 27.9.1974)

გეოფიზიკა

ბ. ხატიავილი

ელექტრული პოტენციალის ექსტრემუმის მექანიზმი
 LiF კრისტალების დეფორმაციის დროს

რეზიუმე

დადგენილია, რომ LiF კრისტალების დეფორმაციის პროცესში ელექტრული პოტენციალის ექსტრემუმის გამომწვევი მიზეზი არის დისლოკაციების მოძრაობა ორთოგონალურ სიბრტყეებში.

N. G. KHATIASHVILI

ON THE MECHANISM OF THE EXTREMUM OF THE ELECTRICAL
POTENTIAL AT THE DEFORMATION OF CRYSTALS OF LiF

Summary

In the process of deformation of LiF crystals the movement of dislocations in the orthogonal sliding surfaces has been found to be responsible for the extremum of the electrical potential.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Смирнов, Т. И. Ерофеев, Т. В. Самойлова. ФТТ, 12, 11, 1970.
2. А. А. Урусовская. УФН, 96, 1, 1968.
3. Н. Г. Хатиашвили. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, 33, 1974.
4. М. В. Галусташвили. ФТТ, 12, 5, 1970.
5. И. М. Паперно, Н. Г. Политов. Сб. «Электронные и ионные процессы в твердых телах», вып. 5. Тбилиси, 1973.
6. Н. Г. Хатиашвили, Р. А. Чиковани. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Л. КАШАКАШВИЛИ, А. Г. ДАНЕЛИЯ, Н. А. КУЦИАВА, В. Д. ЭРИСТАВИ

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ СКАНДИЯ, ИТТРИЯ
И ЛАНТАНА НА АНИОНИТАХ АВ-17 И АВ-16 ДИНАМИЧЕСКИМ
МЕТОДОМ

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 23.11.1974)

Кинетика сорбции скандия, иттрия и лантана на анионитах АВ-17 и АВ-16 в карбонатной форме изучалась динамическим методом при скоростях потока 60, 30, 120 и 150 мл/мин.

Измерялись выходные кривые слоя сорбента толщиной в одно зерно, по которым строились кинетические кривые $q = f(t)$ (q — концентрация сорбированного вещества, t — время). Исследования проводились на установке, описанной в [1].

Ранее [2] было установлено, что изотермы сорбции изучаемых элементов имеют вид, характерный для обратимой сорбции, поэтому обработка кинетических кривых проводилась по известному в литературе уравнению диффузионной кинетики обратимой сорбции из потока раствора постоянной концентрации [3]:

$$\ln \left(1 - \frac{q}{q_{\infty}} \right) = \gamma \frac{c_0}{q_{\infty}} t, \quad (1)$$

где q , q_{∞} — концентрация сорбированного вещества к моменту времени t и при равновесии; γ — кинетический коэффициент.

Уравнение (1) может быть применено при описании скорости сорбции для нелинейной изотермы и ионного обмена в области $q/q_{\infty} < 1$.

Выражения для кинетических коэффициентов сорбции на сферических зернах представлены ниже:

1. Внешнедиффузионная область при ламинарном потоке [4]

$$\gamma = \gamma_1 = a_1 D^{2/3} u^{1/3} r_0^{-5/3}, \quad (2)$$

где $a_1 = \text{const}$; D — коэффициент диффузии, u — линейная скорость потока; r_0 — радиус зерна.

2. Внутридиффузионная область [5]

$$\gamma = \gamma_2 = a_2 D_{эф} r_0^{-2} k, \quad (3)$$

где $a_2 = \text{const}$; $D_{эф}$ — эффективный коэффициент внутренней диффузии, k — коэффициент сорбции (безразмерная величина).

3. Область кинетики из-за потока [3]

$$\gamma = \gamma_3 = a_3 \frac{\alpha}{1 - \alpha} u \cdot r_0^{-1}, \quad (4)$$

где $a_3 = \text{const}$; α — пористость слоя сорбента.

4. Смешанная область [6]

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{1}{\gamma_3}. \quad (5)$$

Из выражения (2) — (5) видно, что зависимость γ от скорости потока неодинакова в разных кинетических областях. Следовательно, находя из опыта зависимость $\gamma = f(u)$, можно определить кинетические области протекания сорбции.

Для нахождения значений кинетических коэффициентов при различных скоростях потока на основе опытных данных строился график зависимости $-\ln \left(1 - \frac{q}{q_\infty}\right) = f(t)$ (рис. 1). Было найдено, что эта за-

висимость имеет линейный характер. Из графика находился тангенс угла наклона α прямых к оси времени, причем, как следует из [1],

$$\text{tg} \alpha = \frac{\gamma}{k} = \frac{\gamma \cdot c_0}{q_\infty \cdot \rho} \cdot \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} \right), \quad (6)$$

где ρ — плотность забухшего сорбента.

Поскольку значение пористости тонкого слоя сорбента может быть учтено лишь приближенно, это затрудняет исследование зависимости $\gamma = f(u)$. Поэтому на основе экспериментальных данных строилась зависимость кинетического коэффициента γ от объемной скорости потока v (рис. 2). Как видно из рис. 2, зависимость $\gamma = f(v)$ имеет линейный характер.

В соответствии с теоретическими зависимостями (2) — (5)

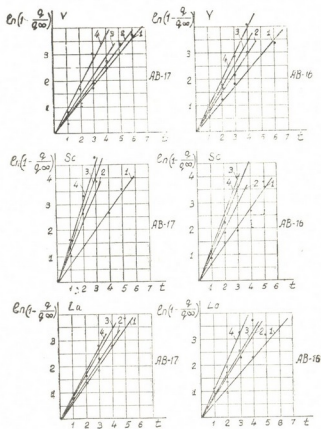


Рис. 1

это означает, что в изученном интервале скоростей потока скорость сорбции скандия, иттрия и лантана на анионитах определяется скоростью подвода вещества потоком.

Уравнение кинетики из-за потока может быть преобразовано следующим образом:



$$-\ln\left(1 - \frac{q}{q_\infty}\right) = \frac{v}{m} \cdot \frac{c_0}{q_\infty} \cdot t, \quad (7)$$

где m — вес сорбента в набухшем состоянии, г.

При подстановке в уравнение (6) значения $\operatorname{tg} \alpha$ оно примет вид

$$\gamma = \frac{v}{m} \cdot \frac{c_0}{q_\infty} \cdot \frac{1 - \alpha}{\alpha} \cdot \frac{q_\infty \rho}{c_0} = \frac{v}{m} \cdot \frac{1 - \alpha}{\alpha} \cdot \rho. \quad (8)$$

Отсюда тангенс угла наклона прямой $\gamma = f(v)$ к оси v равен

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\rho}{m} \cdot \frac{1 - \alpha}{\alpha}. \quad (9)$$

Значения $\operatorname{tg} \beta$, рассчитанные по экспериментальным данным (рис. 2) и по формуле (9), для изученных элементов представлены в таблице.

Как видно из таблицы, совпадение теоретически рассчитанных значений $\operatorname{tg} \beta$, т. е. зависимостей $\gamma = f(v)$, с экспериментальными можно считать удовлетворительным, так как они одного порядка.

В соответствии с теоретической формулой (9) зависимость $\omega = \gamma \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{q_c}{c_0} \operatorname{tg} \alpha$ от v имеет линейный характер с углом наклона $\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{1}{m}$. Поскольку $m = 1_r$, $\varphi = 45^\circ$. Как видно из таблицы, эта зависимость приближенно выполняется (т. е. $\operatorname{tg} \varphi \approx 1$).

Из полученных результатов следует, что в изученном интервале скоростей потока можно не учитывать торможение процесса осадочной сорбции, обусловленное конечной скоростью внешней и внутренней диффузии.

Следовательно, закономерности динамики осадочной сорбции при малых скоростях потока определяются равновесными и гидродинамическими параметрами и не зависят от скорости внешней и внутренней диффузии.

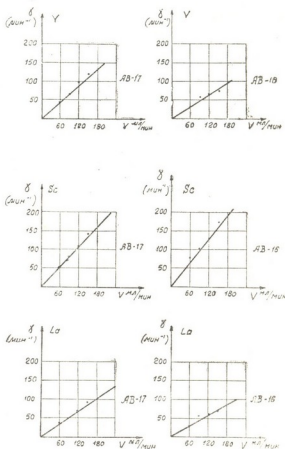


Рис. 2

Ионы металлов	$\text{tg } \beta \left(\frac{1}{\text{см}^3} \right)$ по эксперименту		$\text{tg } \beta \left(\frac{1}{\text{см}^3} \right)$ по формуле (9)		$\text{tg } \rho \left(\frac{1}{\Gamma \cdot \text{ион} \cdot \text{мл}} \right)$	
	AB-17	AB-16	AB-17	AB-16	AB-17	AB-16
Y	0,81	0,76	1,90	1,66	0,9	$\div 0,85$
Sc	0,93	1,1	1,98	1,77	0,9	$\div 0,83$
La	0,75	0,65	1,68	1,52	0,95	$\div 0,9$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.11.1974)

ანალიზური მონიშ

ლ. კაშაკაშვილი, ა. დანელია, ნ. კუციავა, ვ. ერისთავი

დინამიური მეთოდით სკანდიუმის, იტრიუმის და ლანთანის
დალემპვითი სორბციის კინეტიკის შესწავლა
AB-17 და AB-16 ანიონიტებზე

რეზიუმე

AB-17 და AB-16 ანიონიტებზე დინამიური მეთოდით შესწავლილია სკანდიუმის, იტრიუმისა და ლანთანის დალემპვითი სორბციის კინეტიკა. დადგენილია, რომ დალემპვითი სორბციის სიჩქარე დამოკიდებულია ნაკადის მიხედვით ნივთიერების მიწოდებაზე.

ANALYTICAL CHEMISTRY

L. L. KASHAKASHVILI, A. G. DANELIA, N. A. KUTSIAVA, V. D. ERISTAVI

INVESTIGATION OF THE KINETICS OF SEDIMENTARY SORPTION
OF SCANDIUM, YTTRIUM AND LANTHANUM ON ANION EXCHANGERS
BY THE DYNAMIC METHOD

Summary

The kinetics of sedimentary sorption of scandium, yttrium, lanthanum on the AB-17 and AB-16 anion exchangers has been studied. The rate of the sedimentary sorption has been found to be limited by the delivery rate of the substance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Эристави, В. С. Голубев, К. М. Ольшанова, М. Г. Мгалоблишвили, Г. А. Кекелия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 5 (153), 1972, 69.
2. Л. Л. Кашакашвили, А. Г. Данелия, М. А. Вардишвили, В. Д. Эристави. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 6, 1975.
3. Д. П. Тимофеев. Кинетика сорбции. М., 1962.
4. В. С. Голубев, Г. М. Панченков. ЖФХ, 36, 1962, 2271.
5. В. С. Голубев, М. Г. Панченков. ЖФХ, 37, 1963, 310.
6. В. С. Голубев, Г. М. Панченков. ЖФХ, 38, 1964, 228.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, А. И. КВИТАШВИЛИ, М. Н. КАНДЕЛАКИ,
Э. А. МИКЕЛАДЗЕ

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДИХЛОРДИЭТИЛЕНДИА-
МИНИРИДИЙ (III) ХЛОРИДА

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 23.5.1974)

В работе [1] приведены предварительные данные о строении кристаллов $[\text{Jr}(\text{en}_2\text{Cl}_2)\text{Cl}]$. В данном сообщении представлены результаты полного рентгеноструктурного определения дихлордиэтилендиамиридий (III) хлорида.

Кристаллы принадлежат к моноклинной сингонии с параметрами $a=11,90$, $b=16,50$, $c=6,76$ Å, $\gamma=122,0^\circ$, $N=4$ пр. группа $P2_1/b$. Дифракционные данные получены в камере КФСР-4а (излучение $\text{Mo-K}\alpha$), использовано около 700 независимых ненулевых рефлексов $(\text{Sin}\Theta/\lambda)_{\text{max}}=0,65$. Окончательный фактор расхождености $R=11,0\%$.

Структура $[\text{Jr}(\text{en}_2\text{Cl}_2)\text{Cl}]$ относится к классу островных, ионных структур. Основными строительными элементами в кристалле являются однозарядные цис-октаэдрические комплексные катионы $[\text{Jr}(\text{en}_2\text{Cl}_2)^+$ и анионы Cl^- . Таким образом, между строением катиона $[\text{Jr}(\text{en}_2\text{Cl}_2)^+$ и строением галогенидов никеля $\text{Ni}(\text{en}_2\text{GG})$, где $\text{GG}=\text{Cl}, \text{Br}$; Br, Br ; Cl, Br и Cl I [2, 3], имеется и определенное сходство, и существенное различие. Сходство заключается в том, что во всех случаях в координационную сферу никеля входит лишь половина всех атомов галогена, одинаковым является и взаимное расположение этилендиаминовых циклов и ионов хлора в комплексе. Различие состоит в том, что в исследованном соединении комплексный катион остается мономерным, тогда как в остальных галогенидах он является димерным (структурная формула $[\text{en}_2\text{NiGG}(\text{Ni}(\text{en}_2)\text{GG})_2]$).

Координационный полиэдр иридия образован четырьмя атомами азота двух молекул этилендиамина и двумя атомами хлора. Два последних атома занимают цис-позиции в октаэдре.

Длины связей и валентные углы в комплексном катионе указаны в табл. 1.

Длина связи $\text{Jr}-\text{N}$ колеблется в пределах $2,01-2,06$ Å, отклонение от среднего значения ($2,035$ Å) для всех четырех связей $\text{Jr}-\text{N}$ не превышает вероятной погрешности ($\sigma=0,03$ Å). Длина связи $\text{Jr}-\text{Cl}$ $2,34$ и $2,38$ Å (среднее $2,36$ Å) совпадает с литературными данными [4].

Неравноценность связей $\text{Jr}-\text{lig}$ в присутствии двух циклических лигандов в комплексном катионе приводит, естественно, к искажению



координационного полиэдра металла, которое выражается в неравноценности длин ребер октаэдра и отклонении соответствующих валентных углов от 90° .

Ребра, проведенные через атомы хлора (Cl_1, Cl_2) до атомов азота молекул этилендиамина, близки между собой и их значения лежат в пределах $3,04-3,28\text{\AA}$. Средняя величина такого ребра составляет $3,16\text{\AA}$. Соответствующие валентные углы колеблются от $87,8$ до $97,5^\circ$.

Вторыми по длине являются ребра, связывающие атомы азота разных групп этилендиамина между собой. Длина их изменяется от $2,84$ до $2,92\text{\AA}$.

Самыми короткими в Jг-полиэдре являются ребра, стягивающие атомы азота одной и той же молекулы этилендиамина. В пределах ошибки они равны между собой ($2,76\text{\AA}$). Углы N_1JrN_2 и N_3JrN_4 составляют $85,5$ и $85,9^\circ$ соответственно.

Наибольшее отклонение валентного угла от идеального значения наблюдается в металлоциклах ($85,7^\circ$ ср.). Между связями Jг—lig, расположенными в транс-позициях друг к другу, углы уменьшены до 176° .

Параметры двух кристаллографически независимых M-этилендиаминных циклов близки между собой. Средние величины связей N—C и C—C равны соответственно $1,44$ и $1,53\text{\AA}$.

Отклонение от среднего для четырех связей N—C и двух связей C—C не превышает вероятной погрешности ($0,05$ и $0,06\text{\AA}$ соответственно). Эти величины хорошо согласуются с литературными данными по другим этилендиаминным соединениям переходных металлов. Углы при атомах азота и углерода в металлоциклах несколько отличаются от идеального тетраэдрического угла 109° , но остаются близкими к этому значению. Наибольшее отклонение наблюдается для углов $IrN_1C_1=103,1^\circ$, $IrN_4C_4=104,2^\circ$, $C_4C_3N_3=104,9^\circ$ и $C_2C_1N=117,4^\circ$.

Оба металлоцикла имеют обычную несимметричную гош-конфигурацию. В цикле $JrN_1C_1C_2N_2$ атомы C_1 и C_2 выходят из плоскости IrN_1N_2 на $-0,47$ и $0,06\text{\AA}$ соответственно. Углы между плоскостями IrN_1N_2 и IrC_1C_2 и плоскостями $N_1C_2C_1$ и $N_2C_1C_2$ составляют $21,5$ и $45,3^\circ$.

В цикле $IrN_3C_3C_4N_4$ атом C_4 лежит выше плоскости IrN_3N_4 на $0,40\text{\AA}$, атом C_3 —ниже этой же плоскости на $0,34\text{\AA}$. Угол между плоскостями IrN_3N_4 и IrC_2C_4 равен $28,6^\circ$, между плоскостями $N_3C_3C_4$ и $N_4C_3C_4$ — $56,1^\circ$.

В вышеуказанном комплексе осуществляется $\delta\lambda$ -конфигурация. δ -конформацию имеет цикл $IrN_3C_3C_4N_4$, находящийся в цис-цис-положении к иону Cl_2 , λ -конформацию—цикл $IrN_3C_3C_4N_4$, расположенный в цис-цис-положении к иону Cl_1 (рис. 1).

Упаковку ионов в элементарной ячейке удобно описать, взяв за основу слои, параллельные плоскости (100).

Между слоями катионов размещаются внешнесферные анионы хлора (рис. 2), причем каждый атом Cl_3 окружен шестью комплексными катионами. Наиболее короткие расстояния указаны на рис. 2.

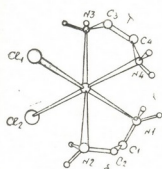


Рис. 1. Конфигурация катиона $[\text{Iren}_2\text{Cl}_2]^+$ и конформация металлоциклов в нем

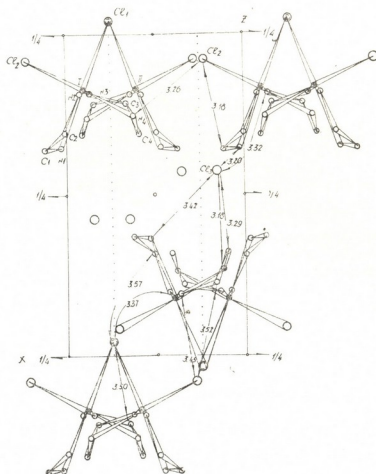


Рис. 2. Проекция структуры кристаллов $[\text{Iren}_2\text{Cl}_2]\text{Cl}$ в плоскости (010)

Валентные углы и расстояния в комплексе

$\text{Ir}-\text{Cl}_1 = 2,38 (1) \text{ \AA}$	$\text{N}_1-\text{C}_1 = 1,41 (5) \text{ \AA}$
$\text{Ir}-\text{Cl}_2 = 2,34 (1) \text{ \AA}$	$\text{C}_1-\text{C}_2 = 1,51 (6) \text{ \AA}$
$\text{Ir}-\text{N}_1 = 2,01 (3) \text{ \AA}$	$\text{N}_2-\text{C}_2 = 1,42 (5) \text{ \AA}$
$\text{Ir}-\text{N}_2 = 2,04 (3) \text{ \AA}$	$\text{N}_3-\text{C}_3 = 1,43 (5) \text{ \AA}$
$\text{Ir}-\text{N}_3 = 2,01 (3) \text{ \AA}$	$\text{C}_3-\text{C}_4 = 1,54 (6) \text{ \AA}$
$\text{Ir}-\text{N}_4 = 2,06 (3) \text{ \AA}$	$\text{N}_4-\text{C}_4 = 1,49 (5) \text{ \AA}$
$\text{N}_1\text{IrN}_2 = 85,5 (1,1)^\circ$	$\text{N}_3\text{IrN}_4 = 85,9 (1,1)^\circ$
$\text{IrN}_1\text{C}_1 = 103,2 (1,9)^\circ$	$\text{IrN}_3\text{C}_3 = 109,6 (1,9)^\circ$
$\text{C}_2\text{C}_1\text{N}_1 = 117,4 (3,1)^\circ$	$\text{C}_4\text{C}_3\text{N}_3 = 104,9 (3,1)^\circ$

$$\text{N}_2\text{C}_2\text{C}_1 = 106,3(3,1)^\circ \quad \text{N}_4\text{C}_4\text{C}_3 = 110,0(3,1)^\circ$$

$$\text{IrN}_2\text{C}_2 = 110,5(1,9)^\circ \quad \text{IrN}_4\text{C}_4 = 104,2(1,9)^\circ$$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.5.1974)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ა. შველავილი, ა. კვიტაშვილი, მ. კანდელაკი, ე. მიქელაძე

დიჰლორდიეთილენდიამინირიდუმის (III) ქლორიდის
კრისტალური სტრუქტურა

რეზიუმე

ჩატარებულია $[\text{Ir}(\text{en}_2\text{Cl}_2)\text{Cl}]$ კომპლექსური მარილის სრული რენტგენოსტრუქტურული გამოკვლევა. პარამეტრებია: $a=11,90$; $b=16,50$; $c=6,76\text{Å}$; $\gamma=122,0$; $N=4$. სივრცობრივი ჯგუფი $P2_1/b$.

დადგენილია, რომ შენაერთს აქვს ცის-ოქტაედრული აგებულება. სტრუქტურა ეკუთვნის იონურ ნაერთთა კლასს. მეტალოციკლებში ხორციელდება $\delta\lambda$ კონფიგურაცია.

კავშირი $\text{Ir}-\text{lig}$ კარგ თანხვედრაშია ლიტერატურულ მონაცემებთან. კერძოდ, $(\text{Ir}-\text{Cl})_{\text{av}}=2,36\text{Å}$ და $(\text{Ir}-\text{N})_{\text{av}}=2,02\text{Å}$.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, A. I. KVITASHVILI, M. N. KANDELA, J. E. A. MIKELADZE

CRYSTALLINE STRUCTURE OF DICHLORODIETHYLENEDIAMINEIRIDIUM (III) CHLORIDE

Summary

Full roentgenostructural study of the $[\text{Ir}(\text{en}_2\text{Cl}_2)\text{Cl}]$ complex salt has been carried out. The parameters are: $a=11.90$; $b=16.50$; $c=6.76\text{Å}$; $\gamma=122.0^\circ$; $N=4$. Space group is $P2_1/b$. The compound was found to have cis-octahedral structure. The structure refers to the class of ionic compounds. $\delta\lambda$ conformation occurs in the metal cycles. The length of the $\text{Ir}-\text{lig}$ bond is in good agreement with the literature data. Thus, $(\text{Ir}-\text{Cl})_{\text{av}}=2.36\text{Å}$ and $(\text{Ir}-\text{N})_{\text{av}}=2.02\text{Å}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, А. И. Квиташвили, Б. М. Шедрин, Л. П. Даниленко. Изв. АН Латв. ССР, сер. хим., 1970, 375—377.
2. А. С. Ацышкина, М. А. Порай-Кошиц. ДАН СССР, 143, 1962, 105.
3. А. Е. Швелашвили. Рентгеноструктурное исследование некоторых диаминдиэтилендиаминовых соединений никеля типа $\text{Ni}(\text{en}_2)\text{XY}$. Автореферат, М., 1965.
4. Сб. «Кристаллохимия. Итоги наук. М., 1971.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Д. КАЛАНДАДЗЕ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ

КИНЕТИКА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СУЛЬФАТА МЕДИ

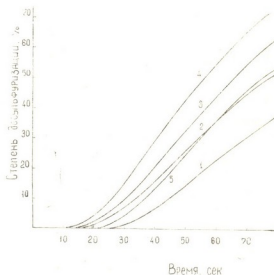
(Представлено академиком Р. И. Агладзе 1.7.1974)

Для решения ряда практических вопросов обжига сульфидных концентратов важное значение имеют сведения о кинетических закономерностях отдельных реакций, протекающих в системе $Me-S-O$. Одна из таких реакций — термическое разложение сульфата двухвалентной меди. Его кинетические закономерности изучены недостаточно. Имеющиеся данные [1—4] зачастую противоречивы, что, вероятно, связано с различной аэродинамической обстановкой протекания процесса.

В настоящей статье приводятся результаты исследования кинетики термомеханического разложения сульфата меди в кипящем слое при различных аэродинамических и температурных условиях. Скорость разложения сульфата оценивалась по количеству выделившихся в газовой фазе окислов серы. Определение последних осуществлялось кондуктометрически непрерывнодействующим автоматическим устройством [5]. Высокая чувствительность анализа позволила работать с малыми навесками сульфата (0,100 г). В опытах использовался сульфат меди марки ч.д.а. В качестве газа-носителя применялся сухой воздух.

Данные о степени десульфуризации, полученные в результате термомеханического разложения сульфата меди, в зависимости от температуры обжига, скорости воздушного потока и гранулометрического состава приведены в виде кинетических кривых на рис. 1 и 2. Анализ

Рис. 1. Кинетика десульфуризации сульфата меди в зависимости от скорости воздушного потока (t 740°, \varnothing —0,6+0,4 мм): 1—8,33; 2—13,33; 3—14,33; 4—17,33 см/сек и величины частиц сульфата (t 740°, v 17,33 см/сек): 4 — 0,6+0,4 мм; 5 — 0,8+0,6 мм



указанных данных говорит о большой интенсивности процесса. Высокая турбулизация потока в кипящем слое позволяет предполагать, что



реакция протекает по всей поверхности частиц сульфата. По мере движения реакционной поверхности в глубь частиц, а также в порах и трещинах парциальные давления газовых продуктов реакции могут приближаться к равновесным. Чем выше скорость воздушного пото-

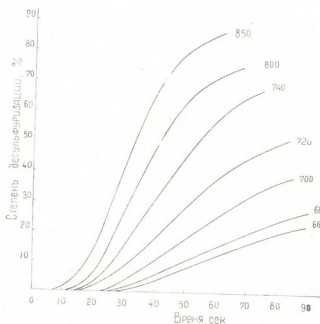


Рис. 2. Зависимость кинетики десульфуризации сульфата меди от температуры обжига (v 17,33 см/сек, \varnothing —0,6+0,4 мм)

ка, тем сильнее система отклоняется от равновесного состояния и, следовательно, тем интенсивнее протекает процесс. С увеличением скорости потока воздуха от 8,33 до 17,33 см/сек на 100 мг сульфата (рис. 1, кривые 1—4) время, необходимое для достижения 50% десульфуризации сульфата меди, от 110 сек сокращается до 56 сек, т. е. почти вдвое увеличивается интенсивность процесса. Дальнейшее увеличение скорости воздушного потока отражается отрицательно на процессе, происходит частичный вынос обжигаемого материала из зоны скорости потока воздуха от 8,33 до 17,33 см/сек на 100 мг сульфата меди α и скоростью воздушного потока v может быть представлена в виде уравнения

$$\alpha = K v^m.$$

По результатам расчета для исследуемых условий (t 740°, \varnothing —0,6+0,4 мм, τ 60 сек) при изменении скорости потока воздуха в интервале 8,33—17,33 см/сек величина m близка к единице и составляет 1,24, а значение K равно 1,61.

Из сопоставления кинетических кривых 4 и 5 (рис. 1) видно, что чем мельче величина частиц, тем интенсивнее протекает процесс разложения сульфата. Если для фракции —0,8+0,6 мм степень десульфуризации при температуре 740° и скорости воздушного потока 17,33 см/сек составляет 36% за мин; то для фракции —0,6+0,4 мм она достигает 55% при тех же условиях.

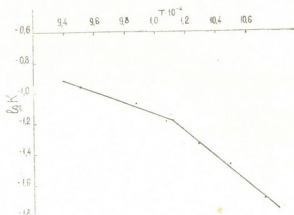
Кинетические кривые десульфуризации сульфата меди при низких и высоких температурах заметно отличаются друг от друга (рис. 2). При низких температурах кривые зависимости степени превращения от времени по своему характеру приближаются к линейной. При высоких температурах эта зависимость значительно усложняется и кривые имеют форму, характерную для топохимической реакции. На кривых могут быть выделены области, в которых факторами, лимитирую-

щими скорость процесса, являются: в начальный период времени — активация поверхности частиц сульфата и образование центров реакции, в последующем — химическая реакция и в конечный период времени — диффузия газовых продуктов через слой твердого продукта реакции.

Рентгеноструктурным анализом обнаружено, что в твердых продуктах обжига, получаемых при температурах 660—680° совместно с окисью меди присутствует и основной сульфат меди, а при высоких температурах (700° и выше) огарок состоит только из окиси меди.

Математический анализ кинетических кривых по обобщенным уравнениям для топохимических реакций позволил рассчитать константу скорости десульфуризации сульфата меди. На рис. 3 в координатах $\lg K - 1/T$ приводится зависимость константы скорости реакции от температуры.

Рис. 3. Зависимость константы скорости десульфуризации сульфата меди от температуры



натах $\lg K - 1/T$ приводится зависимость константы скорости реакции от температуры. Термическое разложение сульфата меди в исследуемом интервале температур (660—850°) протекает в различных областях. Излом на прямой соответствует 715°. Значение кажущейся энергии активации в интервале температур 660—715° составляет 38,14 ккал/моль и характеризует кинетическую область протекания реакции. Выше 715° кажущаяся энергия активации уменьшается и составляет 20,34 ккал/моль, что указывает на переходную область.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 25.7.1974)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. კალანდაძე, ვ. ბაზრინდაშვილი

სპილენძის სულფატის დაშლის კინეტიკა

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია სპილენძის სულფატის თერმული დაშლის კინეტიკა მდუღარე შრის პირობებში. გამოკვლეულია ძირითადი ფაქტორების — ტემპერატურის, ჰაერის ნაკადის სიჩქარისა და ნაწილაკების სიდიდის გავლენა პროცესის კინეტიკაზე. ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავებით გამოთვლილია სპილენძის სულფატის თერმული დაშლის რეაქციის აქტივაციის ენერგია.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. D. KALANDADZE, V. N. GAPRINDASHVILI

KINETICS OF THERMAL DECOMPOSITION OF COPPER SULPHATE

Summary

The kinetics of thermal decomposition of copper sulphate has been investigated in the boiling bed. The effect of basic factors on the intensity of the process has been studied. The activation energy of the decomposition of copper sulphate has been calculated by mathematical processing of the data obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Чижиков, Г. С. Ференц, В. Я. Трацевицкая. Изв. АН СССР, ОТН, 4, 1953.
2. В. Маргулис, Ю. С. Ремизов. Сб. научных трудов «ВНИИЦветмет», 6, 1960.
3. А. Н. Кетов, В. В. Печковский, Б. Н. Варский и Н. П. Старков. ЖПХ, т. 34, вып. 3, 1961.
4. Б. В. Лебедь, М. Б. Фиалко, М. А. Зикно, Ю. Н. Тищенко. Труды Ин-та «Унипромедь», вып. 15, 1972.
5. В. Н. Гаприндашвили, Н. Д. Каландадзе, Л. А. Чхетиани. Сб. «Переработка марганцевых и полиметаллических руд». Тбилиси, 1970.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. Н. АХОБАДЗЕ, Л. Ф. УТКИНА, Т. А. ТЕПЛИЦКАЯ

КВАЗИЛИНЕЙЧАТЫЕ СПЕКТРЫ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ И
ПОГЛОЩЕНИЯ БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНА,
7-МЕТИЛ-БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНА И 9,10-
ДИГИДРО-7-МЕТИЛ-БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 31.10.1974)

1. В [1] нами описаны квазилинейчатые спектры флуоресценции, поглощения и фосфоресценции 7, 8, 9, 10-тетрагидро-бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена (I).

Показано, что присоединение к молекуле дифениленсульфида (V) циклогексанового кольца приводит к батохромному смещению спектров, но не оказывает влияния на колебательную структуру.

Целью настоящей работы являлось изучение электронно-колебательной структуры квазилинейчатых спектров бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена (II), 7-метил-бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена (III) и 9,10-дигидро-7-метил-бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена (IV), структурные формулы которых даны в таблице.






Синтез соединений I—IV описан в работах [2—5]. Нами получены в растворах н-гептана и н-нонана при 77°K квазилинейчатые спектры флуоресценции и поглощения соединений II—IV. Методика получения спектров описана [1].

Степень чистоты веществ оценивалась по спектрам люминесценции и возбуждения. На спектрограммах исследованных соединений наблюдались, помимо четких полос, принадлежащих спектру люминесценции основного вещества, полосы примесной люминесценции. Последние исчезали в процессе очистки веществ с помощью тонкослойной хроматографии с последующей перекристаллизацией из этилового спирта.

2. Наиболее отчетливая структура спектров II—IV наблюдалась в н-нонана. В н-гептане квазилинии уширены до ~ 100 — 150 см^{-1} , но сдвига спектров в шкале длин волн нет.

Спектр флуоресценции соединения II в н-нонанае расположен в области 3730—4070 \AA и насчитывает 13 полос. Головная линия спектра 3731 \AA резонансно совпадает с соответствующей линией спектра поглощения и отнесена нами к 0—0-переходу. Спектр интерпретируется частотами 313, 495, 720, 1022, 1325 и 1605 см^{-1} . С наибольшей интенсивностью в спектре флуоресценции проявляются колебания 1022 и 1325 см^{-1} . Длинноволновая часть спектра поглощения интерпретируется теми же частотами, что и спектр флуоресценции. Спектры соединения II смещены в длинноволновую область относительно спектра V на 3600 см^{-1} . Присоединение к II метильной группы

Сооставление колебательных частот, активн^{ых} в спектрах флуоресценции (1) и поглощения (2) (см⁻¹)

											
н-Гексан, 77°K		Дибензил, 77°K		н-Гептан, 15°K		н-Гептан, 77°K		н-Нонан, 77°K		н-Нонан, 77°K	
1*	2*	1**	1***	2***	1****	1	2	1	2	1	2
33598	33700				30438 30355	26795		26709		28802	
		251	214	213	212		185				226
			405	402		313	321	303			412
			420	420	420			408	413		
			499	485		495		504	485	488	
680	545 671					720			680	683	679
		705	706	693	700			709			
	742 885 945						845	897			925
961		1009	997			1022	1036		1000		
			1023	1001	1014						
	1053		1079	1087				1075	1084		
		1140	1132								
	1177										
		1175									
		1310	1310	1308	1308	1325	1320	1315	1318	1300	
1453			1479	1485							1445
		1553	1603	1648	1600	1605		1603	1620	1600	

Примечание: 1. Одной, двумя, тремя и четырьмя звездочками обозначены данные работ [11, 14].
2. В начале каждого столба приведены частоты 0-0-перехода.



в положении 7 приводит к незначительному (~ 90) батохромному сдвигу, но не влияет на их колебательную структуру. Частоты и интенсивность колебаний, проявляющихся в спектрах соединения III, в основном совпадают с частотами и интенсивностью колебаний спектров II.

Замена бензольного кольца в соединении III циклогексеновым смещает спектры флуоресценции и поглощения в область более коротких длин волн на 2100 см^{-1} относительно спектров III.

Спектр флуоресценции IV расположен в области $3470\text{--}4060 \text{ \AA}$. По числу линий (их 8) и распределению интенсивностей он похож на спектр соединения I (см. [1]). С наибольшей интенсивностью в спектре флуоресценции IV проявляются колебания 1300 и 1600 см^{-1} . В спектре поглощения колебание с частотой 1600 см^{-1} не наблюдается. Следует отметить, что в спектре соединения IV нам удалось определить меньше колебательных частот, чем в спектрах соединений I—III.

3. В таблице приведены колебательные частоты основного и первого возбужденного электронного состояний молекул бензтиофена (VI), V и исследованных нами соединений. Здесь же даны частоты первого синглетного 0—0-перехода. Наиболее чувствительной к изменению структуры молекулы является система электронных уровней. Даже небольшие структурные изменения оказывают влияние на частоту 0—0-перехода. Сравнение частот 0—0-переходов молекул VI, V и II (см. таблицу) показывает, что увеличение линейных размеров молекулы приводит к батохромному сдвигу спектров. Так, спектр V смещен на 3200 см^{-1} (величина сдвига приведена с некоторой погрешностью, так как спектры VI и V получены в разных растворителях), относительно спектра VI, а спектр соединения II — на 3600 см^{-1} относительно спектра V. Интересно отметить, что батохромный сдвиг спектра флуоресценции нафталина ($\nu_{0-0_{\text{фл}}} = 31730 \text{ см}^{-1}$ [9]) относительно спектра бензола ($\nu_{0-0_{\text{фл}}} = 37714 \text{ см}^{-1}$ [10]) равен 6000 см^{-1} , а спектра антрацена ($\nu_{0-0_{\text{фл}}} = 26600 \text{ см}^{-1}$ [10]) относительно спектра нафталина 5100 см^{-1} . Сопоставление величин сдвигов спектров в ряду ароматических и гетероциклических соединений свидетельствует о том, что присутствие тиофенового мостика ослабляет влияние присоединяемых конденсированных колец на систему электронных уровней исходного соединения.

Замена бензольного кольца в соединении II циклогексановым резко смещает спектры в голубую область на $\sim 3300 \text{ см}^{-1}$ относительно спектра соединений II.

Из таблицы видно, что колебательная структура спектров V и изученных нами соединений отличается незначительно. Интерпретация основных частот дана нами в предыдущем сообщении [1].



რ. ახოზაძე, ლ. უტკინა, თ. ტეპლიცკაია

ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის, 7-მეთილ-ბენზო-(B)-
 ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის და 9,10-დიჰიდრო-7-მეთილ-ბენზო-(B)-
 ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის ფლუორესცენციის და შთანთქმის
 კვაზიხაზოვანი სპექტრები

რეზიუმე

მიღებული და შესწავლილია ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის, 7-მე-
 თილ-ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის და 9,10-დიჰიდრო-7-მეთილ-ბენზო-
 (B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის ფლუორესცენციის და შთანთქმის კვაზიხაზო-
 ვანი სპექტრები ნ-ჰეპტანში და ნ-ნონანში 77°K-ზე. ნაჩვენებია, რომ დიფე-
 ნილენსულფიდის და შესწავლილი მოლეკულების სპექტრებს რხევითი
 სტრუქტურა უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მიღებული სისწი-
 რეები კარგად ემთხვევიან დიფენილენსულფიდის რხევით სისწირებს.

PHYSICAL CHEMISTRY

R. N. AKHOBADZE, L. Pli, UTKINA, T. A. TEPLITSKAYA
 QUASI-LINEAR SPECTRA OF FLUORESCENCE AND ABSORPTION
 OF BENZO-(B)-NAPHTHO-(2, 3-d)-THIOPHENE, 7-METHYL-BENZO-
 (B)-NAPHTHO-(2, 3-d)-THIOPHENE, AND 9, 10-DIHYDRO-7-
 METHYL-BENZO-(B)-NAPHTHO-(2, 3-d)-THIOPHENE

Summary

Fluorescence and absorption spectra of the title compounds have been
 obtained and studied in *n*-heptane and *n*-nonane at 77°K. Diphenilene sul-
 phide and the studied molecules have been found to differ slightly in their
 spectral vibratory structures. The obtained vibration frequencies coincide
 well with those of diphenilene sulphide.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Н. Ахобадзе, Л. Ф. Уткина, Т. А. Теплицкая. Сообщения АН ГССР, 77, № 1, 1975.
2. В. П. Литвинов, Д. Д. Гвердцители, Е. Д. Лубуж. Изв. АН СССР, сер. хим., 1972, 79.
3. Д. Д. Гвердцители, В. П. Литвинов. Сообщения АН ГССР, 56, № 1, 1969, 105.
4. Д. Д. Гвердцители, В. П. Литвинов. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970, 333.
5. Д. Д. Гвердцители, В. П. Литвинов. Изв. АН СССР, сер. хим., 1970, 1340.
6. Л. Ф. Уткина. Сб. «Вопросы радиофизики и спектроскопии», вып. 4, М., 1970, 62.
7. Н. А. Фенина. Журнал прикладной спектроскопии, т. 6, вып. 2, 1967, 216.
8. J. Petruska. J. Chem. Phys., 34, 1111, 1961, 1120.
9. L. Pesteil, R. Troisplis, P. Pesteil. J. Chim. Phys. et Phys.-Chim. Biol., 60, 1963, 1294.
10. A. Ciais. J. Chim. Phys. et Phys.-Chim., Biol., 58, 1962, 190.
11. О. П. Харитонов. Сб. «Оптика и спектроскопия», т. 1, М., 1963, 77.
12. М. Т. Шнак, Н. И. Шеремет. Там же, 110.
13. A. Bree, R. Zwarich. Spectr. Acta, 27A, 1971, 621.
14. Р. Н. Нурмухаметов, Г. В. Гобов. Оптика и спектроскопия, 18, 1965, 227.

М. В. МАМАЛАДЗЕ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ γ -РАДИОЛИЗА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АРСЕНИТОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 26.9.1974)

Радиационно-химическое превращение соединений мышьяка представляет большой научный и практический интерес, но, тем не менее, этому вопросу посвящено незначительное количество работ [1, 2].

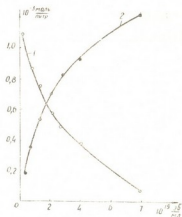
В настоящей работе исследовался радиоллиз водных растворов арсенитов с использованием γ -излучения при мощности дозы 1,1— $1,5 \cdot 10^{16}$ эв/мл·сек. Дозиметрия проводилась методом Фрике [3].

Радиоллиз водных растворов разнозамещенных солей мышьяковистой кислоты исследовался в широких пределах концентрации и рН среды с использованием различных физико-химических методов — спектроскопического, фотоколориметрического, амперметрического титрования и др. [4—6].

Согласно полученным данным, при облучении системы 10^{-3} М $\text{Na}_2\text{HAsO}_3\text{—H}_2\text{O}$ при рН 2,2 наблюдается окисление ионов арсенита в арсенат с радиационно-химическим выходом $G(\text{As}^{\text{V}}) = 3,0 \pm 0,12$ и образование перекиси водорода с выходом $G(\text{H}_2\text{O}_2) = 4,1$ (рис. 1 и 2).

Иначе ведет себя система $5 \cdot 10^{-2}$ М $\text{Na}_2\text{HAsO}_3\text{—H}_2\text{O}$ при рН ~ 10 : помимо окисления ионов As (III) в As (V) с выходом $G(\text{As}(\text{V})) = 5,7$, имеет место также образование металлического мышьяка с выходом $G(\text{As}^0) = 3,1 \pm 0,3$ (см. таблицу).

Рис. 1. Изменение концентрации ионов As (III) и As (V) в системе 10^{-3} М $\text{Na}_2\text{HAsO}_3\text{—H}_2\text{O}$ в зависимости от дозы. 1 — концентрация ионов As (III), 2 — концентрация ионов As (V)



Образование As^0 объясняется восстановлением ионов As(III) сольватированными электронами —e_{aq}^- . Это подтверждается данными по радиолизу вышеуказанной системы в атмосфере заиси азота либо

в присутствии ацетона, являющихся эффективными акцепторами сольватированных электронов. Данные по радиолizu систем $5 \cdot 10^{-2} \text{M Na}_2\text{HAsO}_3\text{—N}_2\text{O—H}_2\text{O}$ и $5 \cdot 10^{-2} \text{M Na}_2\text{HAsO}_3\text{—}10^{-3} \text{M (CH}_3)_2\text{CO—H}_2\text{O}$ показывают, что в этом случае не имеет места образование As° , так как гидратированные электроны захватываются закисью азота или

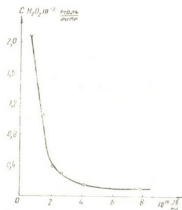


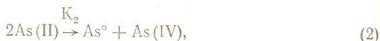
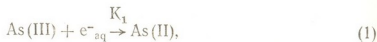
Рис. 2. Изменение концентрации перекиси водорода в системе $10^{-3} \text{M Na}_2\text{HAsO}_3\text{—H}_2\text{O}$ в зависимости от дозы

ацетоном. Следует также отметить, что присутствие этанола, изопропанола, гипофосфита натрия и др., являющихся акцепторами ОН-радикалов, благоприятствует восстановлению ионов As (III) до металлического мышьяка.

Радиолиз системы $5 \cdot 10^{-2} \text{M Na}_2\text{HAsO}_3\text{—H}_2\text{O}$ ($\text{MD}=1,55 \cdot 10^{16}$ эв/мл·сек)

Поглощенная энергия, 10^{20} эв/мл	Опт.пл., D	$\Delta C \text{ As (Y)}$, 10^3 моль/л	G (As (Y))	G (As $^\circ$)
0,56	0,420	5,38	5,7	3,1
1,11	0,450	5,78	3,1	3,3
1,68	0,455	5,83	2,0	2,5
2,80	0,500	6,43	2,1	3,1

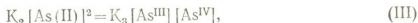
Механизм радиационно-химического превращения ионов As(III) до As° можно представить следующим образом:



Применяя метод стационарных концентраций, получаем следующие уравнения:

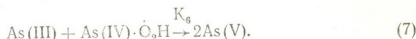
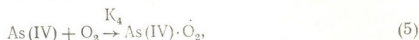
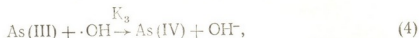
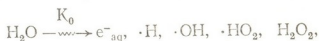
$$G_{e_{\text{aq}}^-} - I = K_1 [\text{As}^{\text{III}}] [e_{\text{aq}}^-], \quad (I)$$

$$2K_2 [\text{As(II)}]^2 = K_1 [\text{As}^{\text{III}}] [e_{\text{aq}}^-] + K_3 [\text{As}^{\text{III}}] [\text{As}^{\text{IV}}], \quad (II)$$



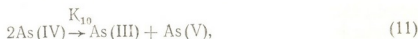
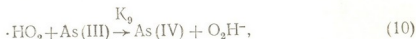
После преобразований уравнений (I—V) получаем $G(\text{As}^\circ) \simeq G_{\text{e}^-_{\text{aq}}} \simeq 2,9$, что находится в согласии с экспериментальными результатами.

Образование ионов $\text{As}(\text{V})$ из $\text{As}(\text{III})$ в системе $5 \cdot 10^{-2} \text{M}$ $\text{Na}_2\text{HASO}_3\text{—H}_2\text{O}$ может протекать с участием реакции



Из уравнений (4—7) видно, что превращение ионов $\text{As}(\text{III})$ протекает по вырожденному цепному механизму.

В системах 10^{-3}M $\text{Na}_2\text{HASO}_3\text{—H}_2\text{O}$ при pH 2,2, окисление ионов арсенита в $\text{As}(\text{V})$ протекает по реакции диспропорционирования промежуточных ионов $\text{As}(\text{IV})$:



Из уравнений (8—12) вытекает, что

$$G(\text{H}_2\text{O}_2) = G_{\text{H}} + G_{\text{H}_2\text{O}_2} \simeq 4,2,$$

$$G(\text{As}^\text{V}) = 1/2 [G(\text{H}) + G(\text{OH})] \simeq 2,9.$$

Значения выходов арсената $G(\text{As}^\text{V}) \simeq 2,9$ и перекиси водорода $G(\text{H}_2\text{O}_2) \simeq 4,2$ хорошо согласуются с экспериментальными результатами.

Совокупность полученных данных позволяет считать, что путем направленного ведения радиолиза водных систем арсенатов легко

можно осуществить изменение окислительно-восстановительного тояния ионов мышьяка, что представляет определенный научный и практический интерес.

Академия наук грузинской ССР
 Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило 26.9.1974)

ფიზიკური ქიმია

მ. მამალაძე, ე. ნანობაშვილი

არსენიტების წყალხსნარების γ -რადიოლიზის გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია არსენიტების წყალხსნარების რადიოლიზი სხვადასხვა პირობებში. დადგენილია, რომ $10^{-3} M Na_2HAsO_3-H_2O$ სისტემაში, pH 2,2, დაიკვირვება არსენიტ-იონების დაჟანგვა არსენატამდე — $G(As^V)=3,0 \pm 0,12$. წარმოქმნილი წყალბადის ზეჟანგის გამოსავალი $G(H_2O_2)=4,1$.

$5 \cdot 10^{-2} M Na_2HAsO_3-H_2O$ სისტემაში, pH ~ 10, As (III) იონები აღდგებიან მეტალურ დარიშხანამდე — $G(As^0)=3,1 \pm 0,3$.

სტაციონარული კონცენტრაციების მეთოდით გამოთვლილია ზემოაღნიშნული სისტემის რადიოლიზის პროდუქტების რადიაციულ-ქიმიური გამოსავლები, რომელთა სიდიდეები ეთანხმება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. V. MAMALADZE, E. M. NANOBASHVILI

INVESTIGATION OF γ -RADIOLYSIS OF AQUEOUS SOLUTIONS OF ARSENITES

Summary

The radiolysis of aqueous solutions of arsenites in various conditions has been studied.

In the system $10^{-3} M Na_2HAsO_3-H_2O$, at pH=2,2, the oxidation of arsenite ions to arsenate is observed. The yields of the formed arsenate and hydrogen peroxide are equal to $G(As^V)=3,0 \pm 0,12$; $G(H_2O_2)=4,1$.

In the system $5 \cdot 10^{-2} M Na_2HAsO_3-H_2O$, at pH ~ 10, reduction of As(III) ions to arsenic is also observed, yielding $G(As^0)=3,1 \pm 0,3$.

The values of the yields of the above mentioned systems radiolysis products were calculated by the steady state method. These values are in good agreement with the experimental data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Haissinsky and M. Lefort. J. Chem. Phys., 48, 1951, 429.
2. M. Daniels and Jeiss. J. Chem. Soc., № 7, 1958.
3. H. Fricke, S. Morse. Am. J. Roent. a. Radium Therapy, 18, 1927, 430.
4. N. Elenkova, G. Todorova. Anal. Chim. Acta, v. 29, № 4, 1963.
5. M. Daniels. Analyst, 82, 1957, 133.
6. G. Eisenberg. Ind. and Eng. Chem. v. 15, № 4, 1943.



Ч. П. ДЖАНЕЛИДЗЕ, И. С. МИКАДЗЕ

СВИДЕТЕЛЬСТВА СРЕДНЕВЮРМСКОЙ ТРАНСГРЕССИИ В ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 15.11.1974)

Представления по стратиграфии плейстоценовых отложений Колхидской низменности сложились на основе проведенных в течение последних 2—3 десятилетий геологических изысканий и изучения материалов нескольких десятков буровых скважин. В результате была создана стратиграфическая схема плейстоцена этого района, по которой в западной части низменности отмечается залегание сверху вниз древнечерноморских, новозвксинских, карангатских, узунларских, древнезвксинских и чаудинских морских отложений [1, 2].

В свете современных палеогеографических представлений стратиграфическая схема плейстоцена Колхидской низменности подлежит уточнению. В этой схеме, например, не отражены следы средневюрмской трансгрессии моря, реальность которой (в мировом масштабе) теперь ни у кого не вызывает сомнения. Она была обусловлена устойчивым проявлением потепления в среднем вюрме — от 50—48 до 25—23 тыс. лет назад, и о ее возрасте и масштабах к настоящему моменту накопилась обширная научная информация [3]. Кривые эвстатике для этого отрезка времени надежно фиксируют высокое положение уровня океана, близкое к современному или несколько выше него. Поскольку гляциозватические трансгрессии океана в плейстоцене синхронно и однозначно проявлялись в басс. Черного моря, то предположение о средневюрмской трансгрессии Черного моря не должно быть лишено основания и, естественно, ее следы должны фиксироваться соответствующими отложениями.

Следы средневюрмской трансгрессии в басс. Черного моря первыми отметили Г. И. Попов [4] и Г. И. Горецкий [5]. В западном Приманычье и Придонье исследователи описали трансгрессивную серию осадков с фауной среднеземноморского типа между гирканским горизонтом, перекрывающим морские карангатские осадки, и горизонтом новозвксинских отложений (сурожские слои по Попову, аланские по Горецкому). Г. И. Горецкий определил возраст аланской трансгрессии как валдайский, принимая во внимание стратиграфическое и геоморфологическое положение аланского горизонта по отношению к карангатским и новозвксинским отложениям.

Обращаясь к новому фактическому материалу (материалы бурения 1970—1973 гг., скв. 18, 19, 20, 23, установленные вдоль русла р. Риони в 0,5, 0,9, 5 и 13 км от моря), можно уверенно констатировать, что сурожская трансгрессия отчетливо проявилась в басс. Черного моря. Тщательный анализ керна с привлечением литостратиграфического, палинологического и особенно радиоуглеродного методов позволил впер-



вые выделить в толще верхнеплейстоценовых отложений Колхидской низменности трансгрессивную серию осадков между горизонтами новоэвксинских и собственно карангатских отложений.

В разрезе вышеотмеченных скважин голоценовые отложения представлены прибрежно-морской фацией из пылеватых суглинков и сильноглинистых разнозернистых песков. Мощность этих отложений 35—37 м. На глубине 6 и 19 м отмечаются прослои торфа, абсолютный возраст которых соответственно равен 3150 ± 90 и 6660 ± 60 годом.

Под горизонтом голоценовых отложений в непосредственной близости от моря на глубине 37—48 м отмечаются фаунистически охарактеризованные лагунно-дельтовые осадки новоэвксинского горизонта (суглинки, заторфованные илы, разнозернистый пылеватый песок).

К востоку от моря (скв. 20, 23) лагунно-дельтовые осадки быстро выклиниваются, замещаясь отчетливо выраженным горизонтом размыва (валуны, галечник, галька). Базальный горизонт аллювия развит хорошо, что свидетельствует о преобладании врез над боковыми смещениями русла Риони в пору отложения новоэвксинских осадков. Ниже, в интервале 52—80 м развита трансгрессивная серия осадков из пылеватых суглинков и глин с фауной средиземноморского типа [3], мощность этих осадков 25—30 м. На отметках 64 и 75 м в них фиксируются прослои торфа. Абсолютный возраст торфа с глубины 64 м равен 31300 ± 320 годом. Под отложениями трансгрессивной серии в интервале 80—95 м представлен горизонт размыва с базальным аллювием. С глубины 95—105 м во всех вышеотмеченных скважинах фиксируются фаунистически охарактеризованные карангатские отложения [1, 2].

В настоящее время при помощи изотопных методов определения абсолютного возраста довольно точно известно время развития новоэвксинской регрессии в басс. Черного моря. Как выяснено новейшими исследованиями, отложение новоэвксинских осадков началось 25—23 тыс. лет назад и завершилось около 9000 лет назад.

Между тем, карангатские отложения, как известно, имеют, безусловно, рис-бюрмский возраст (более 80—100 тыс. лет). Отмеченная нами трансгрессивная серия осадков между горизонтами новоэвксинских и собственно-карангатских отложений, по предшествующим работам [1—2], была отнесена к карангатскому веку. В свете новых данных принадлежность этих осадков к карангату не подтверждается. Правильнее будет допустить, что отложение трансгрессивных осадков, развитых непосредственно под горизонтом новоэвксинских отложений, происходило на фоне среднебюрмской трансгрессии, между двумя максимумами верхнеплейстоценового оледенения (бюрм 1, бюрм 3, или нижневалдайская и верхневалдайская ледниковые фазы). Достоверность этого предположения подкрепляется в первую очередь абсолютным возрастом торфа с глубины 64 м (31300 лет).

Изложенные выше данные позволяют сказать следующее:

Отчетливо выраженный горизонт размыва в новоэвксинских отложениях в приморской полосе Колхидской низменности противоречит укоренившемуся в научной литературе предположению о наличии новоэвксинского залива, вдавшегося в глубь Колхидской низменности на 12—15 км [1, 2]. Здесь же следует отметить тот факт, что верхняя часть новоэвксинских отложений сложена заторфованными болотными илами, что указывает на заболоченность приморской полосы низменности в новоэвксинское время.

Стратиграфическую схему плейстоцена Колхидской низменности следует уточнить, добавив к ней горизонт среднебюрмских (сурож-

ских) трансгрессивных осадков под горизонтом новоэвксинских отложений. Сурожские слои не образуют постепенный переход к карангатским отложениям, а отделены от них отчетливо выраженным горизонтом размыва предсурожской регрессии, совпавшей со временем нижнеюрмского оледенения (вюрм I, калининское оледенение). Следы предсурожской регрессии изучены А. Б. Островским [6] на материале многочисленных буровых данных.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии

(Поступило 15.11.1974)

ფიზიკური გეოგრაფია

მ. ჯანელიძე, ი. მიქაძე

შუა ვიურმული ტრანსგრესიის საბუთები კოლხეთის დაბლობის
ზედაპლენისტოცენურ ნალექებში

რეზიუმე

1970—1973 წლებში კოლხეთში მოპოვებული მასალის ანალიზის შედეგად შესწავლილ იქნა შუაეიურმული (სუროქული) ტრანსგრესიის ნალექები, რომლებიც სტრატეგრაფიულად ახალეკსინურ და კარანგატულ ჰორიზონტებს შორის არის მოქცეული. შუაეიურმულ ნალექებში ზედაპირიდან 64 მ სიღრმეზე მდებარე ტორფის ასაკი 31300 ± 320 წელს შეადგენს.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Ch. P. JANELIDZE, I. S. MIKADZE

ON THE EVIDENCE OF THE MIDDLE WÜRMIAN TRANSGRESSION
IN THE UPPER PLEISTOCENE DEPOSITS OF THE KOLKHETI
LOWLAND

Summary

The sedimentary development of the Middle Würmian transgression of the Black Sea in the Kolkheti lowland area is proved on the basis of lithostratigraphical, palynological and radiocarbon analyses. The absolute age of turf samples from the depth of 64 m in the Middle Würmian transgression deposits is 31300 ± 320 years.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Лалиев. Труды Геол. ин-та АН ГССР, геол. сер., т. X (XV). 1957.
2. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1966.
3. Н. В. Кинд. Сб. «Верхний плейстоцен. Стратиграфия и абсолютная геохронология». М., 1966.
4. Г. И. Попов. Бюлл. МОИПа, отд. геол., 30, вып. 2, 1955.
5. Г. И. Горецкий. Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра. М., 1970.
6. А. Б. Островский. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1967.



Г. С. МЕТРЕВЕЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 25.9.1974)

Защита морских берегов и пляжей имеет большое народнохозяйственное значение. Решение этой задачи требует глубокого знания динамики прибрежных водных масс, так как значительную роль в перемещении водных масс и наносов по подводному береговому склону, наряду с другими факторами, играют и течения.

При исследовании течения в прибрежной зоне Грузии использованы данные рейдовых наблюдений в районах Батуми, Поти, Сухуми и Туапсе, а также материалы морских экспедиций, проводимых между Туапсе и устьем Чорохи в 1930—1972 гг.

На первой рейдовой вертикали района Батуми, расположенной северо-западнее устья Чорохи, глубиной 32 м, основное направление поверхностного течения северо-восточное со средней скоростью 30 см/сек и максимальной наблюдаемой 74 см/сек. Здесь преобладающее придонное течение западное со средней скоростью 15 см/сек и максимальной 38 см/сек.

На рейдовой вертикали № 2 этого же района ($h=23$ м) наибольшие скорости поверхностного течения наблюдаются летом (58 см/сек, преобладающее направление северное). В большинстве случаев здесь придонное течение направлено на запад и юго-запад с максимальной скоростью, измеренной после сильных штормов, 72—133 см/сек. Эта вертикаль находится вне зоны распространения речного стока и, следовательно, наблюдаемое после штормов перемещение водных масс вдоль дна на запад должно быть компенсационным.

На остальных вертикалях, расположенных соответственно над северным склоном каньона Бурунтабы ($h=13$ м), в береговой зоне у приморского бульвара и к северу от нефтяного причала, основное направление поверхностного течения северное и северо-восточное, а глубинного течения западное или юго-западное. Максимальные скорости перемещения поверхностных слоев 37—60 см/сек, а придонных—10—20 см/сек.

В прибрежной зоне между Батуми и Поти поверхностное течение преимущественно северного направления, глубинное юго-западного направления, усиливается стокowymi течениями наиболее крупных притоков.

В районе Поти на рейдовой вертикали, расположенной восточнее портового мола (16,0 м), преобладающее направление поверхностных и придонных течений северное и северо-западное со средней скоростью на поверхности 14 см/сек, максимальной 50 см/сек, а у дна соответственно 10 и 25 см/сек.

На второй вертикали, расположенной северо-западнее первой (21,5 м), преобладающее направление поверхностных и придонных течений совпадает с направлением течения на первой вертикали, но их



скорость несколько больше. На поверхности $V_{cp} = 35$ см/сек, $V_{max} = 40$ см/сек, у дна $V_{cp} = 15$ см/сек, $V_{max} = 40$ см/сек.

В этом районе на участках распространения каньонов нагнанные штормовым ветром массы воды, теряя гидростатическое равновесие, способны погружаться вглубь и, двигаясь по каньону, увеличивать скорости придонного стокового течения и объем транспортируемого им речного материала.

На устьевом взморье Ингури наблюдается сильное стоковое течение, скорость которого настолько велика, что может переносить во взвешенном состоянии мелкий гравий и песок даже на глубине 15—17 м. Компенсационное течение, зарождающееся здесь при больших нагонах, способно значительно увеличивать придонные скорости стокового течения и вызывать оползневые явления и обвалы в самом Ингурском каньоне, способствуя его разгрузке от скопления наносов [1].

Поверхностное течение на этом участке преимущественно северного и северо-западного направления, так как оно дрейфовое и перемещается по направлению ветровых касательных напряжений.

В районе Очамчирской банки основная струя поверхностного течения направляется к северо-западу. При больших нагонах здесь возможно возникновение компенсационного течения, распространяющегося во всей толще воды вдоль берега по направлению луча нагонной волны.

Своеобразная система течений образуется в устьевой области Кодора. Наличие обширного взморья и бара, ограничивающегося с юго-востока мысом Искурия, создает благоприятные условия для глубокого распространения речной воды в море. Нередко стоковое течение, усиливаемое компенсационным, охватывает всю мелководную часть устьевого взморья, транспортируя значительную часть речного материала к отвешкам расположенного здесь каньона.

В Сухумской бухте и на рейде поверхностные течения слабые, со средней скоростью 7—10 см/сек и только при сильных штормах превосходят 50 см/сек [2]. Штормы западного и южного румбов способны возбуждать здесь компенсационное течение, распространяющееся вдоль берега и в глубь моря.

Такое предположение подтверждается оползанием пляжевого материала на глубине 20 м, где он образует вал обращенный крутым склоном к морю, и обвалами илистых и мелкозернистых масс, прорезавших в Сухумском каньоне ложбины и борозды [1].

По данным экспедиционных исследований в Гудаутской банке максимальная скорость течения на поверхности 54 см/сек, а на глубине 50—60 см/сек, скорость поверхностных течений 20—54 см/сек, а придонных 18—86 см/сек [3].

В прибрежной зоне Гудаута—Туапсе дрейфовое течение в преобладающих случаях северо-западного и западного направления [3]. На этом участке, между Пицундским мысом и устьем Бзыби, поверхностное течение направлено к северо-западу, а глубинное, возбуждаемое стоком Бзыби, чаще всего распространяется в сторону Пицундского мыса, транспортируя туда речной материал. Однако в последние годы искусственная ориентация устья Бзыби к северо-западу отклонила стоковое течение в обратную сторону. Об этом свидетельствует приустьевая коса, протянувшаяся от восточного берега реки к юго-западу. Во время половодья река прорывает приустьевую косу, частично накрывая ее, и распространяется в южном направлении.



У Пицундского мыса, играющего роль экрана при юго-восточных и южных штормах, возможно зарождение мощной нагонной волны, следовательно, и компенсационного течения, охватывающего промежуточные и придонные слои и распространяющегося в глубь моря в южном или юго-западном направлении.

В этом районе средняя скорость поверхностного течения около 15 см/сек, максимальная 50 см/сек, в придонных же слоях соответственно 11 и 37 см/сек.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие основные выводы.

В береговой зоне Грузии поверхностные массы воды перемещаются вдоль берега преимущественно к северу и северо-западу в зависимости от очертания берега, образуя в глубоководящихся бухтах циркуляционное движение.

По натурным данным, максимальная скорость течения на поверхности достигает 70 см/сек (Поти), у дна 133 см/сек (Батуми). Учитывая то обстоятельство, что измерения проводились в тихую погоду, скорость течения при штормах может быть намного больше указанной.

При экранирующем расположении мысов и береговых выступов в заливах и особенно в устьях рек со значительными глубинами вдоль каньонов при мощных нагонах образуется компенсационное течение, распространяющееся в глубь моря и увеличивающее транспорт речного материала через отвершки и желоб каньона.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.10.1974)

ჰიდროლოგია

ბ. მებრძვილი

საქართველოს სსრ-ის ზონის დინამიკის განყოფილება

რეზიუმე

საქართველოს სსრ-ის ზონაში დინამიკის უპირატესად ჩრდილოეთით და ჩრდილო-დასავლეთით არის მიმართული. ამასთან ფსკერისპირა დინამიკა, მდინარისმიერი და კომპენსაციური დინამიკის მოქმედების არეში, ნაპირიდან ზღვისკენაა გადახრილი.

ღრმა ყურეებსა და მდინარეთა შესართავებში, ძლიერი შტორმების დროს წარმოიქმნება მოკლებერიოდიანი, მძლავრი კომპენსაციური დინამიკები, რომლებიც აჩქარებენ კანიონების განვითარებასა და სსრ-ის დეფორმაციას. ასეთი დინამიკის სიჩქარე უშუალო გაზომვების მიხედვით 133 სმ/წმ აღემატება.

HYDROLOGY

G. S. METREVELI

A STUDY OF GEORGIA'S COASTAL ZONE CURRENTS

Summary

In the coastal zone of Georgia, sea currents move to the north and northwest.

In the areas of the influence of the run-off and compensational currents, the deep sea currents somewhat deviate from the shore to the sea.

During strong storms in deep bays and river mouths short-lived, but strong compensational currents occur, which accelerate the processes of canyon development and coastline deformation. Direct measurement of the speed of such currents shows that it exceeds 133 cm per second.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Леонтьев, С. А. Сафьянов. Каньоны в море. М., 1973.
2. Материалы экспедиционных исследований скорости и направлений течений в прибрежной зоне Грузии. Фонды Севастопольского отд. ГОИНа 1930—1972 гг.
3. Руководство по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. М., 1973.

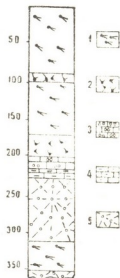
Т. Ш. ГОГИШВИЛИ, И. Б. КИПИАНИ

ФАЦИЯ КРАСНЫХ КРИНОИДНЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ И ПРОДУКТЫ КИСЛОГО ВУЛКАНИЗМА В ЛЕЙАСЕ ЛОКСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 7.6.1974)

Геология Юго-Восточной Грузии и, в частности, Локской зоны изучена довольно детально. И. Р. Кахадзе [1] высказал предположение о наличии здесь всех ярусов лейаса, которые в дальнейшем были подтверждены фаунистически [2] и детально охарактеризованы литологически [3]. Лейасская толща мощностью 400—720 м, несогласно налегающая на размытую поверхность фундамента, снизу вверх представлена базальными конгломератами и кварцевыми песчаниками гетанга, слюдястыми песчаниками, сланцами и линзами темно-серых известняков, мергелей и конгломератов синемюра-низов аалена [4]. В описанных разрезах не указывается на присутствие продуктов кислого вулканизма и фации криноидных известняков, хорошо известной на Грузинской глыбе [5].

Рис. 1. Разрез по буровой скважине № 498: 1 — диабаз-порфиры, 2 — туфопесчаники, 3 — зоогенные красные известняки, 4 — известковистые туффиты, 5 — туфолавы и витрокластические туфы кварцевых порфиров



За последние годы в Локской зоне пробурен ряд скважин, изучение керна которых дополняет имевшиеся сведения о литологии лейасских образований Юго-Восточной Грузии. В частности, в скважине № 498 (рис. 1), пробуренной на правом берегу р. Ахкерпи-чай, восточнее балки Баритис-хеви, в интервале 200—216 м были вскрыты неизвестные ранее в районе сильно брекчированные красные зоогенные пелитоморфные известняки, в которых по нашей просьбе В. И. Зесашвили определена фауна митиллоидов *Mytiloides cf. quenstedti* Pöel., *Mytiloides cf. amygdaloides* Saw. тоара-нижнего аалена. Микрофауна ф-

25. „მეცნიერება“, ტ. 77, № 2, 1975



раминифер *Spirillena* sp., определенная В. А. Тодрия, устанавливает триасовый возраст указанных образований.

Породы, подстилающие известняки до глубины 227 м, представлены пачкой чередующихся красных известняков со среднезернистыми светло-серыми с фиолетовым оттенком туфоизвестняками и известковистыми туффитами. В указанной пачке с глубиной увеличивается количество ювенильной витрической кластики, раскристаллизованной в кварц-полевошпатовый криптокристаллический агрегат. Глубже, до забоя скважины (360 м), следует мощная пачка вишнево-красных туфолов кварцевых порфиров с прослоями псаммитовых витрокластических туфов, сцементированных в верхних частях карбонатизированной пепловой массой. В кровле туфолов под витрокластическими туфами, которые слагаются рогульчатыми и серповидными обломками стекла и сплюснутыми обрывками пемз, залегают полосчатые разности фельзитов. Вкрапленники, количество которых в туфолавах не превышает 10—15%, представлены оплавленными, нередко резорбированными кристаллами кварца, зонального плагноклаза и пертитового калишпата. При этом основная масса псевдофлюидальной текстуры состоит из спящейся витрокластики и сплюснутых пемз, вытянутых по направлению течения и обтекающих фенокристаллы. По трещинкам последних и в основной массе развиваются агрегаты вторичных минералов: альбита, адуляра, ломонтита, гидрослюда и гидрокислов железа. Последние придают породе краснокаменный облик, характерный для аэральных и субаэральных условий извержения.

Над зоогенными красными известняками в псаммо-алевритовых туфопесчаниках, имеющих мощность 25 м, продукты кислой ювенильной кластики представлены оскольчатыми обломками кварца, относительно свежих калишпата и плагноклаза, осадочный материал — хорошо окатанными обломками эффузивного и гранитного кварца, серицитизированного плагноклаза и оглинившегося калишпата. В породе неравномерно распределены чешуи гидрослюда, вытянутые по направлению сланцеватости. Базальный цемент глинисто-гидрослюдистого состава, обогащен органикой, обладающей высокой отражательной способностью, и содержит пятнистые выделения и прожилки кальцита.

Судя по характеру перерождения компонентов туфопесчаников, можно предположить, что после формирования лейасских известняков происходил размыв не только магматических пород, подстилающих лейасские отложения, но и синхронных известнякам кислых вулканитов. Вскрытые скважиной диабаз-порфириты, условия залегания которых не известны, возможно, являются более поздними образованиями. Однако аналогичные породы и их пирокластиты известны в отложениях верхнего лейаса Шамшадинского и Шамхорского антиклинориев [6, 7], что не исключает лейасского возраста и указанных диабаз-порфиритов.

В связи с выявлением кислых вулканитов в отложениях лейаса Локского массива возникает вопрос о возможности наличия их и в синхронных осадках Храмского массива. В этом отношении интересным представляется разрез восточнее урочища Мошети, в балке Карджны, где под фаунистически охарактеризованными тоар-нижнеалпенскими отложениями развиты кислые вулканиты. Их стратиграфическое положение позволяет предположить, что они, вероятнее всего, являются лейасскими, а не верхнепалеозойскими.

Учитывая приведенные в статье данные, а также известные проявления продуктов кислого вулканизма и в лейасских отложениях



Большого Кавказа и Грузинской глыбы [8, 9], можно заключить, что на Кавказе в лейасское время, в блоках с тенденцией воздымания, вулканизм характеризуется единой направленностью развития от кислого к основному, как это имеет место на Локском поднятии. Здесь кислый вулканизм тоара-нижнего аалена предшествовал мощному байосскому андезито-базальтовому, образуя единый антидромный ряд пород. Тенденция воздымания Локского блока, устанавливаемая в юре и в мелу, возможно, была унаследована с позднего палеозоя. Каждый последующий цикл вулканизма в пределах указанного поднятия начинался активностью кислой магмы корового происхождения.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 13.6.1974)

კატეგორია

თ. გოგიშვილი, ი. ყიფიანი

წითელი კირკვების ფაციესი და მჟავა ვულკანიზმის
პროდუქტები ლოქის მასივის ლიასურ ნალექებში

რეზიუმე

ართვინ-ბოლნისის ბელტზე, ლოქის მასივის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში დადგენილ მჟავა ვულკანოგენურ და ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებთან ერთად აღინიშნება ტოარ — ქვედააალენური ასაკის კირქვების არსებობა. ძირულისა და ლოქის მასივების აზვევების ტენდენციად მიგვიითებენ ფაციესების ერთგვაროვნება და ვულკანიზმის ხასიათი, რაც შეიძლება მიჩნეულ იქნეს ზედაპალეოზოური აზვევების გამოვლინებად. მჟავა ვულკანიზმის პროდუქტების არსებობა დიდ კავკასიონზე უთუოდ მიგვიითებს იმაზე, რომ სხვადასხვა გეოტექტონიკურ ერთეულში ლიასური ვულკანიზმი ერთნაირად ვითარდებოდა.

PETROLOGY

T. Sh. GOGISHVILI, I. B. KIPIANI

THE FACIES OF RED LIMESTONES AND PRODUCTS
OF OXIDIZED VOLCANISM IN LIASSIC SEDIMENTS OF
THE LOK MASSIF

Summary

Oxidized igneous and igneous-sedimentary rocks and associated, faunally characterized red limestones of the Toarcian-lower Aalenian stage have been discovered for the first time in the Lok massif of the Artvin-Bolnisi block.

The similarity of facies and the character of volcanism of the Dzirula and Lok massifs testify to their trend towards uplifting in the Liassic time, inherited from the Upper Palaeozoic.

The availability of products of oxidized volcanism in the Greater Caucasus evidently attests to a similar trend of volcanic processes in different geotectonic units.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., т. III (VIII), 1947.
2. В. И. Зесашвили. Труды Геол. ин-та АН ГССР, т. IX (XIV), вып. 1, 1955.
3. Г. А. Чихрадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер. вып. 3, 1965.
4. В. И. Зесашвили, Г. А. Чихрадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 1, 1965.
5. А. И. Джанелидзе. Сообщения АН ГССР, т. VIII, № 4, 1946.
6. Н. Р. Азарян, В. Т. Акопян, Г. А. Чубарян. Геология СССР, т. XVIII. М., 1970.
7. Т. А. Гасанов, Т. Аб. Гасанов. Геология СССР, т. XVII. М., 1972.
8. А. Л. Канчавели. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969.
9. М. А. Беридзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 38, 1973.

Н. П. БУЛИЯ

НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК С
 ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 3.12.1974)

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку двойкой кривизны, на которую действует нагрузка p . Образует в пологой оболочке круговое (эллиптическое или произвольного очертания) отверстие. Для этого рассмотрим данную пологую оболочку без нагрузки p , которую назовем основной оболочкой. Построим на основной оболочке круговой (эллиптический или произвольного очертания) контур так, чтобы точка приложения нагрузки p не попала внутрь контура или на него. Приложим к контуру неизвестные силы $\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_k$ и неизвестные моменты $\bar{M}_1, \bar{M}_2, \dots, \bar{M}_k$. Для создания отверстия в области, ограниченной контуром, должны удовлетворяться следующие граничные условия:

$$\frac{\partial H_j}{\partial s} + Q_j = 0,$$

$$M_j = -D \left(\frac{\partial^2 w_j}{\partial n^2} + \nu \frac{\partial^2 w_j}{\partial s^2} \right) = 0, \quad j=1, 2, 3, \dots, (k-1), k, \quad (1)$$

где H_1, H_2, \dots, H_k — крутящие моменты; Q_1, Q_2, \dots, Q_k — поперечные силы; w_1, w_2, \dots, w_k — прогибы; n, s — нормаль и дуга; ν — коэффициент Пуассона;

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \text{ — жесткость.}$$

Рассчитаем оболочку с отверстием путем наложения прогибов.

Обозначим через w_p прогиб, вызванный нагрузкой p ; прогибы, вызванные силами $\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_k$, обозначим соответственно через $w_{\bar{p}_1}, w_{\bar{p}_2}, \dots, w_{\bar{p}_k}$; прогибы, вызванные моментами $\bar{M}_1, \bar{M}_2, \dots, \bar{M}_k$, — через $w_{\bar{M}_1}, w_{\bar{M}_2}, \dots, w_{\bar{M}_k}$.

В точках 1, 2, 3, ... k будем иметь прогибы

$$w_j = w_p + w_{\bar{p}_j} + w_{\bar{M}_j}, \quad j=1, 2, 3, \dots, k. \quad (2)$$

Как известно [1], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 w = 0, \quad (3)$$

$$\nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 w - z = 0.$$

Здесь ∇^2 и ∇_k^2 — дифференциальные операторы второго порядка:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \nabla_k^2 = k_2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2}{\partial y^2},$$

где $\varphi = \varphi(x, y)$ — функция напряжений; $w = w(x, y)$ — функция перемещений; $z = z(x, y)$ — интенсивность поверхностной нагрузки.

Система двух дифференциальных уравнений (3) может быть приведена к одному дифференциальному уравнению [1]:

$$\Delta^4 w + \frac{12(1-\nu^2)}{h^2} \Delta_k^2 w - \frac{1}{D} \Delta^2 q(x, y) = 0. \quad (4)$$

Согласно методу Бубнова—Галеркина решение уравнения (4) представим в виде

$$\int_0^a \int_0^b \left[\Delta^4 w + \frac{12(1-\nu^2)}{h^2} \Delta_k^2 w - \frac{1}{D} \Delta^2 q(x, y) \right] f(x) \psi(y) dx dy = 0, \quad (5)$$

где $f(x)$ и $\psi(y)$ — любые непрерывные функции.

Расчет прогибов, вызванных сосредоточенными силами, значительно облегчается использование дельта-функций Дирака [2]. Дельта-функция Дирака δ является сингулярной функцией. Если координаты точек приложения сил p , \bar{p}_1 , \bar{p}_2 , ..., \bar{p}_k обозначим соответственно (c, d) ; (c_1, d_1) ; (c_2, d_2) ; ..., (c_k, d_k) , тогда в общем виде сосредоточенную силу p можно представить следующим образом:

$$q = p \delta(x - c) \delta(y - d), \quad (6)$$

где q — интенсивность поверхностной нагрузки.

Наиболее важное свойство δ -функции выражается в том, что, если под определенным интегралом стоит произведение любой непрерывной функции $f(x)$ на $\delta(x - c)$, результат сводится к простой замене аргумента функции c :

$$\int_a^b f(x) \delta(x - c) dx = f(c).$$

На основе этого важного свойства функции Дирака для нашего случая можем записать

$$\int_0^a \int_0^b p \delta(x - c) \delta(y - d) f(x) \psi(y) = p f(c) \psi(d). \quad (7)$$

Аналогично сосредоточенным силам получаем действия сосредоточенных моментов. Допустим, что на точку (c, d) действует сосредоточенный момент M . Разложим его на моменты M_x и M_y , действующие в сечениях, перпендикулярных к осям ox и oy . Согласно (6),

$$q_x = -M_x \frac{d\delta(x-c)}{dx} \delta(y-d),$$

$$q_y = -M_y \delta(x-c) \frac{d\delta(y-d)}{dy}, \quad (8)$$

В этом случае можем записать

$$\int_0^a \int_0^b -M_x \frac{d[\delta(x-c)]}{dx} \delta(y-d) f(x) \psi(y) dx dy = -M_x f'(x) \psi(y); \quad (9)$$

$$\int_0^a \int_0^b -M_y \delta(x-c) \frac{d[\delta(y-d)]}{dy} f(x) \psi(y) dx dy = -M_y f(x) \psi'(y).$$

Согласно равенствам (7) и (9), третье слагаемое уравнения (5) после интегрирования получает простой вид. Крутящие моменты и поперечные силы определяются формулами

$$H_j = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 \omega_j}{\partial s \partial n}, \quad j=1, 2, 3, \dots, k,$$

$$Q_j = -\frac{\partial}{\partial n} \nabla^2 \omega_j, \quad (10)$$

Согласно (10), (1), граничные условия получают вид

$$\frac{\partial^3 \omega_j}{\partial n^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 \omega_j}{\partial n \partial s^2} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 \omega_j}{\partial n^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega_j}{\partial s^2} = 0, \quad (11)$$

где

$$\frac{\partial}{\partial n} = l \frac{\partial}{\partial x} + m \frac{\partial}{\partial y}; \quad \frac{\partial}{\partial s} = l \frac{\partial}{\partial y} + m \frac{\partial}{\partial x}; \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial s^2} + \frac{\partial^2}{\partial n^2};$$

$$l = \cos(\widehat{n, x}); \quad m = \cos(\widehat{m, y}).$$

Прогибы, вызванные сосредоточенными силами и сосредоточенными моментами, представим в виде

$$\omega_{\bar{p}_j} = \bar{p}_j \cdot \bar{\omega}_{\bar{p}_j}, \quad \omega_{\bar{M}_j} = \bar{M}_j \cdot \bar{\omega}_{\bar{M}_j}, \quad j=1, 2, 3, \dots, k.$$

Согласно последним обозначениям формула (2) примет вид

$$\omega_j = \omega_p + \bar{p}_j \bar{\omega}_{\bar{p}_j} + \bar{M}_j \bar{\omega}_{\bar{M}_j}. \quad (12)$$

Входящие в (12) неизвестные величины \bar{p}_j и \bar{M}_j определяются граничными условиями (11).

Если допустим, что $k_1 = k_2 = 0$, тогда из вышерассмотренной теории получим плиту с отверстием.

ბ. ბულია

ხვრელიანი დამრეცი გარსის ანგარიშის ახალი მეთოდი

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია ხვრელიანი დამრეცი გარსის ანგარიშის ახალი მეთოდი. განხილულია ღუნვის ამოცანა. დირაკის ფუნქციების გამოყენება ამარტივებს ბუბნოვ — გალიორკინის განტოლებას.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

A NEW METHOD OF CALCULATION OF A GENTLY INCLINED PERFORATED CASING

Summary

A new method of calculation of a gently inclined perforated casing is presented. The problem of sagging is considered. The use of Dirac's functions simplifies the Bubnov-Galerkin equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
2. Дирак. Основы квантовой механики. Л.—М., 1937.

Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ, Н. В. ЧХИКВАДЗЕ, Ю. И. ПУЛАРИАНИ

ДОСТИЖЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХЛОРИДОВ ЛАНТАНА И ЦЕРИЯ ПРИ ВАКУУМТЕРМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИГАТУР АЛЮМИНИЙ-ЛАНТАН И АЛЮМИНИЙ-ЦЕРИЙ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 3.11.1974)

Металлургический процесс характеризуется тремя основными чертами: а) случайным характером большинства параметров; б) значительным разнообразием отдельных параметров; в) большим количеством параметров, оказывающих влияние на данный процесс.

В связи с этим для анализа закономерности массовых явлений в металлургии плодотворны методы математической статистики, в частности статистические методы планирования и оптимизации экстремальных экспериментов. К настоящему времени указанные методы еще с недостаточной широтой применяются в экспериментах по изучению реакций восстановления металлов из химических соединений.

В проведенной работе решена задача определения максимальной степени металлотермического восстановления хлоридов методом круглого восхождения [1].

Для решения поставленной задачи использованы данные по кинетике алюмотермического восстановления хлоридов [2, 3], применены статистические методы планирования и оптимизации экстремальных экспериментов. На основе результатов предыдущих экспериментов по изучению кинетики процесса алюмотермического восстановления хлоридов лантана и церия составлен ортогональный план первого порядка типа $N=2^k$. Кодирование натуральных величин факторов, влияющих на процесс, проведено по формуле $x_i = \frac{\xi_i - \xi_0}{\lambda_i}$, где x_i — кодовое обозначение фактора, принимающее только два значения $+1$ и -1 ; ξ_i — натуральное значение фактора; ξ_0 — основной уровень; λ_i — интервал варьирования.

Условия планирования и результаты опытов для процесса алюмотермического восстановления хлоридов лантана и церия приведены в табл. 1, где ξ_1 , ξ_2 и ξ_3 — натуральные значения температурного фактора молярного отношения, продолжительности и соответственно y и y_p — экспериментальные и расчетные значения степеней восстановления в %.

Из результатов таблицы вычислены коэффициенты регрессии с помощью формулы

$$b_0 = \frac{\sum_{t=1}^N x_{0t} y_t}{N}, \quad b_i = \frac{\sum_{t=1}^N x_{it} y_t}{N},$$

где N — число экспериментов. Полученное уравнение регрессии имеет вид

$$y_{La} = 20,7 + 7,3 x_1 + 4,3 x_2 + 8,7 x_3.$$

Из уравнения видно, что степень восстановления возрастает с увеличением всех трех факторов (положительные знаки коэффициентов). Наиболее значительными в исследованной области являются температурный фактор и фактор продолжительности. Уравнение проверено на адекватность с помощью критерия Фишера. Для этого вычислена дисперсия адекватности по формуле

$$\sigma_{a\partial}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_j - y_{j0})^2}{N - k - 1} = \frac{72,10}{4} = 18,02.$$

Критерий Фишера $F = \frac{\sigma_{a\partial}^2}{\sigma^2} = \frac{18,02}{2,48}$, табличное значение F_T для степеней свободы $f = N - k - 1 = 4$, $f_a = N_0 - 1 = 2$, $F_T = 19,2$. Уравнение

Таблица 1

Условия планирования и результаты опытов

Обозначение натуральных величин факторов	ξ 1°C	ξ 2	ξ 3 мин	Y %	Y_p %
Основной уровень	825	7,5	10		
Интервал варьирования	25	2,5	5		
Верхний уровень	800	10	15		
Нижний уровень	800	5	5		
Кодовые обозначения факторов	$X_0 X_1$	X_2	X_3	Y	Y_p
1	++	+	+	43,4	
2	+-	+	+	22,8	
3	++	-	+	28,4	
4	+-	-	+	15,1	
5	++	+	-	24,4	
6	+-	+	-	9,6	
7	++	-	-	16,0	
8	+-	-	-	6,1	
b_i	20,7+7,3	+4,3	+ 8,7	—	
$b_i + \lambda_i$	- +18	2,5+10,7	+43,5	—	
$\Delta = \frac{\lambda^*}{b_i \times \lambda_i}$	- +0,1	37—	—	—	
$\lambda = b_i \times \lambda_i \times \Delta$	— 25	+1,46	+569		
Новый основной уровень	— 825	7,5	10		
Движение по градиенту					
1	— 850	8,96	15,96	—	40,86
2	— 875	10,42	21,92	—	61,02
3	— 900	11,88	27,88	—	81,18
4	— 925	13,34	33,84	—	101,34



адекватно, так как $F = 7,2 < F_T = 19,2$. Следовательно, для достижения максимума рассчитано направление крутого восхождения (направление градиента).

Базовым является температурный фактор, для которого произведение $(b_i \times \lambda_i)$ больше остальных. Остальные факторы менялись пропорционально базовому. Результаты движения по направлению градиента приведены в табл. 1. Расчетные значения выхода вычислялись с помощью уравнения

$$y_p = b_0 + \left(b_1 \frac{\lambda_1^*}{\lambda_1} + b_2 \frac{\lambda_2^*}{\lambda_2} + b_3 \frac{\lambda_3^*}{\lambda_3} \right),$$

где λ_i^* — новый интервал варьирования.

$y_p = 20,7 + \left(7,3 \frac{25}{25} + 4,3 \frac{1,46}{2,5} + 8,7 \frac{5,96}{5} \right) j$; $y_p = 20,7 + 20,16 j$,
 $j = 1, 2, \dots, n$; $y_p = 20,7 + 20,16 = 40,86$; $y_p = 20,7 + 40,32 = 61,02$ и т. д.
 На четвертом шаге движения достигается степень восстановления 101,34%.
 Условия, соответствующие этой точке факторного пространства, следующие: температура процесса 925°C, молярное соотношение Al : LaCl₃ = 13,34 и продолжительность процесса 33 и 85 минут. Проведенный в этих условиях эксперимент дал степень восстановления хлорида лантана 98%.

Таблица 2

Условия планирования и результаты опытов

Обозначение натуральных величин факторов		ξ 1°C	ξ 2	ξ 3	Y %	Y _p %
Основной уровень		825	7,5	10		
Интервал варьирования		25	2,5	5		
Верхний уровень		850	10	15		
Нижний уровень		800	5	5		
Кодовые обозначения факторов	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	Y	Y _p
№ эксперимента						
1	+	+	+	+	57,4	
2	+	—	+	+	36,5	
3	+	+	—	+	42,0	
4	+	—	—	+	25,0	
5	+	+	+	—	34,75	
6	+	—	+	—	19,0	
7	+	+	—	—	22,9	
8	+	—	—	—	11,4	
b _i	+31,12	+ 8,14	+ 5,75	+ 8,73	+43,65	
b _i + λ _i	—	+203,5	+14,37	+43,65		
$\lambda_i = b_i \times \lambda_i \times \Delta\Delta = \frac{\lambda_i}{b_i \times \lambda_i}$		+0,123				
$\lambda_i = b_i \times \lambda_i \times \Delta$		25	1,76	5,37		
Новый основной уровень	—	825	7,5	10		
Движение по градиенту						
1	—	850	9,26	15,37		52,68
2	—	875	11,02	20,74		74,24
3	—	900	12,78	26,11		94,80

Такими же методами проведена оптимизация процесса восстановления хлоридов церия. Составлен и реализован ортогональный план первого порядка типа $N=2^3$. Условия планирования и результаты опытов приведены в табл. 2. На основе этих результатов составлено уравнение первого порядка вида $y=31,12+8,1x_1+5,75x_2$. Оно адекватно описывает процесс, так как вычислительное значение критерия Фишера составляет $F = \frac{6,7}{1,16} = 5,7$, $F = 5,7 < F_T = 19,2$. На третьем шаге движения по направлению градиента полученного уравнения достигнут выход 94,80%. Эксперимент, проведенный в соответствующих условиях (температура 900°C, Al:CeCl₃=12,78, продолжительность 26 минут), дал выход 96%.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

(Поступило 5.11.1974)

მეტალურგია

ბ. ზვიადაძე, ნ. ჩხიკვაძე, ი. პულარგანი

ლითიუმისა და ცერიუმის ქლორიდების აღდგენის მაქსიმალური ხარისხის მიღწევა ალუმინ-ლანთანისა და ალუმინ-ცერიუმის მიღების ვაკუუმთერმული პროცესის დროს

რეზიუმე

დადგენილების სტატისტიკური მეთოდითა და ექსპერიმენტების ექსტრემალური ოპტიმიზაციით განსაზღვრულია ვაკუუმში ლანთანისა და ცერიუმის ქლორიდების ალუმინით აღდგენის მაქსიმალური ხარისხები.

შესწავლილი პროცესების კინეტიკური მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ აღდგენის ხარისხი იზრდება ნარევის კომპონენტების მოლარული შეფარდების გაზრდასა, ტემპერატურის მომატებასა და პროცესის გახანგრძლივებასთან ერთად.

METALLURGY

G. N. ZVIADADZE, N. V. CHIKHIVADZE, I. I. PULARIANI

ATTAINMENT OF THE MAXIMAL DEGREE OF REDUCTION OF
 LANTHANUM- AND CERIUM CHLORIDES BY THE
 VACUUMTHERMICAL PROCESS OF OBTAINING THE LIGATURE
 OF ALUMINIUM-LANTHANUM AND ALUMINIUM-CERIUM

Summary

Using statistical methods of planning and optimization of extremal experiments, the maximal degree of reduction of chlorides of lanthanum and cerium by aluminium in vacuum have been determined on the basis of the experimental kinetic results of the processes studied.

It is concluded that the degree of reduction increases with an increase of the molar ratio between the components of the mixture and of the temperature and duration of the process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.
2. Г. Н. Звиададзе, Е. С. Табатадзе, Н. В. Чхиквадзе, О. В. Шенгелия. Авторское свидетельство № 313884 от 17 III, 1970.
3. Г. Н. Звиададзе, Н. В. Чхиквадзе. Сб. «Вакуумные процессы в цветной металлургии», 1971 г., Алма-Ата.

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
 Н. В. ДЕДУРИШВИЛИ, Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

К ВОПРОСУ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
 СФЕРИЧЕСКОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим задачу кинематического исследования сферического кривошипно-ползунного механизма *ABCA* (рис. 1).

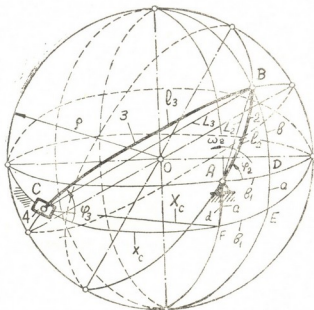


Рис. 1

Размеры звеньев механизма l_2 и l_3 , дезаксиал a и расстояние x_c заданы сферическим расстоянием. Заданы также углы поворота φ_2 кривошипа 2 и радиус сферы ρ .

Требуется определить положение звеньев 3 и 4, угловые скорости и ускорения этих же звеньев, а также линейные скорости и ускорения отдельных точек механизма.

Рассмотрев сферические треугольники *ABD* и *BCE*, напомним

$$\sin \varphi_3 = \frac{\sin l_2 \cos a \sin \varphi_2 + \sin a (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{1/2}}{\sin l_3}, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} x_c = \frac{\operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3 - \operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2}{1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3}. \quad (2)$$

С помощью выражений (1) и (2) определяются соответственно угол φ_3 и сферическое расстояние x_c .

Угловая скорость звеньев 3 и 4

$$\omega_3 = i_{32} \omega_2, \quad \omega_4 = i_{(42)\varphi_2} \omega_2, \quad (3)$$



где ω_2 — заданная угловая скорость ведущего звена 2; i_{32} и i'_{32} — аналоги угловых скоростей и

$$i_{32} = \frac{\sin l_2 \cos a \cos \varphi_2 - \frac{1}{2} \sin a \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{-1/2}}{\sin l_3 \cos \varphi_3}, \quad (4)$$

$$i_{(42)\varphi_2} = \frac{\operatorname{tg} l_2 \sin \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} - \frac{i_{32} \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3}. \quad (5)$$

Истинная скорость точки C звена 4

$$V_c = \omega_2 \rho \left(\frac{\operatorname{tg} l_2 \sin \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} - \frac{i_{32} \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3} \right). \quad (6)$$

Угловые ускорения звеньев 3 и 4

$$\varepsilon_3 = \omega_2^2 i'_{32} + \varepsilon_2 i_{32}, \quad \varepsilon_4 = \omega_2^2 i'_{(42)\varphi_2} + \varepsilon_2 i_{(42)\varphi_2}, \quad (7)$$

где ε_2 — заданное угловое ускорение ведущего звена 2; i'_{32} и $i'_{(42)\varphi_2}$ — аналоги угловых ускорений и

$$i'_{32} = \frac{m_1 - m_2 + m_3}{m_4}, \quad (8)$$

$$i'_{(42)\varphi_2} = m_5 - m_6 - m_7; \quad (9)$$

в свою очередь,

$$m_1 = i_{32}^2 \sin l_3 \sin \varphi_3 - \sin l_2 \cos a \sin \varphi_2;$$

$$m_2 = \sin a \sin^2 l_2 \cos 2 \varphi_2 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{-1/2};$$

$$m_3 = \frac{1}{4} \sin a \sin^4 l_2 \sin^2 2 \varphi_2 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{-3/2};$$

$$m_4 = \sin l_3 \cos \varphi_3;$$

$$m_5 = \frac{\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} \left(1 + \frac{2 \operatorname{tg}^2 l_2 \sin^2 \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} \right);$$

$$m_6 = \frac{i_{32} \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3} \left(i_{32} + \frac{2 \operatorname{tg}^2 l_3 \sin^2 \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3} \right);$$

$$m_7 = \frac{i'_{32} \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3}.$$

Нормальное и тангенциальное ускорение точки C

$$a_c^n = \omega_2^2 \rho \left(\frac{\operatorname{tg} l_2 \sin \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} - \frac{i_{32} \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3} \right), \quad (10)$$

$$a_c^t = \rho i'_{(42)\varphi_2}.$$

Истинное ускорение точки C

$$a_c = \omega_2^2 \rho \sqrt{(a_c^n)^2 + (a_c^t)^2} + \varepsilon_2 \rho \left(\frac{\operatorname{tg} l_2 \sin \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 l_2 \cos^2 \varphi_2} - \frac{i_{32} \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3}{1 + \operatorname{tg}^2 l_3 \cos^2 \varphi_3} \right). \quad (11)$$

Если сферические расстояния L_i выразить радиусом сферы ρ и соответствующими хордами L_i , тогда при $\rho \rightarrow \infty$, как частный случай, получим известные выражения [1] для кинематического исследования плоского кривошипно-ползунного механизма (рис. 2).

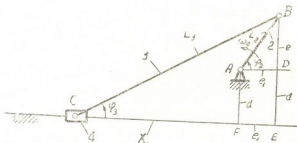


Рис. 2

В этом частном случае полученные выше выражения примут вид

$$\sin \varphi_3 = \frac{L_2 \sin \varphi_2 + d}{L_3}, \quad (1')$$

$$X_C = L_3 \cos \varphi_3 - L_2 \cos \varphi_2, \quad (2')$$

$$\omega_3 = i_{32} \omega_2, \quad \omega_4 = 0, \quad (3')$$

$$i_{32} = \frac{L_2 \cos \varphi_2}{L_3 \cos \varphi_3}, \quad (4')$$

$$i_{(42)\varphi_2} = 0, \quad (5')$$

$$V_C = \omega_2 L_2 \frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_3)}{\cos \varphi_3}, \quad (6')$$

$$\varepsilon_3 = \omega_2^2 i_{32}' + \varepsilon_2 i_{32}, \quad \varepsilon_4 = 0, \quad (7')$$

$$i_{32}' = \frac{i_{32}^2 L_3 \sin \varphi_3 - L_2 \sin \varphi_2}{L_3 \cos \varphi_3}, \quad (8')$$

$$i_{(42)\varphi_2}' = 0, \quad (9')$$

$$a_C^n = 0, \quad (10')$$

$$a_C^t = a_{C\varphi_2} = \frac{L_2 [L_3 \cos^2 \varphi_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) - L_2 \cos^2 \varphi_2]}{L_3 \cos^3 \varphi_3},$$

$$a_C = \omega_2^2 a_{C\varphi_2} + \varepsilon_2 L_2 \frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_3)}{\cos \varphi_3}. \quad (11')$$

Таким образом, решена задача кинематического исследования сферического кривошипно-ползунного механизма.

Полученные выражения носят общий характер и могут быть использованы для решения задач кинематического исследования как для сферического, так и для плоского кривошипно-ползунных механизмов.

დ. თამხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ნ. დემურეშვილი, ნ. დავითაშვილი

სფერული მრუდმხარა-მცოცინანი მექანიზმის
 კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომში განხილულია სფერული მრუდმხარა-მცოცინანი მექანიზმის კინემატიკური კვლევის ამოცანის გადაწყვეტა, რომლისათვისაც მიღებული გამოსახულებები ზოგადი ხასიათისაა და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სფერული, ისე ბრტყელი მრუდმხარა-მცოცინანი მექანიზმების კინემატიკური კვლევისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. V. DEMURISHVILI, N. S. DAVITASHVILI

TOWARD A KINEMATIC STUDY OF CRANK AND SLIDER
 SPHERICAL MECHANISMS

Summary

The problem of kinematic investigation of crank and slider plane mechanisms is considered. The results obtained enable an overall kinematic investigation of the above mechanism, for the findings are of general character and can be used in solving the problems of kinematic investigation of both spherical and crank and slider plane mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский, Теория механизмов, М., 1965.

К. А. БИЛАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОДВОДНЫХ НАНОСНЫХ ЛАВИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 12.7.1974)

Динамику прибрежной зоны бесприливных морей, как известно, обуславливает волновой режим взморья и характер деформации волн на прибрежной отмели, зависящей от угла подхода волн к берегу, топографии подводного склона и природы строения берегового рельефа, а также количество транспортируемых вдольбереговым потоком пляжеформирующих наносов.

Эти факторы в различных сочетаниях способствуют образованию современных прибрежных аккумулятивных и абразивных форм, в основном за счет перераспределения терригенных масс, поступающих с суши. Наиболее интенсивно действие волнений, местных течений и прибойных потоков проявляется в неритовой и батинальной областях морских периферий.

Особый интерес представляет исследование процессов переформирования подводных склонов побережий в районах приустьевых взморий бесприливных морей, так как эта область характеризуется наибольшим количеством терригенного материала. Кроме того, определенное влияние на волнение оказывает и речное течение. Изучение литодинамики районов приустьевых взморий связано также с большим народнохозяйственным значением устьевых областей рек (судоходство и портостроение, сброс отработанных вод, питьевое и промышленное водоснабжение, рыболовство и мелиорация).

При паводках, в периоды интенсивного выноса терригенного материала в область устьевого взморья речной струей, течением и волновой деятельностью моря речные отложения под воздействием волновых колебаний и реже других динамических факторов могут обрушиваться на свал глубин в виде разжиженной массы или наносной лавины.

Применяемые в нефтедобывающей промышленности погруженные и полупогруженные платформы, сваи нефтепромысловых и бурильных установок, подводные кабели для коммуникации, выходы сточных и фекальных вод, расположенные вблизи лавиноопасных зон, каковыми являются подводные русла врезанных в материковые склоны приустьевых каньонов, а также каньоны, расположенные в зоне интенсивных миграций вдольбереговых потоков наносов, подвержены разрушительному воздействию подводных наносных оползневых лавин и индуцируемых ими мутьевых плотностных потоков.

В связи с вышеуказанным представляет практический интерес количественная оценка степени устойчивости толщ наносных отложений на краю свала глубин устьевого взморья, а также возможных силовых воздействий наносной лавины, скользящей по подводному склону на препятствия.



Впервые эти вопросы были рассмотрены Т. Г. Войнич-Сяно-женцким в работе [1], где приведены и решения, полученные при участии автора.

Для определения параметров движения наносной лавины по подвальному склону после нарушения условий устойчивости толщи наносных отложений на свале глубин и динамических нагрузок на подводные сооружения уравнение движения конфигурации наносных отложений, имеющих форму, близкую к треугольной, как квазимонолитного тела, записываем в виде

$$m \frac{dv_x}{dt} = G_x - R_1 - fG_z, \quad (1)$$

где m — сумма масс наносных отложений m_0 и присоединенной массы жидкости λ_0 ; v_x — продольная составляющая скорости движения лавины.

Проекция массы толщи G на осях x и z будут равны соответственно

$$G_x = W_\delta (\gamma_s - \gamma) \sin \psi, \quad G_z = W_\delta (\gamma_s - \gamma) \cos \psi. \quad (2)$$

Здесь $W_\delta = \frac{blh_\delta}{2}$ — полный объем тела; γ_s и γ — соответственно объемная масса наносов и воды; ψ — угол наклона подстилающей поверхности; b , l и h_δ — ширина, протяженность и мощность толщи отложений; f — коэффициент кулонова трения.

Силу гидродинамического сопротивления среды R_1 принимаем равной

$$R_1 = \frac{1}{2} c \rho s v_x^2, \quad (3)$$

где c — коэффициент лобового сопротивления среды; ρ — ее плотность; s — площадь миделя и v_x^2 — квадрат скорости движения тела наносных отложений.

Используя полученные выше значения (2) и (3), после некоторых преобразований приводим уравнение (1) к виду

$$\left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{11} \right) \frac{dv_x}{dt} = \frac{c\rho}{l} \left[-v_x^2 + \frac{l(\gamma_s - \gamma) \cos \psi (\operatorname{tg} \psi - f)}{c\rho} \right], \quad (4)$$

где k_{11} — коэффициент присоединенной массы жидкости, рассчитываемый по таблицам Гуревича и Римана [2]. Ориентировочное значение для тела наносного отложения, стилизованного в виде эллиптического тела, равно 0,3 (предполагается, что при движении тело переходит в эллипс).

Для упрощения последующих преобразований вводим обозначения

$$a' = \left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{11} \right), \quad b' = \frac{l(\gamma_s - \gamma) \cos \psi (\operatorname{tg} \psi - f)}{c\rho}, \quad k' = \frac{c\rho}{l}. \quad (5)$$

Умножая уравнение (4) на dx и интегрируя его с учетом начальных условий $x=0$, $v_x=0$, получаем

$$v_x^2 = b' \left(1 - \exp \left\{ -\frac{k'}{a'} x \right\} \right),$$

откуда с учетом (5) находим

$$v_x = \sqrt{\frac{l(\gamma_s - \gamma) \cos \psi (\operatorname{tg} \psi - f)}{c\rho} \left(1 - \exp \left\{ -\frac{c\rho}{l \left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{\parallel} \right)} x \right\} \right)}. \quad (6)$$

В соотношении (6) при возрастании x второй множитель подкоренного выражения стремится к единице. При этом $v_x \rightarrow \text{const}$, т. е. движение приобретает характер равномерного.

Предельную скорость движения наносной лавины устанавливаем из (6):

$$v_x = \sqrt{\frac{l(\gamma_s - \gamma) \cos \psi (\operatorname{tg} \psi - f)}{c\rho}}. \quad (7)$$

Величина предельной скорости получается действительной и конечной при положительном значении b' , что вытекает из формулы (4), где соблюдено условие $\operatorname{tg} \psi > f$.

Скорость движения наносной массы ближе к подножью склона, где рельеф выполаживается, находим из решения (4), при условии $x = 0$, $v_x = v_{x_0}$:

$$v_x = \sqrt{(v_{x_0}^2 + |b'|) \exp \left\{ -\frac{k'}{a'} x \right\} - |b'|}, \quad (8)$$

откуда определяем дальность выноса подводной лавины ($x=L$):

$$L = 2, 3 \frac{l \left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{\parallel} \right)}{c\rho} \lg \left[1 + \left| \frac{c\rho}{l(\gamma_s - \gamma) \cos \psi (f - \operatorname{tg} \psi)} \right| v_{x_0}^2 \right]. \quad (9)$$

Полученные выше соотношения для скоростей перемещения наносных масс по подводному склону позволяют дать количественную оценку нагрузкам при ударе наносов о подводные коммуникации.

Используя соотношения Герца для контактной силы (3), возникающей при ударе, получаем

$$P_{\max} = k^{2/5} \left[\frac{5 m_2 l (\gamma_s - \gamma) \cos \psi (\operatorname{tg} \psi - f)}{4 c\rho} \times \right. \\ \left. \times \left(1 - \exp \left\{ -\frac{c\rho}{l \left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{\parallel} \right)} x \right\} \right) \right]^{3/5}, \quad (10)$$

где m_2 — масса подводного препятствия; k — коэффициент, зависящий от радиусов кривизны соприкасающихся тел и определяемый по формуле

$$k = \frac{2}{3(1 - \mu^2)} E \sqrt{R_2}, \quad (11)$$



где μ — коэффициент Пуассона; E — модуль упругости материала наносных отложений; R_2 — характерный размер подводного препятствия по направлению движения лавины¹.

Выражение в квадратных скобках в (10) представляет собой первоначальную скорость движения наносной толщи отложений после нарушения условий равновесия начала перемещения по склону.

Соответственно для участка склона с установившейся предельной скоростью движения уравнение (10) запишется в виде

$$P'_{\max} = k^{2/5} \left[\frac{5}{4} \frac{m_2 l (\gamma_s - \gamma) \cos \psi (tg \psi - f)}{cp} \right]^{3/5}. \quad (12)$$

И наконец, для участка склона, где уклоны становятся меньше и скорость постепенно уменьшается, уравнение (10) примет вид

$$P''_{\max} = k^{2/5} \left\{ \left(\frac{5}{4} m_2 \right) \left[b' + (v_{x_0}^2 - b') \exp \left\{ - \frac{cp}{l \left(\rho_s + \frac{4}{3} \pi \rho k_{\parallel} \right)} x \right\} \right] \right\}^{3/5}. \quad (13)$$

Хотя приведенные формулы являются приближенными, тем не менее они могут быть использованы при ориентировочных оценках скоростей движения и ударных нагрузок при перемещениях грунтовых масс по подводному склону в районах устьевых взморий.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 12.7.1974)

ჰიდროტექნიკა

ბ. ბილაშვილი

წახალკვესა ფერლოზზე ზვავების ფორმირებისა და
ბანვითარების ზომიერითი საკითხი

რეზიუმე

შესწავლილია მდინარის მიერ შესართავში გამოტანილი ტერიგენული მასალის დაგროვებისა და კონტინენტურ ფერლოზზე მისი შემდგომი მოძრაობის საკითხი.

HYDRAULIC ENGINEERING

K. A. BILASHVILI

SOME QUESTIONS OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF AVALANCHES ON SUBMARINE SLOPES

Summary

The paper deals with the problem of the accumulation of terrigenous material at the river fallout and of its further movement down the continental slope.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Гидродинамика устьевых участков рек бесприливных морей. Л., 1972.
2. А. Н. Патрашев, Л. А. Кивако, С. И. Гожий. Прикладная гидромеханика, М., 1970.
3. В. Л. Бидерман. Прикладная теория механических колебаний. М., 1972.

¹ Допускается, что протяженность лавины значительно больше R_2 .

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

М. Н. НАЛБАНДЯН

КЛАСС КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИЙ МНОГОКРАТНЫЕ
АСИММЕТРИЧЕСКИЕ ОШИБКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 13.9.1974)

В настоящее время актуальной в связи с широким применением является проблема синтеза систем кодирования с асимметрическим характером канальных искажений в сигнале [1—6]. Математическая структура таких систем кодирования имеет свою особую специфику, отличающуюся от большинства других хорошо изученных в литературе систем. Поэтому для ее практического исследования требуется введение новых математических идей.

В заметке предлагается общий алгоритм декодирования для класса двоичных эффективных (относительно скорости передачи) кодов, исправляющий многократные асимметрические ошибки.

Под r -кратным асимметрическим искажением сигнала $x=(x_1, \dots, x_n)$ будем понимать сложение его по модулю 2 с помехой $y=(y_1, \dots, y_n)$, удовлетворяющей условиям

$$|y|=r, \text{ где } |y| = \sum_{i=1}^n y_i, \text{ и } |x+y|=|x|+|y|.$$

Обозначим через $H_m(f, x, \alpha)$ [7] наименьший неотрицательный вычет по модулю m выражения $-\alpha + \sum_{i=1}^n f(i)x_i$, где $x=(x_1, \dots, x_n)$ —произвольный вектор длины n , каждый компонент которого принимает значения 0, 1; $f(z)$ —некоторая целочисленная функция, определенная на заданном множестве натуральных чисел $\overline{1, n}$; α —любое целое.

Как известно [7], совокупность всевозможных решений системы

$$H_{p-1}(z, x, \alpha) = 0, \quad H_p(g^{iz} - 1, x, \alpha_i) = 0, \quad i = \overline{1, r-1},$$

является кодом, исправляющим r и меньшее число асимметрических ошибок (здесь g —первообразный корень по модулю простого p , $p > n+1$, $n > 4$, $r \leq n$).

Переходим теперь к описанию алгоритма декодирования для предложенного класса кодов.

Пусть на выходе получится сигнал $x+y$, где y —помеха.

Шаг 1. Вычислим величины

$$\theta = H_{p-1}(z, x+y, \alpha), \quad \theta_i = H_p(g^{iz} - 1, x+y, \alpha_i), \quad i = \overline{1, r-1}.$$

Числа $\theta, \theta_i, i = \overline{1, r-1}$ имеют вид

$$\theta \equiv \sum_{j=1}^k a_j \pmod{p-1},$$

(2)

$$\theta_i \equiv \sum_{j=1}^k (g^{ia_j} - 1) \pmod{p}, \quad i = \overline{1, r-1},$$

где $a_j (j = \overline{1, k})$ — ненулевые позиции вектора ошибки y .
Обозначим

$$S_k^{(i)} = \sum_{j=1}^k (g^{aj} - 1)^i,$$

$$\sigma_l = g^{a_1}, \dots, g^{a_l} + \dots + g^{a_{r-l+1}}, \dots, g^{a_r},$$

$$\beta_l = (g^{a_1} - 1), \dots, (g^{a_l} - 1) + \dots + (g^{a_{r-l+1}} - 1), \dots, (g^{a_r} - 1), \quad l = \overline{1, r}.$$

Число k находим из следующих соображений. Очевидно, что $\beta_{k+1} \equiv \dots \equiv \beta_r \equiv 0 \pmod{p}$, если число происшедших ошибок не больше, чем k . Если же произошло в точности k ошибок, то $\beta_k \not\equiv 0 \pmod{p}$.

Далее, будем опираться на два утверждения, доказательство которых проводится с легкостью:

$$1. S_k^{(i)} \equiv \theta_i - \dots + (-1)^{i-s} C_{r-s}^{i-s} \theta_s + \dots + (-1)^i C_{r-1}^{i-1} \theta_1 \pmod{p}, \quad i = \overline{1, r-1}.$$

$$2. \beta_l \equiv \sigma_l - \dots + (-1)^s C_{r-(l-s)}^s \sigma_{l-s} + \dots + (-1)^l C_r^l \pmod{p}, \quad l = \overline{1, r}.$$

Шаг 2. Вычислим величины $S_k^{(i)}, i = \overline{1, r-1}$.

Шаг 3. Пользуясь тождествами Ньютона

$$S_k^{(i)} - S_k^{(i-1)} \beta_1 + \dots + (-1)^{i-1} S_k^{(1)} \beta_{i-1} + (-1)^i i \beta_i \equiv 0 \pmod{p}, \quad i = \overline{1, r-1},$$

находим числа $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{r-1}$.

Шаг 4. Так как матрица системы сравнений

$$\beta_l \equiv \sigma_l - \dots + (-1)^s C_{r-(l-s)}^s \sigma_{l-s} + \dots + (-1)^l C_r^l \pmod{p}, \quad l = \overline{1, r-1}$$

нижняя треугольная неособенная, то она имеет единственное решение. Этим определяются $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{r-1}$.

Шаг 5. Пользуясь сравнением

$$\beta_r \equiv \sigma_r - \sigma_{r-1} + \dots + (-1)^s \sigma_{r-s} + \dots + (-1)^r \pmod{p}$$

и (2), находим β_r и тем самым k .

Шаг 6. Используя процедуру Ченя, найдем числа b_1, b_2, \dots, b_k из класса вычетов по модулю p , удовлетворяющие сравнению

$$x^k - \beta_1 x^{k-1} + \dots + (-1)^k \beta_k \equiv 0 \pmod{p}.$$

Шаг 7. Наконец, решения сравнений

$$g^{x_j} - 1 \equiv b_j \pmod{p}, \quad j = \overline{1, k},$$

дают нам номера искаженных позиций.

Нетрудно показать, что количество операций, необходимых для декодирования искаженного сигнала, имеет порядок cn^2 , где c — константа, не зависящая от n .

Существенно опираясь на предыдущие результаты, можно доказать, что приводимый нами код исправляет также симметрические ошибки.

Теорема. *Вышеописанные коды исправляют k_0 ошибок вида $0 \rightarrow 1$ и k_1 ошибок вида $1 \rightarrow 0$, где $k_0, k_1 \leq \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor$.*

Академия наук Армянской ССР
Вычислительный центр

Ереванский государственный университет

(Поступило 19.9.1974)

ავტომატური მართვა და გამომკვლითი ტექნიკა

Յ. ՆԱԼԲԱՆԴԻԱՆ

მრავალჯერადი ასიმეტრული შეცდომების
გამასწორებელი კოდების კლასი

რეზიუმე

მოცემულია დეკოდირების კონსტრუქციული ალგორითმი კოდების კლასისათვის მოცემული ორობითი ანარჩევის ერთობლიობით (x_1, x_2, \dots, x_n) , რომელიც წარმოადგენს შედარებათა სისტემის ამონახსენს.

$$\sum_{i=1}^n ix_i \equiv \alpha, \pmod{p-1}$$

$$\sum_{i=1}^n (g^{si} - 1)x_i \equiv \alpha_{s+1} \pmod{p}, \quad s=1, r-1, r \leq n,$$

სადა g არის პირვანდელი ფესვი მარტივი p მოდულით, α_s — ნებისმიერი მთელი რიცხვები, $u < n < p-1$ მტიციდება, რომ მითითებული კოდი ასწორებს სიმეტრიულ შეცდომებს.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

M. N. NALBANDIAN

CLASS OF CODES CORRECTING MULTIPLE ASYMMETRIC ERRORS

Summary

An algorithm of decoding for a class of binary codes correcting multiple asymmetric errors is considered.

ԼՈՒԹՈՒՆՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. H. Kim, G. V. Freiman. Trans. Inform. Theory, IT—S. № 2, 62, 1959.
2. W. H. Kim, G. V. Freiman. Intern. Symposium Circuit and Information Theory, June, 1959.
3. Р. Р. Варшамов, Г. М. Тененголец. Автоматика и телемеханика, 26, № 2, 1965, 288.
4. В. И. Левенштейн. ДАН СССР, 163, № 4, 1965, 845.
5. Р. Р. Варшамов. ДАН СССР, 164, № 4, 1965, 757.
6. В. И. Левенштейн. Проблемы передачи информации, I, вып. I, 1965.
7. Р. Р. Варшамов. ДАН СССР, 194, № 2, 1970, 284.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

О. К. ХОМЕРИКИ, Г. Я. ШТЕЙНБЕРГ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТИ,
ВЫЗВАННОЙ МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ В
ДАТЧИКАХ ХОЛЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 10.9.1974)

В различных устройствах автоматики — поворотных трансформаторах (синус-косинусных преобразователях), анализаторах гармоник и др. [1, 2] используются два датчика Холла, помещенные под углом 90° друг к другу, в синусоидально изменяющееся магнитное поле.

В этих устройствах целесообразно применение датчиков Холла из легированного *InSb* [3]. Такие датчики обладают малыми паразитными напряжениями, малыми температурными коэффициентами э. д. с. Холла и сопротивления. Основным недостатком этих датчиков является сильное проявление магниторезистивного эффекта. Например, в поле $B=0,5$ Т входное сопротивление датчиков из *InSb* типа ДХ-602 меняется на 11-13%. Последнее обстоятельство вызывает изменение тока через датчик и обуславливает соответствующую погрешность. Для уменьшения этой погрешности между датчиками Холла и источником питания приходится включать добавочное (балластное) сопротивление $R_d \gg R_1$, что влечет за собой значительное повышение мощности источника питания датчиков. Для того чтобы наиболее простым образом уменьшить погрешность, вызванную магниторезистивным эффектом, предлагается управляющие цепи ортогонально расположенных датчиков Холла соединять последовательно. Ниже анализируется эффективность этого метода.

Характеристику $R_1 = f(B)$ в пределах значений индукции от $B_0 = 0$ до $B_m = 0,5$ Т с высокой степенью точности можно аппроксимировать тригонометрическим полиномом:

$$R_1 = R_{10} \left[1 + \delta \left(1 - \cos \frac{B}{B_m} \cdot \frac{\pi}{2} \right) \right], \quad (1)$$

где R_{10} — сопротивление датчика при $B=0$,

$$\delta = \frac{R_1|_{B=B_m} - R_{10}}{R_{10}}$$

— относительное изменение сопротивления R_1 — в магнитном поле.

В вышеупомянутых устройствах на один датчик воздействует индукция $B = B_m \sin \varphi$, на второй — $B = B_m \cos \varphi$, где φ — угол поворота датчиков в поле (или, что то же самое, угол между плоскостью первого датчика и вектором \vec{B}).



Сопротивления датчиков соответственно

$$R_1^{(1)} = R_{10}^{(1)} [1 + \delta^{(1)} (1 - \cos \alpha)], \quad (2)$$

$$R_1^{(2)} = R_{10}^{(2)} [1 + \delta^{(2)} (1 - \cos \beta)], \quad (3)$$

где

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \sin \varphi, \quad \beta = \frac{\pi}{2} \cos \varphi.$$

Входное сопротивление двух последовательно соединенных датчиков при условии $R_{10}^{(1)} = R_{10}^{(2)} = R_{10}$ и $\delta^{(1)} = \delta^{(2)} = \delta$

$$R_{\Sigma} = R_{10} [2 + \delta [2 - (\cos \alpha + \cos \beta)]]. \quad (4)$$

Проделив соответствующие операции для нахождения экстремальных значений R_{Σ} , получим, что R_{Σ} минимально при $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi/2$ и максимально при $\varphi = \pi/4$, при этом

$$R_{\Sigma_{\text{мин}}} = R_{10} (2 + \delta), \quad R_{\Sigma_{\text{макс}}} = R_{10} (2 + 1,111 \delta), \quad (5)$$

$$\Delta R_{\Sigma} = R_{\Sigma_{\text{макс}}} - R_{\Sigma_{\text{мин}}} = R_{10} \cdot 0,111 \delta. \quad (6)$$

Относительное изменение R_{Σ}

$$\eta = \frac{\Delta R_{\Sigma}}{R_{\Sigma_{\text{мин}}}} = \frac{0,111 \delta}{2 + \delta}. \quad (7)$$

Соотношение между δ и η

$$\frac{\delta}{\eta} = 18,05 + \frac{\delta}{0,111}. \quad (8)$$

Как видно из (8), относительное изменение входного сопротивления двух последовательно соединенных датчиков в 18 и более раз меньше относительного изменения входного сопротивления каждого датчика.

В случае применения k пар датчиков суммарное сопротивление будет определяться выражением

$$R_{\Sigma} = R_{10} \left(2k + \delta \left\{ 2k - \sum_{m=1}^k \left[\cos \left(\frac{\pi}{2} \sin m \varphi \right) + \cos \left(\frac{\pi}{2} \cos m \varphi \right) \right] \right\} \right). \quad (9)$$

На рис. 1 представлены кривые функции

$$F(\varphi) = \sum_{m=1}^k \left[\cos \left(\frac{\pi}{2} \sin m \varphi \right) + \cos \left(\frac{\pi}{2} \cos m \varphi \right) \right]$$

для различных значений k . На основании этих кривых построены зависимости отношения δ к максимальному значению η (рис. 2). Из рисунка видно, что с ростом числа пар датчиков, соединенных последовательно, относительное изменение суммарного сопротивления все

более уменьшается по сравнению с изменением сопротивления каждого датчика.

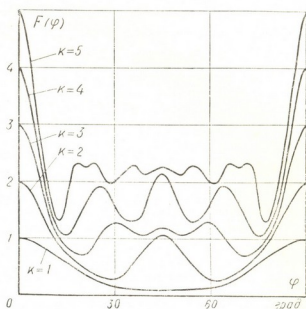


Рис. 1. Графики функции $F(\varphi)$ для различных значений k

Выше был рассмотрен случай, когда датчики имеют одинаковые значения R_{10} и δ . Эти два параметра связаны через значение абсолютного изменения сопротивления соотношением

$$\Delta R_1 = R_{10} \cdot \delta. \quad (10)$$

Так как подбирать датчики по двум параметрам более затруднительно, чем по одному, то из (10) следует, что в случае различных датчиков можно подбирать датчики, имеющие одинаковые значения ΔR_1 .

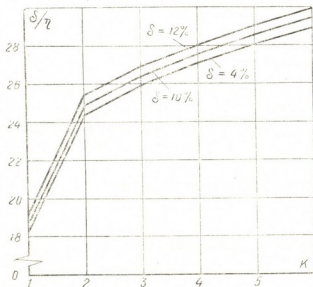


Рис. 2. Зависимость отношения δ/γ от k для различных значений δ

Таким образом, показано, что для снижения погрешностей, вызванных магниторезистивным эффектом, в устройствах, использующих ор-



тогонально расположенные датчики Холла, на которые воздействует синусоидальное магнитное поле, целесообразно соединять управляющие цепи этих датчиков последовательно, причем необходимо подбирать датчики с одинаковым значением приращения сопротивления при максимальной индукции.

Академия наук Грузинской ССР
Институт систем управления

(Поступило 13.9.1974)

ავტომატური მართვა და ბაზოთვლითი ტექნიკა

ო. ხომერიკი, გ. შტეინბერგი

ჰოლის გადაჭრადეზი მაგნიტორეზისტული ეფექტით
ბაზოთვლითი ცდომილების კომპენსაციის ერთი
მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია გადაჭრადეზის ცდომილების კომპენსაციის მეთოდი, გამოწვეული მაგნიტორეზისტული ეფექტით მოწყობილობებში, რომლებშიც მაგნიტურად ვილი ზემოქმედებს ორთოგონალურად განლაგებულ ჰოლის გადაჭრადეზზე

მეთოდის არს- მდგომარეობს გადაჭრადეზის მართვის ელექტროდების მიმდევრობით შეერთებაში. ნაჩვენებია, რომ ცდომილება ერთი წყვილი გადაჭრადეზისათვის მცირდება 18-ჯერ და მეტად. გადაჭრადეზის წყვილთა რიცხვის გაზრდით ცდომილება კიდევ უფრო კლებულობს.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

O. K. KHOMERIKI, G. Ya. SHTEINBERG

ON ONE METHOD OF COMPENSATING ERRORS CAUSED BY
THE MAGNETORESISTIVE EFFECT IN HALL GENERATORS

Summary

A method of compensating the error multiplication caused by the magnetoresistive effect in devices where the sinusoidal magnetic field affects orthogonally arranged Hall generators. The essence of the method lies in the series connection of control circuits of Hall generators. It is shown that when a couple of Hall generators are in operation the error decreases more than 18 times. With an increase of the number of Hall generators the error drops further.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. К. Хомерики, Г. Я. Штейнберг. Сб. трудов ИСУ АН ГССР «Устройство автоматике», т. XI—XII, вып. 2. Тбилиси, 1973.
2. О. К. Хомерики, Г. Я. Штейнберг. Сообщения АН ГССР, т. 72, № 2, 1973.
3. В. И. Погодин, Г. А. Юрьева. Приборы и системы управления, № 7, 1972.

Д. В. ЛОМИДZE, М. Г. БЕРДЗЕНИШВИЛИ

СОСТАВ ГУМУСА ПОЧВ ДУБОВО-ГРАБОВЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 5.11.1974)

Почвы дубово-грабовых лесов Грузии изучались многими исследователями [1—4]. При этом рассматривались вопросы генезиса, географии и классификация этих почв.

В настоящей статье излагаются результаты изучения органического вещества почв. Групповой и фракционный состав изучался по В. В. Пономаревой [5].

Органическая часть почвы играет важную роль в почвообразовательном процессе.

По И. В. Тюрину [6], географические закономерности гумусообразования выявляются не только в содержании гумуса, но и в содержании групп гумусовых веществ—фульвокислот и гуминовых кислот; между количеством в почвах гумуса и содержанием гуминовых кислот существует прямая связь.

С. В. Зонн [7] указывает, что первостепенной причиной своеобразия состава и распределения гумусовых веществ являются качества и условия разложения растительного опада и взаимодействие продуктов разложения с минеральной частью почвы.

В качестве объекта исследования были использованы бурые лесные почвы, под дубовыми (разр. 5) и грабовыми (разр. 2 и 3) лесами Восточной Грузии (Триалетский хребет, высота над уровнем моря до 1000 м, экспозиция юго-восточная, уклон 5—7°).

Содержание гумуса в верхнем горизонте этих почв достигает 6%, с глубиной количество его резко снижается и на глубине 70—80 см падает до 0,6—0,8%.

Количество общего азота колеблется в пределах 0,29—0,41% в верхних горизонтах и резко снижается с глубиной; на глубине 55—90 см оно падает до 0,04—0,05%. Отношение углерода к азоту равно 9,0—10,88. С глубиной наблюдается слабое увеличение этого отношения.

Содержание гуминовых кислот в почве грабовых лесов колеблется в пределах 18,34—26,03% от общего содержания углерода. При этом оно увеличивается в средней части профиля (разр. 3) или распределяется по профилю почвы более или менее равномерно (разр. 5 и 2). В почве дубовых лесов наблюдается низкое содержание гуминовых кислот, по сравнению с почвами грабовых лесов, и с глубиной оно еще более уменьшается.

В составе гуминовых кислот во всех случаях доминирует фракция 2, связанная с двухвалентными катионами (с кальцием и магнием). При этом наблюдается увеличение ее содержания с глубиной, но в почвах под грабом выявляется большее ее количество. Эта закономерность отмечается и в работах Е. В. Рубилина [8], Т. Ф. Урушадзе [9].

Состав гумуса исследованных почв в процентах к общему органическому С

№ разреза	Глубина, см	% к почве			Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Сумма всех фракций	Нераст-воримый остаток	C _g : C _f	
		C	N	C : N	Фракции			Сумма	Фракции								Сумма
					1	2	3		1а	1	2	3	4				
2	1—7	3,85	0,41	9,40	4,70	17,16	3,68	25,54	1,85	12,47	13,74	12,28	13,36	53,71	79,25	20,75	0,47
	7—32	1,30	0,14	9,28	4,57	12,26	1,51	18,34	1,41	0,64	22,70	10,13	8,73	43,62	61,96	38,04	0,42
	32—60	0,64	0,05	10,66	3,26	17,61	1,30	22,17	1,96	3,62	30,65	10,44	6,65	52,96	75,13	24,87	0,42
	60—90	0,51	0,05	10,20	1,01	16,08	2,81	19,90	3,25	4,62	30,13	8,13	7,96	54,09	73,99	25,01	0,35
3	1—8	3,78	0,40	9,45	4,03	11,97	4,71	20,71	5,38	8,39	9,69	7,80	10,57	41,83	62,54	37,46	0,49
	8—27	1,36	0,14	9,71	5,25	14,59	6,19	26,03	4,04	1,78	20,96	5,23	6,64	33,65	64,68	35,32	0,67
	27—58	0,62	0,05	10,33	6,38	13,80	4,52	24,70	3,38	1,76	24,41	5,44	17,55	52,14	76,84	23,16	0,47
	58—72	0,36	0,04	9,00	4,87	16,16	1,98	23,01	5,96	2,51	26,01	6,71	14,37	55,56	78,57	21,43	0,41
5	1—9	2,84	0,29	9,79	5,62	8,43	6,57	20,62	3,05	0,35	16,79	11,45	14,40	46,04	66,66	33,34	0,45
	9—28	0,98	0,09	10,88	6,21	10,41	0,86	17,48	2,57	4,61	18,69	20,14	9,00	55,01	72,49	27,51	0,32
	28—55	0,54	0,05	10,80	5,88	10,11	1,67	17,66	9,24	7,73	18,47	12,08	6,74	54,26	71,92	28,08	0,32
	55—78	0,41	0,04	10,25	3,48	11,35	3,23	18,06	5,25	6,22	25,33	15,00	5,67	57,47	75,53	24,47	0,31



В почвах под грабом содержание вновь образованной рыхлосвязанной гуминовой кислоты (фракция 1) более низко и не превышает 6,38% от исходного содержания углерода. Как известно, эта фракция во многом определяет физико-химические свойства и структуру почвы.

Меньше всего (0,86—6,19%) в исследуемых почвах фракции 3 гуминовых кислот, которая прочно связана с минеральной частью почвы.

В составе гумуса фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. При этом в почве под дубом фульвокислот больше, нежели в почвах под грабом. В силу того что фульвокислоты, по сравнению с гуминовыми, более агрессивны [10], можно сказать, что органический опад грабовых лесов по качеству лучше, нежели дубовых. Содержание фульвокислот колеблется в пределах 38,65—57,47% от общего углерода. При этом если гуминовые кислоты накапливались в верхнем A_1 горизонте (раз. 2 и 5) или в горизонте B_1 (разрез 3), то содержание фульвокислот во всех случаях увеличивается с глубиной.

Среди фульвокислот самым низким содержанием характеризуются фракции 1а и 1. Доминирует фракция 2 (9,69—30,36%), связанная с гуминовыми кислотами 2. Фракция 3 фульвокислот, связанная с гуминовыми кислотами 3, занимает подчиненное положение по отношению к фракции 2, но преобладает над фракциями 1а и 1. Фракция 4, связанная с глиной и устойчивыми R_2O_3 , представлена в достаточном количестве (5,67—17,55%).

Нерастворимый остаток значителен (20,75—38,04% от общего углерода почвы). Как известно, в зависимости от биоклиматических условий гумусообразования он состоит из продуктов неполной гумификации растительных остатков или из гуминовых кислот, очень прочно связанных с минералами почвы [11].

Отношение $C_r : C_f$ во всех почвах меньше 1 и колеблется в пределах 0,31—0,67.

Таким образом, бурые лесные почвы дубово-грабовых лесов Восточной Грузии характеризуются фульватным типом гумуса, преобладанием фракции 2, связанной с Са и Mg, и наличием почвенных гуминов в значительном количестве.

Тбилисский институт леса

(Поступило 14.11.1974)

ნიავატომოცოდნობა

ჯ. ლომიძე, ა. ბარბაქაძე

ალმოსავლით საქარტველოს მუხნარ-რცხილნარების
ნიავაგების ჰუმუსის შეფენილობა

რეზიუმე

შესწავლილია ტყის ყომრალი ნიადაგები რცხილნარებისა და მუხნარების ქვეშ. აზოტის შემცველობა მერყეობს 0,04—0,4% ფარგლებში. C/N შეფარდება შეადგენს 9—10,88.

ჰუმინის მჟავები შეადგენენ 17,48—26,03%-ს ნახშირბადის საერთო შემცველობაში. სიღრმეზე შეიმჩნევა მისი თანდათანობით შემცირება.

ფულვოჰუმუსების შემცველობა მერყეობს 38,65—57,47%. უხსნადი ნაშთი შეადგენს 20,75—38,04%. $C_a : C_b$ შეფარდება ყოველთვის ნაკლებია 1-ზე.

D. V. LOMIDZE, M. G. BERDZENISHVILI

 HUMUS COMPOSITION OF OAK AND HORNBEAM FOREST
 SOILS IN EASTERN GEORGIA

Summary

The content of nitrogen in the soil profiles varies between 0.04-0.4%. The C/N ratio is about 9-10.88. Humic acids are about 17.48-26.03% of the content of the total carbohydrate, decreasing with depth. Fulvic acids are about 38.65-57.47% of the total carbohydrate content. Non-hydrolyzed residue is about 20.75-38.04%. The humus composition is characterized by a clear predominance of fulvic acids over humic ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Гулисашвили. Общее лесоводство. М., 1956.
2. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.
3. Г. М. Тарасашвили. Почвоведение. Тбилиси, 1965.
4. Т. Ф. Урушадзе. Почвы Грузии. Тбилиси, 1972.
5. В. В. Пономарева. Почвоведение, № 8, 1957.
6. И. В. Тюрин. Труды Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М., 1949.
7. С. В. Зонн. Лесные почвы Болгарии. М., 1957.
8. Е. В. Рубилин. Почвы предгорной и предгорных равнин Северной Осетии. М., 1956.
9. Т. Ф. Урушадзе. Сообщения АН ГССР, XLVII, № 1, 1967.
10. А. Е. Возбудская. Химия почвы. М., 1968.
11. Д. В. Хан. Почвоведение, № 11, 1950.



М. Г. МИНДЕЛИ

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ
 КАХЕТИНСКОГО КАВКАСИОНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 3.10.1974)

Данные о высокогорных лесных почвах (1400—1800 м н. у. м.) Кавкасиони немногочисленны [1—4].

В 1970 г. маршрутно-экскурсионным путем нами были обследованы бурые лесные почвы в сложном орографическом регионе Кахетинского Кавкасиони.

Сделаны полные почвенные разрезы в буковом (5), буково-кленовом (14), олуговенно-березовом (11) и сосновом (12) лесах в одинаковых условиях рельефа (выровненного) и экспозиции.

Разрез 5. Материнская порода — сланец черного цвета (шиферный сланец). Алевритовые обломки состоят из кварца и пелитизированного плагиоклаза, содержат мусковит, хлорит, мелкие чешуйки серицита, в малом количестве циркон.

Разрез 11. Порода — песчаник. Минералогический состав тот же, что в вышеописанном разрезе, за исключением серцита.

Разрез 12. Порода, в отличие от разреза 11, содержит турмалин и пирит.

Разрез 14. Порода — песчаник. Минералогический состав такой же, что в разрезе 11.

Верхний слой разреза 11 задернован корнями травянистой растительности. Почвы кленовых и буковых лесов покрыты тонким слоем малоразложившегося опада. Дифференциация профиля с образованием иллювиального горизонта (коричневатые потеки) наблюдается в разрезе 12, переходный слой которого имеет белесоватый оттенок. Профиль верхних трех четвертей почвы букового леса бурого цвета. Почвы березового леса, по сравнению с другими, более темные.

Таблица 1

Данные химического анализа растений в % (с пересчетом на прокаленную навеску)

№ разрез	О п а д	N	Ca	K	Mg	P	Al
5	Мертвый покров	1,96	0,48	1,95	0,12	0,47	0,19
	Буковые ветки	2, 8	0,91	0,85	0,22	0,47	0,09
14	Мертвый покров	2, 8	1,39	1,89	0,12	0, 8	0,28
	Кленовые ветки	1,96	1,25	2, 8	0,18	0,47	0, 2
11	Мертвый покров	1,96	0,72	2,18	0,28	0,47	0,13
	Березовые ветки	2, 8	0,85	1,95	0,22	0, 3	0,09
	Трава	1,96	1,06	1,13	0,19	0,38	0, 1
12	Мертвый покров	1,96	0,82	0,31	0,04	0, 3	0,18
	Сосновые ветки	1,96	0,42	0,56	0,06	0,47	0,13

Огличия, замеченные при морфологическом описании профиля почв, подтверждаются данными анализов.



Если судить по данным химических анализов мертвого покрова веток, можно заключить, что опад и живые ветки буковых и кленовых лесов более богаты двух- и трехвалентными основаниями, чем

Таблица 2

Данные валового химического анализа в %
(переведенные на перескаленную навеску)

№ разрез	Глубина, см	SiO ₂	R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	S O ₂	SiO ₂	S O ₂
		%	%	%	%			R ₂ O ₃	A ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
5 Буковый лес	2—10	63,75	28,85	22,57	6,29	3,04	1,82	4,08	4,83	27,04
	15—20	57,03	31,95	27,62	4,37	5,14	1,22	3,20	3,57	35,69
	45—55	59,82	38,00	25,93	5,12	4,16	1,38	3,37	3,77	31,15
	94—104	60,75	32,19	26,72	5,47	3,29	1,65	3,42	3,87	23,76
14 Буково-кленовый лес	0—10	60,29	23,63	17,47	6,16	2,01	1,18	4,79	5,86	25,11
	20—30	66,82	26,33	20,34	5,99	1,81	1,89	4,71	5,58	29,78
	45—55	64,88	25,47	20,49	4,98	1,59	3,86	4,51	5,17	34,45
11 Березовый лес	2—10	52,54	33,42	27,45	5,97	5,64	2,85	2,96	3,25	23,48
	15—25	54,89	33,52	17,30	6,22	4,95	2,24	2,99	5,34	23,52
	25—35	61,20	30,23	24,31	5,92	3,73	2,29	3,71	4,28	27,57
	40—55	60,32	28,59	14,40	11,14	2,64	2,43	4,18	5,88	14,52
12 Сосновый лес	80—90	62,21	31,22	19,87	11,35	2,73	1,61	3,91	5,34	14,61
	5—10	45,49	27,73	21,49	6,24	3,03	2,94	2,83	3,36	18,13
	20—30	58,27	26,45	19,91	7,34	2,74	2,14	4,01	4,97	20,66
	38—48	58,28	28,11	20,94	5,87	1,99	2,58	5,79	7,56	24,72
	53—63	60,68	22,93	17,58	5,30	1,41	1,84	4,92	5,86	30,97
	80—90	49,55	24,78	18,35	6,43	1,69	2,51	4,51	4,45	24,75

Таблица 3

Данные определения гумуса, азота, фосфора, pH

№ разрез	Глубина, см	Гумус, %	А з о т		C : N	P ₂ O ₅		pH	
			общий, %	гидролизуемый, мг на 100 г почвы		общий, %	подвижный, мг на 100 г почвы	H ₂ O	KCl
5	2—10	9,1	0,61	16,0	8,6	0,21	1,35	4,85	3,75
	12—25	4,81	0,28	22,4	9,9	0,16	0,6	5,0	4,0
	45—55	2,47	0,2	16,8	7,1	—	0,3	5,1	4,0
	94—104	—	—	—	—	—	—	4,6	4,0
14	2—10	8,52	0,68	14,0	7,2	0,29	1,55	5,9	5,0
	20—30	4,18	0,33	19,6	7,3	0,2	0,5	4,6	3,9
	45—55	3,82	0,2	20,5	11,0	0,16	0,45	4,9	3,9
	90—100	—	—	—	—	—	—	5,0	4,1
12	5—10	12,4	0,52	25,2	13,8	0,18	6,0	5,1	3,5
	20—30	3,66	0,2	19,6	8,7	0,11	0,65	5,1	3,8
	38—48	2,50	0,09	—	15,1	0,1	—	5,0	3,9
	80—90	—	—	—	—	—	—	5,1	4,0
11	0—10	16,6	1,0	22,4	9,63	0,18	6,0	5,2	4,6
	15—25	4,26	0,28	19,6	8,8	0,14	0,65	5,1	3,8
	25—35	2,52	0,16	11,2	9,1	0,1	1,0	4,7	4,1
	80—90	—	—	—	—	—	—	5,3	4,1



сосновых лесов. Это, разумеется, влияет на процесс почвообразования, на состав и особенности этих почв.

Данными валового анализа подтверждается хорошо выраженный процесс снialитизации. Особенно богаты Al_2O_3 бурые лесные почвы буковых лесов (15—104 см), горизонт которых содержит более 26% Al_2O_3 , (табл. 2).

Лесные почвы Кавказской богаты гумусом, но все же существует определенная разница между ними. В этом отношении бурые лесные почвы буковых и кленовых лесов более близки, чем почвы сосновых и особенно березовых лесов. В последних высокое содержание гумуса вызвано олуговением, а большое количество азота — участием бобовых (клевер) в травянистом покрове.

Соотношение C:N указывает на достаточную интенсивность минерализации, что подтверждается также увеличением количества гидролизующего азота.

Содержание общего фосфора в верхних слоях довольно высокое (0,2—0,23%).

Реакция кислая — pH колеблется в пределах 5—4. Анализ вытяжки KCl показывает более кислую реакцию почвы соснового леса, что, вероятно, связано с процессом оподзоливания.

Таблица 4

Данные качественного анализа гумуса (методом Панкова), механического состава и поглощенных оснований

№ разрезов	Глубина, см	Обработанный $Na_4P_2O_7$		Сг Сф	Водно-растворимый гумус, %	Са + Mg мг/экв на 100 г почвы	Н	Н, % от емкости
		0,001 мм	0,01 мм					
5	2—10	21,52	45,34	0,6	0,05	15,0	5,4	25,4
	12—25	20,40	50,50	0,6	0,01	11,2	5,4	32,5
	45—55	20,20	49,49	—	—	9,5	2,0	17,2
	94—104	19,69	40,25	—	—	—	—	—
11	2—10	19,65	48,14	1,2	0,08	29,6	1,6	5,0
	15—25	25,51	53,80	1,1	0,02	18,5	3,4	15,5
	25—35	23,17	67,72	—	—	18,3	3,1	14,4
	45—55	14,39	37,87	—	—	5,2	1,2	18,8
	94—104	10,10	28,82	—	—	—	—	—
12	5—10	11,11	35,34	0,7	0,1	9,2	5,1	36,0
	20—30	16,05	50,98	0,6	0,02	7,2	5,1	41,0
	38—48	14,83	41,19	—	—	5,5	5,0	47,6
	53—63	23,41	48,67	—	—	3,4	5,0	59,5
	80—90	19,99	40,37	—	—	—	—	—
14	0—10	15,60	49,19	0,9	0,04	29,4	4,4	13,0
	20—30	23,17	59,86	0,8	0,02	16,4	4,8	23,1
	45—55	25,50	58,65	—	—	9,2	3,6	28,00
	90—100	12,32	40,20	—	—	—	—	—

Количество и распределение в профиле микронной фракции указывают на заметное внутрипочвенное выветривание (фракция 0,001 мм в наибольшем количестве содержится в переходном горизонте).

Данные качественного анализа гумуса показывают, что соотношение $C_g:C_f$ меньше единицы. В этом отношении исключение составляет почва березников, где этот показатель больше единицы.

Бурым лесным почвам Кахетинского Кавказиონი характерен грубый гумус. На это указывает также довольно высокое количество воднорастворимого гумуса, которого особенно много в почвах сосняков.

Сумма поглощенных оснований небольшая — 9—29 мг/экв на 100 г почвы.

Почвы всех фитоценозов Кахетинского Кавказიონი характеризуются ненасыщенностью основаниями, хотя надо отметить и то, что наибольшее количество поглощенного Н-иона содержится в почвах сосняков.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 4.10.1974)

სიკვლევის თემატიკა

ა. მიწა

მასალები კახეთის კავკასიონის ტყის ყომრალი
 ნიადაგის შესწავლისათვის

რეზიუმე

საველე და ლაბორატორიული გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ კახეთის კავკასიონის ტყის ყომრალ ნიადაგებს ახასიათებს გათხიანების მაღალი პროცენტი, მკვეთრი რეაქცია, ერთნახევარი ჟანგების დიდი რაოდენობა, $SiO_2 : R_2O_3$ შეფარდების შემცირებული მაჩვენებელი და 4—5 სმ სისქის ტყის მკვდარი საფარი.

SOIL SCIENCE

M. G. MINDELI

MATERIALS FOR STUDYING THE BROWN FOREST SOILS OF THE KAKHETIAN PORTION OF THE GREATER CAUCASUS RANGE

Summary

Field and laboratory investigations have demonstrated that the dark brown forest soils of the Kakhetian portion of the Greater Caucasus Range are characterized by a high process of clayization, acid reaction, a high content of sesquioxides, a lower index of $SiO_2 : R_2O_3$ ratio and a 4—5 cm layer of dead soil cover.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მ. საბაშვილი. საქართველოს სსრ ნიადაგები. თბილისი, 1965.
2. Г. М. Тарасшвили. Горнолесные и горнолуговые почвы Восточной Грузии. Тбилиси, 1956.
3. გ. ტალახაძე. საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ტიპები. თბილისი, 1964.
4. თ. ურუშაძე. საქართველოს ტყის ნიადაგები. თბილისი, 1972.

Р. И. ЧХУБИАНИШВИЛИ

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ БУКА ВОСТОЧНОГО, СФОРМИРОВАВШИХСЯ В РАЗНЫХ ЯРУСАХ ДРЕВОСТОЯ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 19.9.1974)

Листовая поверхность—крайне важный показатель, характеризующий структуру лесного биогеоценоза. Ее распределение по всей вертикальной структуре этого элементарного подразделения биосферы зависит как от биологических особенностей растительных пород, слагающих древостой, так и от факторов внешней среды. Из факторов внешней среды особо следует выделить солнечную энергию. Неравномерное ее распределение под пологом леса накладывает свой отпечаток на физиологическую деятельность и формообразовательный процесс у растений, произрастающих в различных световых условиях.

Для изучения формирования фотосинтезирующих систем (крона) бука восточного, сформировавшихся в разных ярусах древостоя, т. е. при различных световых условиях, были проведены исследования по определению характера распределения как общей листовой поверхности по вертикальной структуре древостоя, так и дифференцировано на площади световых, промежуточных и теневых по морфологическому строению листьев. Изучалась также анатомическая структура морфологически разнотипных листьев бука.

С этой целью на высокополнотных и максимальнополнотных участках разновозрастных и сложных по форме буковых древостоев, достигших возраста спелости (высота 26 м), были срублены модельные деревья верхнего, среднего и нижнего ярусов, крона которых подверглась детальному анализу. Подсчитывалось количество листьев кроны модельных деревьев, определялись площади их листовых поверхностей.

Для дифференцированного учета листьев бука модельных деревьев, сформировавшихся на максимальнополнотном и изреженном ранее выборочными рубками участках, в зависимости от их расположения (верхний, средний и нижний ярус) они условно делились на световую, полутеневую и теневую части. Подсчитывалось общее количество веток в каждой части. Далее с помощью средних веток, взятых из каждой части (по три ветки), производился количественный подсчет листьев, а с помощью весового метода определялись интегральная площадь листьев отдельных модельных деревьев и дифференциальная площадь по отдельным типам.

Анатомические исследования морфологически разнотипных листьев бука восточного производились количественно-анатомическим методом. Измерялись такие важные показатели структуры листа, как его толщина, толщина губчатой и столбчатой паренхимы и покровной ткани (эпидермис, кутикула). Подсчитывалось также количество устьиц и измерялись их площади.

Анализ полученных данных показал, что морфологическая структура крон деревьев бука восточного, произрастающих в верхнем, среднем и нижнем ярусах высокополнотного участка, отличается от структуры крон соответствующих деревьев максимальнополнотного участка, что связано в основном с различными световыми условиями, которые складываются по всей вертикальной структуре этих древостоев. В результате изучения радиационного режима установлено, что под полог высокополнотного букового древостоя поступает 10—15%, тогда как под полог максимальнополнотного (контроль) древостоя — 3—7% солнечной радиации, падающей на верхний полог древостоя.

Показатели	Древостой, пройденный рубкой			Контрольный участок		
	Верхний ярус	Средний ярус	Нижний ярус	Верхний ярус	Средний ярус	Нижний ярус
Количество световых листьев, шт. (числитель) и площадь, м ² (знаменатель)	8200	3000	—	6150	—	—
	23,5	10,6	—	17,6	—	—
Количество полутеневых листьев (шт.) и площадь (м ²)	15250	10240	2600	8540	7200	—
	70,7	47,5	11,0	38,6	33,4	—
Количество теневых листьев (шт.) и площадь (м ²)	4200	7450	5620	7620	9240	7500
	34,2	60,4	45,6	61,8	75,0	60,8
Общее количество (шт.) и площадь листьев (м ²)	27650	21290	8220	22310	16440	7500
	124,4	118,5	56,6	118,0	108,0	60,8

Из данных таблицы видно, что деревья верхнего яруса, произрастающие в высокополнотных участках, содержат наибольшее количество листьев, общая площадь которых равна 124 м². Соответствующие деревья максимальнополнотного участка содержат несколько меньшее количество листьев с общей площадью 118,0 м². По количеству и площади наиболее активных в физиологическом отношении световых и полутеневых листьев деревья верхнего яруса высокополнотного участка превосходят деревья этого же класса роста максимальнополнотного древостоя, а по площади и количеству менее активных теневых листьев уступают им. Этот факт говорит о более качественном морфологическом сложении крон деревьев верхнего яруса высокополнотного участка, нежели деревьев, произрастающих в максимальнополнотных древостоях. Несмотря на то что на верхний полог исследуемых древостоев поступает одно и то же количество солнечной радиации, это улучшение происходит за счет лучшего проникновения ее во внутрикронные части деревьев верхнего яруса на участке, пройденном рубками.

Деревья бука среднего яруса, произрастающие в высокополнотных древостоях, имеют лучшую структуру кроны, чем деревья максимальнополнотных древостоев. Среднеярусные деревья максимальнополнотных древостоев вовсе не содержат листьев световой структуры, тогда как на высокополнотном участке площадь, занимаемая ими, составляет 10,6 м². Листьев полутеневой структуры в кронах деревьев как по количеству, так и по площади больше на участке, пройденном добровольно выборочными рубками, по сравнению с максимальнополнотным участком.

Что касается деревьев нижнего яруса, то, как показывают данные таблицы, общая площадь листьев у них несколько больше в максимальнополнотном древостое, но все они относятся к теневому типу, тогда как на участке, пройденном рубками, они содержат и листья полутеневой морфологической структуры, что существенным образом активизирует физиологическую деятельность фотосинтезирующей системы деревьев этого яруса в высокополнотном участке.

Анатомические исследования морфологически разнотипных листьев бука восточного, сформировавшихся в разных ярусах древостоя, т. е. при различных световых условиях, показали закономерные поярусные изменения их внутренней структуры.

С ослаблением интенсивности солнечного света сверху вниз по вертикальной структуре древостоя происходит утончение почти всех анатомических элементов листьев бука. Уменьшается как общая толщина листа, так и губчатой и столбчатой паренхимы. Например, толщина верхушечных листьев деревьев верхнего яруса, находящихся в самых лучших световых условиях формирования, составляет 232 мк при наличии двухслойной палисадной паренхимы с отношением столбчатой паренхимы к губчатой 1,4, тогда как теневые листья деревьев бука нижнего яруса имеют общую толщину 120 мк, где весь мезофил полностью представлен губчатой паренхимой. С ослаблением интенсивности света утончается и покровная ткань листа. Устьица у всех типов листьев бука восточного, как правило, расположены на нижней стороне листовой пластинки. Количество и размеры устьиц изменяются с изменением интенсивности освещения по вертикальной структуре древостоя. Так, общее количество устьиц верхушечных листьев бука верхнего яруса составляет 360 шт. на 1 мм², тогда как у теневых листьев деревьев нижнего яруса оно не превышает 160 шт.

Если с ослаблением интенсивности солнечного света сверху вниз по вертикальной структуре древостоя количество устьиц уменьшается, то площадь их увеличивается в этом направлении и достигает максимальных размеров в условиях минимального освещения — 833 мк².

Следовательно, с улучшением световых условий древостоя увеличивается ксероморфизм листьев бука восточного и изменение анатомических элементов подчиняются правилу Заленского [1].

Таким образом, добровольно выборочные рубки, проводимые в буковых лесах, изменяя световой режим древостоев, способствуют формированию более активной фотосинтезирующей системы, что способствует повышению прироста древостоев в целом.

Тбилисский институт леса

(Поступило 19.9.1974)

გეოგრაფია

რ. ჩხუბანიშვილი

პროგრამის სხვადასხვა იარაღებში ფორმირებადი
 აღმოსავლეთის ჭივლის ფოტოსინთეზური სისტემის
 მორფოლოგიურ-ანატომიური დახასიათება

რეზიუმე

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ რადიაციული რეჟიმის გაუმჯობესებასთან წიფლნარ კორუმებში ნებით-ამორჩევითი ჭრის ჩატარებისას უმჯობესდება ზედა, შუა და ქვედა იარუსებში წიფლის ხეების ვარჯის მორფოლოგიური სტრუქტურა.

სხვადასხვა მორფოლოგიური აღნაგობის წიფლის ფოთლების ანატომიურმა სტრუქტურამ გვიჩვენა, რომ სინათლის რეჟიმის გაუმჯობესებასთან ერთად წიფლნარ კორომებში იზრდება მათი ქსერომორფიზმი.

FORESTRY

R. I. CHKHUBIANISHVILI

MORPHO-ANATOMICAL CHARACTERISTIC OF THE PHOTOSYNTHESIZING SYSTEMS OF EUROPEAN BEECH FORMED IN VARIOUS LAYERS OF A STCCK

Summary

The author's studies have shown that change of light conditions in beech stocks cut out by free fellings results in an improvement of the morphological structure of beech tree crowns of the upper, middle and lower layers. The improvement is seen in the change of ratio (number and area) of shade, semi-shade and sun leaves in favour of the latter, as compared with corresponding beech trees growing in maximally dense stands.

Anatomical investigations of morphologically distinct leaf types of oriental beech have shown that improvement of the light conditions of a beech stand results in an increased xeromorphism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Р. Заленский. Изв. Киевского политехн. ин-та, 1904.

Г. В. КАНДЕЛАКИ, Н. С. МЕЛИЯ

ПРОЦЕСС ДВОЙНОГО ОПЛОДОТВОРЕНИЯ В СКРЕЩИВАНИЯХ ПШЕНИЦЫ С РОЖЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОПЫЛЕНИЯ

(Представлено академиком В. Л. Менабде 16.9.1974)

Изучался процесс оплодотворения при скрещивании двух филогенетически близких видов пшеницы — дикорастущего *Triticum araraticum* Yakubz. и культурного — *T. timopheevi* Zhuk. с горной рожью *Secale montanum* Guss. при опылении смесью пыльцы горной ржи и пшеницы (*T. timopheevi* в первом случае, *T. araraticum* во втором), а также при доопылении пшеницей или рожью через 20 минут после первого опыления. Во всех вариантах выдерживалась одновременность сроков кастрации, затем опыления, а также фиксации материала.

Завязи фиксировались через 2 часа 30 минут после одинарного опыления и через 2 часа 50 минут в вариантах с доопылением (фиксатор Навашина 10—4—1 с предварительным погружением в фиксатор Карнуа 3—1). Препараты окрашивались по Фельгену с подкраской плазмы светлым зеленым.

При межродовых скрещиваниях пшеницы с рожью, даже в пределах одной комбинации, отмечались различия между зародышевыми мешками по темпам прохождения процесса оплодотворения. Это выражалось в неосуществлении оплодотворения яйцеклетки или полярных ядер, в незначительном количестве яйцеклеток или полярных ядер с разрыхленными, а тем более деспирализованными спермиями, в выделении или отсутствии добавочных ядрышек в полярных ядрах.

Судя по картинам двойного оплодотворения, успешность скрещиваний при доопылении пыльцой пшеницы была выше, чем в контроле, и достигала в обеих комбинациях 100%. Положительные результаты были получены ранее и по данным генетических опытов [1, 2], в которых не только скрещиваемость, но и вес как межвидовых, так и межродовых зерновок F_0 был выше при доопылении пыльцой пшеницы, по сравнению с остальными вариантами опыления и контрольными скрещиваниями.

В выбранные нами сроки фиксации спермии, подошедшие к яйцеклетке, в большинстве случаев были плотными, скрученными (рис. 1—9), но опять-таки наибольшее число (45,4%) яйцеклеток с разрыхленными спермиями на их ядрах наблюдалось при скрещивании *T. araraticum* с рожью, с доопылением через 20 минут пыльцой *T. timopheevi* (рис. 6), что также свидетельствует о стимулирующем влиянии на процесс оплодотворения доопыления пыльцой пшеницы, на что мы указывали ранее [3].

Более ранняя деспирализация спермиев, осуществляющих тройное слияние, была отмечена при контрольных межвидовых скрещиваниях (рис. 1), но незначительно отставали в своем развитии и спермии при контрольных межродовых скрещиваниях (рис. 2, 3), а также в вариантах опыления (рис. 6, 7, 8, 9).

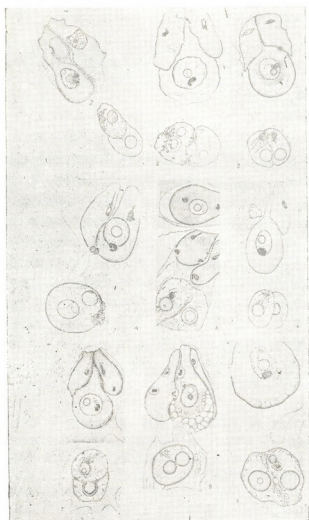


Рис. 1. 1 *T. araraticum* × *T. timopheevi*; 2 *T. araraticum* × *Secale montanum*; 3. *T. timopheevi* × *Secale montanum*; 4 *T. araraticum* × *T. timopheevi* + *Secale montanum*; 5. *T. timopheevi* × *T. araraticum* + *Secale montanum*; 6. *T. araraticum* × *Secale montanum*, через 20 минут *T. timopheevi*; 7. *T. timopheevi* × *Secale montanum*, через 20 минут *T. araraticum*; 8. *T. araraticum* × *T. timopheevi* через 20 минут *Secale montanum*; 9. *T. timopheevi* × *T. araraticum*, через 20 минут *Secale montanum*

Замедление в разрыхлении и деспирализации спермиев наблюдалось лишь при опылении смесью пыльцы (рис. 4, 5).

Кроме того, при опылении смесью пыльцы имело место наибольшее число случаев проникновения (от одной до трех пар) добавочных спермиев в зародышевые мешки пшеницы — 35,7 и 41,6% (рис. 4, 5). При контрольных одиарных скрещиваниях добавочные спермии в зародышевых мешках пшеницы были обнаружены, но если при межвидовых скрещиваниях пшеницы, как правило, они были единичными и не превышали 10% (от числа фиксированных и исследованных завязей), то при межродовых скрещиваниях с горной рожью встречаемость их была выше (12,5—16,6%), а при доопылении пыльцой пшеницы достигала 18,7 и 29,5%. При доопылении же пыльцой ржи скрещивания *T. araraticum* × *T. timopheevi* процент зародышевых мешков с добавочными спермиями поднялся до 38,4 (рис. 8), но при скрещивании *T. timopheevi* × *T. araraticum* и доопылении рожью таковые вообще не наблюдались (рис. 9).

У некоторых растений, в частности у представителей семейства сложноцветных — у *Crepis*, *Taraxacum*, *Helianthus*, *Calendula* и др. [4], было отмечено проникновение нескольких пар спермиев в зародышевый мешок. Однако для злаков, в частности для пшеницы, наблюдались лишь единичные случаи проникновения добавочных спермиев в зародышевые мешки [5, 6].

Я. С. Модилевский же с сотрудниками [7] отмечал, что в зародышевый мешок пшеницы обычно входит только одна трубка.

По Стеффену [8], оплодотворение яйцеклетки или полярных ядер несколькими спермиями может быть с уверенностью подтверждено лишь подсчетом хромосом в зиготе и первичном ядре эндосперма. Однако предварительно следует убедиться в том, что отцовское или материнское растение не характеризуется наличием нередуцированных гамет, так как в этом случае увеличенное число хромосом в зиготе и первичном ядре эндосперма не может служить доказательством факта диспермии. Несмотря на просмотр 145 оплодотворенных зародышевых мешков и значительного количества таковых с добавочными спермиями, факты диспермии не наблюдались.

По данным Кихара и Хори [9], у пшеницы, как и у риса, ядро вегетативной клетки всегда остается в пыльцевом зерне, из чего следует, что у пшеницы при подсчете числа х-телец мы должны учитывать лишь дегенерировавшие ядра синергид и наличие более двух х-телец уже свидетельствует в пользу проникновения добавочных спермиев. Есть основание полагать, что это имеет место и у других представителей злаков, тем более из одной с пшеницей трибы *Hordeae*, к которой относится и рожь.

Наличие добавочных спермиев в зародышевом мешке пшеницы, мы полагаем, обусловлено прежде всего массовым прорастанием пыльцевых трубок ржи в столбиках пшеницы [10]. Биологически вращание в ткани завязи значительного количества пыльцевых трубок генетически и физиологически отдаленного вида не должно быть целесообразным для растения. Это явствует и из описываемых нами картин. Вместе с тем, подобные факты объясняют легкость возникновения в природе некоторых спонтанных отдаленных гибридов, в частности пшенично-ржаных.

Различные торможения в процессе оплодотворения, отмечавшиеся нами, являются проявлениями несовместимости гамет представителей разных родов.

Анализ процесса оплодотворения при различных вариантах опыления подтвердил ранее полученные данные генетического и эмбриологического анализа [1—3] о стимулирующем влиянии при отдаленных скрещиваниях доопыления пылью пшеницы на процесс оплодотворения и развития зерновок. Подобный вариант опыления, несомненно, должен шире применяться в работах по отдаленной гибридизации с целью получения более жизнеспособных зерновок отдаленных гибридов.

ბ. კანდელაკი, ნ. ს. მელია
 ორმაგი განაყოფიერების პროცესი მთის შვავისა და ხორბლის
 ჰიბრიდიზაციისას დამტვერვის სხვადასხვა
 ხერხის გამოყენების დროს

რეზიუმე

ხორბლის მტვრით დამატებითი დამტვერვის მასტიმულირებელი გავლენა გვართაშორისი F_0 ჰიბრიდული მარცვლების განვითარებაზე, რაც აღრე აღვნიშნეთ ჩვენ [1—3], დადასტურდა ემბრიოლოგიური მონაცემებითაც.

ხორბლის დამტვერვისას დამტვერაჲ კომპონენტებში ჭვავის მტვრის მონაწილეობა ზრდის ჩანასახის პარკში დამატებითი სპერმების შეღწევის უნარიანობას. დამატებითი სპერმების შეღწევა უფრო ხშირ შემთხვევებში (41%) აღინიშნებოდა ნარევი მტვრით (ხორბლისა და ჭვავის) დამტვერვისას.

ერთი კომბინაციის ფარგლებში, ჩანასახის პარკებს შორის შეინიშნებოდა განსხვავება განაყოფიერების პროცესის მიმდინარეობის ტემპების მიხედვით.

BOTANY

G. V. KANDELAKI, N. S. MELIA

DOUBLE FERTILIZATION IN CROSSING WHEAT AND MOUNTAIN
 RYE, USING DIFFERENT POLLINATION METHODS

Summary

The embryological study carried out by the authors has confirmed the previous data according to which additional pollination by wheat stimulates the formation of F_0 hybrid seeds.

Penetration of additional sperms into the embryo sac of wheat was found to take place especially when a pollen mixture of wheat and rye was used (in 41.6% cases). No cases of polyspermy were noted.

The rate of fertilization was varied by using different methods of pollination.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Канделаки, Н. С. Мелия. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.
2. Г. В. Канделаки, Н. С. Мелия. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
3. Г. В. Канделаки. Труды Ин-та ботаники АН ГССР, т. XXVI, сер. «Культурная флора», вып. 3, 1969.
4. Н. С. Беляева. Материалы V Всесоюзного совещания по эмбриологии растений. Кишинев, 1971.
5. Т. Б. Батыгина. Бот. ж., т. 51, № 10, 1966.
6. Г. В. Канделаки. Отдаленная гибридизация и ее закономерности, Тб. 1969.
7. Я. С. Модилевский, П. Ф. Окснюк, М. И. Худяк, Л. К. Дзюбенко, Р. А. Бейлис-Выврова. Цитозембриология основных хлебных злаков. Киев, 1958.
8. K. Steffen. Recent Advances in the Embryology of Angiosperms. 5. Fertilization. 1966.
9. H. Kihara, T. Hori. The behaviour of nucle'n in germinating pollen grains of wheat, rice and maize. Zuchten, 36, 1966.
10. ნ. ს. მელია. მტვრის მიღების ზრდა და ორმაგი განაყოფიერების პროცესი სხვადასხვა ხერხით დამტვერვისას. ახალგაზრდა მეცნ. VIII სამეცნ. კონფ. თეზისები. თბილისი, 1974.

ბ. კანდელაკი, ნ. ს. მელია
 ორმაგი განაყოფიერების პროცესი მთის შვავისა და ხორბლის
 ჰიბრიდიზაციისას დამტვერვის სხვადასხვა
 ხერხის გამოყენების დროს

რეზიუმე

ხორბლის მტვრით დამატებითი დამტვერვის მასტიმულირებელი გავლენა გეოთაშორისი F_0 ჰიბრიდული მარცვლების განვითარებაზე, რაც ადრე აღნიშნეთ ჩვენ [1—3], დადასტურდა ემბრიოლოგიური მონაცემებითაც.

ხორბლის დამტვერვისას დამტვერავ კომპონენტებში ჭვავის მტვრის მონაწილეობა ზრდის ჩანასახის პარკში დამატებითი სპერმების შეღწევის უნარიანობას. დამატებითი სპერმების შეღწევა უფრო ხშირ შემთხვევებში (41%) აღინიშნებოდა ნარევი მტვრით (ხორბლისა და ჭვავის) დამტვერვისას.

ერთი კომბინაციის ფარგლებში, ჩანასახის პარკებს შორის შეინიშნებოდა განსხვავება განაყოფიერების პროცესის მიმდინარეობის ტემპების მიხედვით.

BOTANY

G. V. KANDELAKI, N. S. MELIA

DOUBLE FERTILIZATION IN CROSSING WHEAT AND MOUNTAIN
 RYE, USING DIFFERENT POLLINATION METHODS

Summary

The embryological study carried out by the authors has confirmed the previous data according to which additional pollination by wheat stimulates the formation of F_0 hybrid seeds.

Penetration of additional sperms into the embryo sac of wheat was found to take place especially when a pollen mixture of wheat and rye was used (in 41.6% cases). No cases of polyspermy were noted.

The rate of fertilization was varied by using different methods of pollination.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Канделаки, Н. С. Мелия. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.
2. Г. В. Канделаки, Н. С. Мелия. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
3. Г. В. Канделаки. Труды Ин-та ботаники АН ГССР, т. XXVI, сер. «Культурная флора», вып. 3, 1969.
4. Н. С. Беляева. Материалы V Всесоюзного совещания по эмбриологии растений. Кишинев, 1971.
5. Г. Б. Батыгина. Бот. ж., т. 51, № 10, 1966.
6. Г. В. Канделаки. Отдаленная гибридизация и ее закономерности, Тб. 1969.
7. Я. С. Модилевский, П. Ф. Окснюк, М. И. Худяк, Л. К. Дзюбенко, Р. А. Бейлис-Выврова. Цитоэмбриология основных хлебных злаков. Киев, 1958.
8. K. Steffen. Recent Advances in the Embryology of Angiosperms. 5. Fertilization. 1966.
9. H. Kihara, T. Hori. The behaviour of nucle'n in germinating pollen grains of wheat, rice and maize. Zuchten, 36, 1966.
10. მელია. მტვრის მიღების ზრდა და ორმაგი განაყოფიერების პროცესი სხვადასხვა ხერხით დამტვერვისას. ახალგაზრდა მეცნ. VIII სამეცნ. კონფ. თეზისები. თბილისი, 1974.

З. Г. ГАМЦЕМЛИДЗЕ

О НЕКОТОРЫХ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ РАСТЕНИЙ СУБНИВАЛЬНОГО ПОЯСА

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 21.5.1974)

Высокогорная биота является одним из замечательных объектов для изучения адаптации растений к крайним условиям жизни.

Для выявления путей приспособления растений к «жестким» условиям необходимы подробные сведения о жизненных формах, ритмике развития растений и температурных условиях той или иной изучаемой экосистемы.

Исследования проводились нами в субнивальном поясе вершин Казбеги и Куро. Климат субнивального пояса влажный, с прохладным коротким летом и продолжительной суровой зимой. Среднегодовая температура воздуха здесь $+6,1^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура января -15°C , а температура самых теплых месяцев (июль-август) ниже $+10^{\circ}\text{C}$. Продолжительность массовой вегетации 2,5—3 месяца.

В субнивальном поясе растениям приходится приспосабливаться к неблагоприятствующим их росту и развитию климатическим условиям, где довольно резко выражены суточные колебания температур воздуха и почвы. Например, в субнивальном поясе Казбеги (3250 м н. у. м.) в течение одной недели максимальная температура поверхности почвы доходила до $+46^{\circ}\text{C}$, а минимальная опускалась до -6°C . Именно по этой причине в этом поясе встречаются такие специализированные жизненные формы растений, как ложно-подушковидные — *Saxifraga exarata*, *Draba bryoides*, *Delphinium caucasicum*, шпалерные — *Cerastium polymorphum*, *Veronica minuta* и сильно распростертые по земле — *Scrophularia minima*, *Iurinella subcaulis*.

После изучения ритмики развития субнивальных растений предоставилась возможность выделить основные фенологические типы растений — феноритмотипы.

Вслед за И. В. Борисовой [1] под феноритмотипом мы подразумеваем растения со сходными длительностью и сроками начала и конца вегетации, а также с одинаковым направлением смен основных фенологических состояний — вегетации и покоя.

Для каждого феноритмотипа по времени цветения мы выделили также разные группы. Ниже приводится схема классификации феноритмотипов растений изучаемого пояса.

1. ДЛИТЕЛЬНОВЕГЕТИРУЮЩИЕ (3—12 месяцев)

Летне-зимнезеленые

1. Перманентно летне-зимнезеленые — растения, находящиеся в зеленом состоянии как вне снежного покрова, так и под снегом.

Раннелетнего цветения — *Saxifraga Ruprechtiana*.



2. Факультативно летне-зимнезеленые (3—5 месяцев) — растения, находящиеся в зеленом состоянии под снегом в условиях субальпийского пояса.

- а) Раннелетнего цветения — *Saxifraga exarata*, *Veronica minuta*.
- б) Среднелетнего цветения — *Senecio Karjaginii*, *Tripleurospermum subnivale*.

Летнезеленые с зимним покоем (3—4 месяца)

- а) Раннелетнего цветения — *Draba siliquosa*, *Scrophularia minima*.
- б) Среднелетнего цветения — *Erigeron uniflorus*, *Lamium tomentosum*.
- в) Позднелетнего цветения — *Delphinium caucasicum*, *Cerastium polymorphum*.

II. КОРОТКОСВЕГЕТИРУЮЩИЕ (1,5—2 месяца)

Раннелетне-среднелетнезеленые с зимним покоем

Раннелетнего цветения — *Androsace barbulate*, *Corydalis alpestris*.

Из отмеченных групп наибольшим распространением характеризуются длительновегетирующие растения с зимним покоем (71,1%) и факультативно летне-зимне-зеленые (16,1%), а наименьшим — перманентно летне-зимнезеленые (3,1%) и коротковегетирующие (9,7%).

Отмеченная закономерность дает нам право считать не совсем приемлемым мнение большинства ботаников об очень короткой вегетации субнивальных растений.

Значительный интерес представляет вопрос о сумме температур воздуха, требуемой для развития растений в экстремальных условиях.

Нами подсчитана сумма температур воздуха, требуемая для начала цветения растений. Активной температурой бралась температура выше 0°C.

После суммирования активных температур, требуемых для цветения, все представленные виды были разделены на три группы:

- 1) растения, требующие для начала цветения сумму активных температур 80—140°C;
- 2) растения, требующие для начала цветения 224—300°C;
- 3) растения, требующие для начала цветения 380—450°C.

К первой группе относятся растения раннелетнего цветения — *Corydalis alpestris*, *Draba bryoides*, *Draba siliquosa*, *Saxifraga mollis*, *Phryne Nuetii*, *Saxifraga exarata*, *Scrophularia minima*.

Ко второй — растения среднелетнего цветения — *Alopecurus glacialis*, *Erigeron uniflorus*, *Iurinella subcaulis*, *Lamium tomentosum*, *Senecio Karjaginii*, *Senecio Sosnovskiyi*, *Tripleurospermum subnivale*.

И к последней группе — растения позднелетнего цветения — *Colpodium versicolor*, *Delphinium caucasicum*, *Gnaphalium supinum*.

Интересную картину получаем после сравнения сумм активных температур, нужных для начала цветения растений тундры [2], субальпийского [3] и субнивального поясов.

Как видно из таблицы, потребность тепла для начала цветения у растений субнивального пояса и тундры намного меньше, чем у растений субальпийского пояса.



Наши данные еще раз подтверждают выводы Г. Ш. Нахуцршвили [4] о том, что по ритмике развития растения субниваального пояса Кавказа более сходны с арктическими, чем с растениями субальпийского пояса.

Место наблюдения	Феноритмотип	Сумма активных температур
Казбег, субниваальный пояс 32.0 м н. у. м.	Раннелетнего цветения (VII ₃ —VII ₁)* Среднелетнего цветения (VII ₂₋₃) Позднелетнего цветения (VIII ₁₋₂)	80—140° 224—300° 380—400°
Лагодехи, субальпийский пояс 2000 м н. у. м.	Раннелетнего цветения (VI ₃ —VII ₁) Среднелетнего цветения (VII ₂₋₃) Позднелетнего цветения (VIII ₁₋₂)	600° 600—1235° 1400—1680°
Норийск, тундра 250 м н. у. м.	Ранневесеннего цветения (VI) Весеннего цветения (VI ₃ —VII ₁) Летнего цветения (VII ₂) Позднелетнего цветения (VII ₃ —VIII ₁)	10—100° 100—2.0° 250—3.0° 350—600°

* Римскими цифрами показаны месяцы, арабскими—декады месяца.

Сумма температур воздуха в субниваальном поясе низкая, однако, как отмечают некоторые ученые [5], такая «низкая температура воздуха в горах компенсируется значительным перегревом растительной ткани, благодаря более интенсивной радиации».

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 4.10.1974)

ბოტანიკა

ზ. გამთელიძე

სუბნივაალური სარტყლის მცენარეთა ზოზიერთი
ბიოეკოლოგიური თავისებურების შესახებ

რეზიუმე

მწვერვალ ყაზბეგისა და ყუროს სუბნივაალურ სარტყელში მცენარეთა გენეტიკის რიტმიკის შესწავლის გამოყავით ფენოლოგიური ტიპები (ფენორიტმოტიპები). დავადგინეთ მცენარეთა ყვავილობის დაწყებისათვის საჭირო ტემპერატურათა ჯამი.

BOTANY

Z. G. GAMTSEMLIDZE

ON SOME BIOECOLOGICAL PECULIARITIES OF PLANTS OF
THE SUBNIVAL BELT

Summary

The studies were carried out in the subnival zone of the summits of the Kazbegi and Quro mountains. Different types of phenorhythmicity were

identified as a result of studying the rhythm of development of subnival plants. Of these long-vegetative plants of winter rest are characterized most widely distributed, whereas permanently summer- winter green and short-vegetative plants occur least frequently. The sum of air temperatures needed for the onset of blossoming of subnival plants was also studied. A comparison of the active temperature sums required for the blossoming of plants of the tundra, subalpine and subnival zones shows that plants of the subnival zone need the least temperature for blossoming.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Борисова. Труды Бот. ин-та АН СССР, сер. III (геоботаника), вып. 17, 1965.
2. И. Г. Москаленко. Бюлл. МОИП, отд. биол., вып. 6, 1966.
3. Г. Ш. Нахуцришвили. Сб. работ аспирантов Ин-та ботаники АН ГССР, II, 1964.
4. Г. Ш. Нахуцришвили. Экология высокогорных травянистых растений и фитоценозов Центрального Кавказа. Автореферат, Тбилиси, 1972.
5. Ф. Ф. Давитая, Ю. С. Мельник. Метеорология и гидрология, № 1, 1962.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. В. ЖГЕНТИ

ДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НЕКОТОРЫХ
ЗИМНЕВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 2.10.1974)

Изучение особенностей биологически активных веществ у растений позволяет более глубоко понять сущность ростовых процессов и изменить их направленность.

С целью изучения особенностей ритма роста и развития зимневегетирующих растений мы попытались выявить изменения в динамике эндогенных регуляторов роста некоторых злаков по фазам роста и развития. Опытными объектами служили следующие многолетние кормовые травы, произрастающие в окрестностях Тбилиси: *Festuca pratensis* Huds., *Festuca sulcata* Hack., *Arrhenatherum elatius* (L.) M et K., *Lolium perenne* L.

Ауксины и ингибиторы в листьях исследуемых растений определялись методом В. И. Кефели и Р. Х. Турецкой [1]. Гистограмма веществ, обладающих ауксиновым и ингибиторным эффектом, показывает колебания активности природных регуляторов роста в фазе вегетации. Из полученных данных вытекает, что наибольшей стимуляторной активностью характеризуются вещества, выделенные из листьев *Lolium perenne* L. (рис. 1).

В каянях этого злака, как показали химические тесты, содержится большое количество веществ, обладающих сильным физиологическим эффектом. Эти вещества относятся к полифенольным и индольным соединениям.

Стимулирующей активностью обладают соединения как с низким, так и с высоким R_f в смеси растворителей н-бутанол-уксусная кислота-вода (40:12:28). Цветные реакции на выяснение природы соединения с R_f (0,25) показали, что это вещество в УФ-свете флуоресцирует фиолетовой флуоресценцией и дает бледно-розовую окраску с реактивом Паули. Исходя из вышеизложенного стимулятор R_f (0,25) отнесим к фенолкарбонатным кислотам. После стимулятора роста на гистограмме обнаруживается зона, обладающая ингибиторным эффектом. Идентификация этого вещества показывает, что это соединение принадлежит к классу флавонол-гликозидов. Помимо этих соединений, в фазе вегетации в листьях *Lolium perenne* был идентифицирован ряд веществ, обладающих как ауксиновым, так и ингибиторным эффектом. Комплекс цветных реакций показал, что все эти соединения независимо от физиологической активности принадлежат к классу фенолкарбонновых кислот и флавонол-гликозидов.

В фазе вегетации среди исследуемых растений наиболее низкой активностью регуляторов роста характеризуется *Festuca sulcata* Hack.

В фазе генеративного развития (начала цветения) во всех исследуемых объектах наблюдается значительное повышение активности веществ, обладающих ауксиновым эффектом (рис. 2).

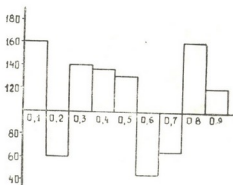


Рис. 1. Гистограмма веществ, обладающих ауксиновым и ингибиторным эффектом в фазе вегетации у *Lolium perenne* L.

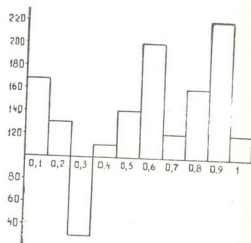


Рис. 2. Гистограмма веществ, обладающих ауксиновым и ингибиторным эффектом в фазе цветения у *Lolium perenne* L.

Анализом гистограммы выявлено, что в качестве стимуляторов роста могут выступать соединения как индольной, так и полифенольной природы. Высокая активность ауксинов в фазе начала цветения указывает на их активное участие в росте генеративных органов и процессах органогенеза.

В фазе плодоношения наблюдается значительное снижение активности ауксинов, тогда как активность ингибиторов резко повышается. Это явление следует объяснить завершением годового цикла роста и развития исследуемых растений, и максимальное накопление ингибиторов в этот период обуславливает их переход в фазу глубокого покоя [2].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что существует полная корреляция как между ритмом роста и развития и активностью фитогормонов и ингибиторов, так и в самой системе регуляторов роста.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило 4.10.1974)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ბ. შლენტი

წოდის ენდოგენური რეგულატორების დინამიკა ზამთრის
 ვეგეტაციის მქონე ზოგიერთ ბალახოვან მცენარეში

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ფიტოჰორმონებისა და ინჰიბიტორების დინამიკა ზამთრის ვეგეტაციის მქონე ზოგიერთ ბალახოვან მცენარის ზრდა-განვითარების ფაზებთან დაკავშირებით.

დადგინდა, რომ არსებობს სრული კორელატიური დამოკიდებულება როგორც ზრდა-განვითარების რიტმსა და ფიტოჰორმონების აქტივობას შორის, ისე თვით ზრდის ენდოგენური რეგულატორების სისტემაშიც.

PLANT PHYSIOLOGY

G. V. ZHGENTI

THE DYNAMICS OF NATURAL GROWTH REGULATORS OF SOME
WINTER-VEGETATIVE PLANTS

Summary

The dynamics of natural growth regulators was studied over the vegetative period in the leaves of some winter-vegetative cereal plants (meadow fescue (*Festuca pratensis*, Huds), sheep's fescue (*Festuca sulcata*, Hack), tall oat grass (*Arrhenatherum elatius* (L)), and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) growing in the vicinity of Tbilisi. The observations were carried out during the phases of vegetative growth and generative development (onset of blossoming and fruiting). A complete correlation has been found to exist between the growth rhythm, development and activity of phytohormones as well as within the system of growth regulators.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. М., 1966, 20.
2. В. И. Кефели. Физиология растений, 18, 1971, 614.



პ. ნასყიდაშვილი

საქართველოს მავარი ხორბლის ჯიშში
(*T. DURUM V. CAERULESCES*) ჰიბრიდული
ქონდარობის ბინები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრელებიმა. 3.9.1974)

ჰიბრიდული ქონდარობის მოვლენა პირველად აღწერა მაკ-მილანმა [1], ხოლო დეტალურად შეისწავლა ჰერმსენმა [2].

ჰიბრიდული ქონდარობის ანუ „ჰიბრიდული უცმარისობის“ გამაპირობებელ გენეტიკურ ფაქტორთა რაოდენობის შესახებ აზრთა სხვადასხვაობაა. მიჩნეულია, რომ ამ მოვლენას განსაზღვრავს სამი კომპლემენტარული გენის ან ორი დომინანტური ან რეცესიული გენის ურთიერთმოქმედება [3].

დადგენილია, რომ ჰიბრიდული ქონდარობის მოვლენას იწვევს განსაკუთრებული გენეტიკური სისტემა D_1d_1 , D_2d_2 და D_3d_3 . ამ გენებს არავითარი კავშირი არა აქვს მოკლედეროიანობის გამომწვევ DW_1 , DW_2 და DW_3 გენებთან.

ჰიბრიდული ქონდარობის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ პირველ და მეორე თაობაში მიიღება მცენარეები, რომლებიც სიმაღლეში ზრდას წყვეტენ, ძლიერ ბარტყობენ და ემსგავსებიან ე. წ. „ბალახოვან კონებს“. ასეთი ტიპის მცენარეები ან არ თავავდება, ანდა მიღებული თავთავები უნაყოფოა. აღნიშნულია აგრეთვე ისეთი შემთხვევა, როდესაც ამ ტიპის მცენარეები თავთავდება ძალიან გვიან და მიღებული ყველა თავთავი ნორმალურადაა განვითარებული.

ჰიბრიდული ქონდარობის მოვლენის გამომწვევ გენეტიკურ ფაქტორთა შესწავლას ძალიან დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ამ მხრივ საქართველოში გავრცელებული ხორბლები შეუსწავლელია. ამ მიზნით მიღებული იქნა 157 ჰიბრიდული კომბინაცია. ამ ჰიბრიდების პირველი და მეორე თაობის შესწავლამ ნათლად გვიჩვენა, რომ ჰიბრიდული ქონდარობის მოვლენა ნათლად გამოვლინდა საქართველოს მაგარი ხორბლის ხაზოვანი ჯიშის ცერულესკენს 19/28 და რბილი ხორბლის ჯიშების (ხულუგო, თბილისური-5 და ბეზოსტაია-1) შეჯვარებით მიღებულ ჰიბრიდულ კომბინაციებში. ამ შეჯვარებებში გამომჟღავნდა ჰერმსენის მიერ დადგენილი მესამე ტიპის ჰიბრიდული ქონდარობა. პირველი თაობის მცენარეებს ძალიან სუსტად ემჩნეოდა ან თითქმის შეუმჩნეველი იყო ქონდარობის ნიშნები. შესწავლილი ყველა მცენარე ფენოტიპურად ნორმალური განვითარებისაა. ამ მცენარეთა მეორე თაობაში გამოითიშნენ ჰიბრიდული ქონდარა ე. წ. „ბალახოვანი მცენარეები“.

საქართველოს რბილი ხორბლის ავტოტონური ჯიშის ხულუგოსა და მაგარი ხორბლის ჯიშის ცერულესკენს 19/28 შეჯვარებით მიღებულ ჰიბრიდულ კომბინაციის მეორე თაობაში აღზრდილ 494 მცენარიდან ფენოტიპურად ნორმალური განვითარების იყო 404 მცენარე, ხოლო ჰიბრიდული ქონდარა (ბალახოვანი კონები) — 90 მცენარე. ჰიბრიდული ქონდარა მცენარეთა საერთო რაოდენობიდან 40 მცენარე განვითარა თავთავი (ერთეული), ხოლო 50 მცენარე არ დათავავდა. ასეთივე შედეგი მიღებული იქნა რბილი ხორბლის რთული ჰიბრიდული ჯიშების თბილისური-5 და ბეზოსტაია-1 მონაწილეობით მიღებულ



კომბინაციებში. მიღებულმა შედეგებმა ნათლად გვიჩვენეს, რომ მეორე თაობაში ნორმალური განვითარების მცენარეების და გამოთიშული „ბალახოვანი მცენარეების“ შეფარდება გამოისახება 13 : 3 (ნორმალური განვითარების მცენარეები : ბალახოვანი მცენარეები). მეორე თაობაში ფაქტიურად მიღებული დათიშვა შეესაბამება თეორიულად მოსალოდნელ დათიშვას.

ამრიგად, ჩვენს მიერ მიღებული შედეგებით დადგინდა, რომ მაგარი ხორბლის ხაზოვანი ჯიში ცერულესენს 19/28 ატარებს ჰიბრიდული ქონდარობის D_2D_3 გენებს (ასეთივე დასკვნამდე მიდის გ. ბაბაჯანიანი და ნ. სარქიანი [4]), ხოლო რბილი ხორბლის ჯიშები ხულუგო, თბილისური-5 და ბეზოსტაია-1 — D_1 გენს. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ აღნიშნული შეჯვარებების მეორე თაობაში „ბალახოვან მცენარეებთან“ ერთად გამოითიშნენ სრულიად ნორმალური განვითარების პრაქტიკულად მეტად საინტერესო მოკლედეროიანი მცენარეები.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.9.1974)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ

ГЕНЫ ГИБРИДНОЙ КАРЛИКОВОСТИ В СОРТЕ ГРУЗИНСКОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*T. DURUM V. CAERULESCENS*)

Резюме

Изучение гибридов от скрещивания твердой пшеницы (Церулесценс 19/28) с сортами мягкой пшеницы (Хулуго, Тбилисури 5, Безостая 1) показало, что во всех этих скрещиваниях в F_2 выщепились карликовые растения, которые образовали «травяные пучки», усиленно кустились, не образуя колосьев, или образовали поздно плохоразвитые колосья. Соотношение между нормально развитыми растениями и ненормально кустиющимися во втором поколении было близким к теоретически ожидаемому — 13 (нормальных):3 («травяных пучка»).

Это соотношение между нормально развитыми растениями и испытывающими депрессию позволяет предполагать, что сорт Церулесценс 19/28 является носителем генов гибридной карликовости D_2D_3 , а сорта мягкой пшеницы Хулуго, Тбилисури 5 и Безостая 1 — носителями D_1 .

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI

GENES OF HYBRID DWARFNESS IN THE GEORGIAN DURUM WHEAT VARIETY (*T. DURUM V. CAERULESCENS*)

Summary

Study of hybrids received from crossing durum wheat (*caerulescens* 19/28) with soft wheats (*Khulugo*, *Tbilisuri* 5, *Bezostaja* 1) has shown that dwarfish plants forming “grass bundles” deviate in F_2 . Correlation between

normally developed plants and "grass bundles" in F_2 was close to the theoretically expected ratio of 13:3. This correlation warrants the assumption that the *Caerulescens* 19/28 variety is the carrier of genes of dwarfness D_2D_3 , whereas the soft wheat varieties *Khulugo*, *Tbilisuri* 5, *Bezostaja* I are carriers of D_1 .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Mac Millan. Counc. for. Sc. and Ind. Res., Bull., 1937.
2. J. C. Hermesen. Euphytica, v. 16, № 2, 1967.
3. К. Nishikawa. Jap. J. Genet., v. 37, 1962.
4. Н. С. Саркисян, Г. А. Бабаджанян. Труды АрмНИИЗ, «Пшеница», 1, 1973.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. С. ТИМЧЕНКО, Г. Г. БЕРАДЗЕ

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ АФФЕРЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ ВЕНТРАЛЬНОГО ЯДРА НАРУЖНОГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА КРОЛИКА

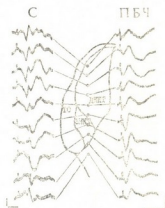
(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 19.9.1974)

Несмотря на достаточно подробное морфологическое изучение вентрального ядра наружного колленчатого тела (ВНКТ) у кошек [1—3], крыс [4] и других млекопитающих [2, 3], электрофизиологически оно почти не исследовано, за исключением выяснения его роли в опто-вестибулярной интеграции [5].

Принимая во внимание его связи у высших млекопитающих с волокнами оптического тракта [1—3], а также с передними буграми четверохолмия [6] и зрительной корой [7], следует допустить, что данное ядро, как и дорзальное ядро наружного колленчатого тела (ДНКТ), непосредственно связано у этих животных со зрительной функцией. В настоящей статье представлены результаты электрофизиологических исследований, проведенных с целью установления афферентных связей ВНКТ.

Опыты были проведены на взрослых (весом 3,5—4,5 кг) кроликах, наркотизированных внутривенным введением нембутала (15 мг/кг). Потенциалы с поверхности больших полушарий и подкорковых структур (при вертикальном прохождении электрода) регистрировались монополярно (индифферентный электрод находился в кости лобной пазухи). Глубинные электроды были ориентированы по координатам стереотаксического атласа [8]. После окончания опыта маркировка подкорковых структур производилась электролитически пропусканием постоянного тока (4 мА в течение 40—50 сек), а локализация их определялась на серийных фронтальных срезах мозга.

Рис. 1. Ответы дорзального (ДНКТ) и вентрального (ВНКТ) ядер наружного колленчатого тела кролика на световое раздражение (С) и электрическую стимуляцию (5 в, 0,1 мсек) передних бугров четверохолмия (ПБЧ). ТО — оптический тракт. Калибровка амплитуды 100 мкв, времени 20 мсек.



Как видно на рис. 1, С, в ДНКТ на световую вспышку (1 мсек) возникает ответ, состоящий из положительно-отрицательного потенциа-

ла (и последующих слабых колебаний). По мере погружения электрода в вентральном направлении с известного момента уменьшается амплитуда ответа. На границе с ВНКТ начальное положительное колебание пропадает и постепенно развивается длительный положительный потенциал с большим латентным периодом, который достигает наибольшей амплитуды в центральной части ВНКТ. На этом же препарате производилось раздражение передних бугров четверохолмия (ПБЧ), что вызывало возникновение ответов как в ДНКТ, так и в ВНКТ (рис. 1, ПБЧ). Наибольшую амплитуду эти ответы имеют в ВНКТ, именно в той его области, в которой регистрировался длиннolatентный положительный потенциал на световую вспышку. Кроме того, в ответе ДНКТ превалирует отрицательный компонент, тогда как в ответе ВНКТ лучше выражен положительный потенциал.

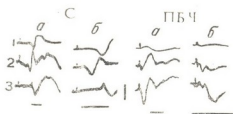
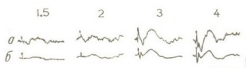


Рис. 2. Ответы зрительной коры (1), дорзального (2) и вентрального (3) ядер НКТ, возникающих на световую вспышку (1 мсек) и электрическую стимуляцию ПБЧ (5 в, 0,1 мсек) при малой (а) и большой (б) развертках. Калибровка 100 мкв и 20 мсек (в случае ПБЧ 10 мсек)

При одновременной регистрации ответов зрительной коры, ДНКТ и ВНКТ, возникающих на световую вспышку (рис. 1, С, а, б), наглядно проявляется разница в латентных периодах ответов этих структур. Если ответ ДНКТ на световое раздражение возникает с латентным периодом (ЛП) 6—6,5 мсек, т. е. намного раньше первичного коркового ответа, то ответ ВНКТ возникает с ЛП 18—20 мсек и превосходит ЛП первичного ответа коры. Это особенно хорошо видно при большой развертке (рис. 1, С, б). Ответы на раздражение ПБЧ регистрируются в ДНКТ и ВНКТ примерно с одинаковым ЛП, но отличаются по амплитуде и конфигурации (рис. 2, ПБЧ, а). Амплитуда ответа ВНКТ бывает намного больше чем ДНКТ, и он состоит из положительно-отрицательного потенциала, в то время как в ответе ДНКТ виден в основном отрицательный низкоамплитудный потенциал. Наряду с этим, преимущественная связь ПБЧ с ВНКТ обнаруживается при определении порогов возникновения ответов на раздражение ПБЧ. На рис. 3 хорошо видно, что при малых интенсивностях раздражения

Рис. 3. Одновременно регистрируемые ответы ВНКТ (а) и ДНКТ (б) на электрическое раздражение ПБЧ (0,1 мсек). Цифрами обозначено напряжение в вольтах. Калибровка 100 мкв и 20 мсек.



(1,5—2 в) ответ возникает только в ВНКТ. Для получения заметного ответа ДНКТ обычно требовалось удвоение интенсивности (3—4 в).

Разница в ответах ВНКТ и ДНКТ проявляется также при разной частоте световой стимуляции. Если ДНКТ воспроизводит ответы до 10—15/сек, то ВНКТ еле достигает частоты 6—10/сек.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что ВНКТ кролика может активироваться импульсацией, идущей как от сетчатки, так и от ПБЧ. Сравнительно большой ЛП и низкая частота



усвоения ритма световой стимуляции могут быть обусловлены малой скоростью проведения возбуждения по системе тонких волокон, идущих из оптического тракта в ВНКТ, или за счет переключения этих путей в ПБЧ.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 19.9.1974)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ტიმჩენკო, ბ. ბერაძე

ბოცვერის ზარითა დაფხლული სხეულის ვენტრალური ბირთვის აფერენტული კავშირების ელექტროფიზიოლოგიური შესწავლა

რეზიუმე

ნემბუტალით დანარკოზებულ ბოცვერებზე შევისწავლეთ გარეთა დამუხლული სხეულის ვენტრალური და დორზალური ბირთვების პასუხები სინათლისა და ოთხგორაკის წინა ბორცვების ელექტრულ გაღიზიანებაზე. დორზალური ბირთვისაგან განსხვავებით, ვენტრალური ბირთვის პასუხები სინათლეზე ხასიათდებოდა დიდი ლატენცური პერიოდით და გაღიზიანების უფრო ნაკლები სისწირის ათვისებით. განსხვავდება აგრეთვე პასუხების კონფიგურაცია.

ვენტრალური ბირთვის აფერენტულ გზებს წარმოადგენენ ან პირდაპირ მიმავალი ოპტიკური ტრაქტის წვრილი ბოჭკოები, ანდა ეს გზა ოთხგორაკის წინა ბორცვებში გადაირთვება.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. S. TIMCHENKO, G. G. BERADZE

ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY OF THE AFFERENT CONNECTIONS OF THE VENTRAL NUCLEUS OF THE LATERAL GENICULATE BODY IN RABBITS

Summary

The responses evoked by a light flash and electrical stimulation in ventral (VGL) and dorsal (DGL) nuclei of the lateral geniculate body were studied in adult rabbits anesthetized with nembutal. The responses to the light flash in the VGL were distinguished from those of DGL by a longer latency and reproduced a lesser frequency of repetition. Their configuration was different too. In VGL responses were elicited also to electrical stimulation of the superior colliculus, arising at lower thresholds than in DGL. All this indicates that the visual input to VGL is realized either directly by very thin fibres of the optic tract, or else is relayed in the superior colliculus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. R. Hayhow. *J. Comp. Neurol.*, 110, 1958, 1—63.
2. S. Polyak. *The Vertebrate Visual System*. Chicago, Univ. Chicago Press, 1957.
3. K. Niimi, T. Kanaseki, S. Takimoto. *J. Comp. Neurol.*, 121, 1963, 313—324.
4. W. R. Hayhow, A. Sefton, C. Webb. *J. Comp. Neurol.*, 118, 1962, 290—322.
5. P. T. S. Putkonen, M. Magnin, M. Jeannerod. *Brain Research*, 61, 1973, 407—411.
6. M. C. Singleton, T. L. Peele. *J. Comp. Neurol.*, 125, 1965, 303—329.
7. K. Niimi, S. Kawamura, S. Ishimaru. *J. Comp. Neurol.*, 143, 1971, 279—313.
8. C. H. Sawyer, I. W. Everett, J. D. Green. *J. Comp. Neurol.*, 101, 1954, 801—824.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. Р. КИКНАДЗЕ

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА В
РАЗЛИЧНЫХ ФАЗАХ СНА ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ
РЕНТГЕНОВСКИМИ ЛУЧАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 13.9.1974)

Существует ряд работ, посвященных изучению влияния облучения на поведение животных [1—4] и электрическую активность новой коры [5, 6] и подкорковых структур [7, 8].

Исходя из уже известных данных, мы предположили, что определенный интерес может представить изучение влияния радиации на динамику электрической активности мозга во время цикла бодрствования — сон.

На половозрелых кошках с хронически вживленными электродами изучалась динамика отдельных ритмов во время различных фаз сна до и после облучения.

Опыты начинались через 5—10 дней после операции. В течение нескольких дней регистрировался нормальный цикл бодрствование — сон. Опыты проводились с 10 до 17 часов, остальное время животные находились в специальной камере, позволяющей депривацию сна. Да-

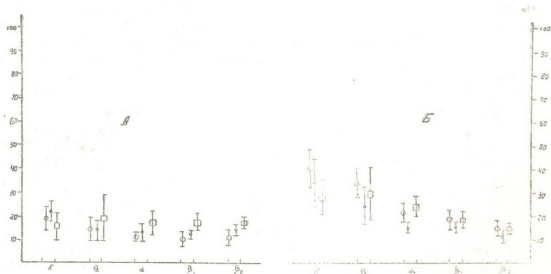


Рис. 1. Изменения динамики фоновой электрической активности (белые круги) сенсомоторной коры (А) и дорсального гиппокампа (Б) на 11-й (черные круги) и 14-й (четырёхугольники) дни после облучения при бодрствующем состоянии

лее животные облучались totally с помощью двух спаренных рентгеновских установок типа РУТ-II при условиях 200 кв, 20 ма, без фильтра. Суммарная доза равнялась 400 р. Контроль дозы проводился электронным и химическим дозиметрическими методами.



В момент облучения изменения динамики электрической активности мозга не наблюдались. Проводились спектральный анализ и интегрирование отдельных ритмов. Интегрированные величины ритмов, составляющих электронеокортикограмму и электрогиппокампограмму, обрабатывались количественно, и статистическая достоверность наблюдаемых изменений определялась Т-критерием Стьюдента.

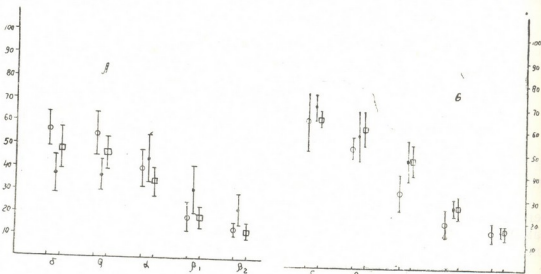


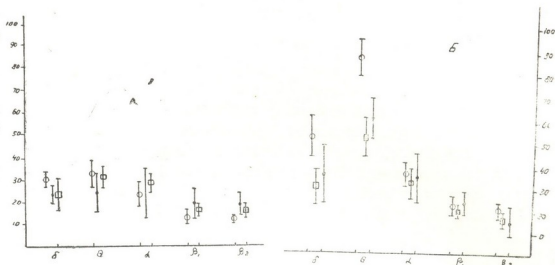
Рис. 2. Изменения динамики фоновой электрической активности сенсорной коры и дорсального гиппокампа при глубоком медленном сне. Обозначения те же, что и на рис. 1

Известно, что при натуральном сне, в медленноволновой фазе преобладают низкочастотные волны с высокой амплитудой в диапазоне дельта- и тета-ритмов, а для парадоксальной фазы сна характерна гиперсинхронизация гиппокампальной тета-активности; новая кора при этом проявляет общую десинхронизацию, подобную бодрствующему состоянию [9]. На 8-й день после облучения уже проявляется тенденция нарушения нормальной структуры парадоксальной фазы сна. На 11-й день это нарушение явно выражено (рис. 3, б). В парадоксальном сне происходит угнетение гиперсинхронизации гиппокампальной тета-активности, а позднее—также значительное уменьшение дельта-ритма. Эти изменения продолжают в последующие дни, и нормальная картина не восстанавливается до самой смерти. Можно полагать, что после подвержения облучению происходит понижение эмоционального напряжения в парадоксальном сне, что объясняется снижением функционального состояния эмоциогенных, в частности гипоталамических, структур, ответственных в определении гиппокампального тета-ритма. Тот факт, что в электрической активности гиппокампа при бодрствующем состоянии (рис. 1, б) и медленном сне (рис. 2, б) после облучения изменений нет, наводит на мысль, что рентгеновские лучи особенно сильно действуют на многочисленные тонкие нейрофизиологические и биохимические механизмы мозга, которые играют важную роль в организации парадоксальной фазы сна.

Что же касается новой коры, она оказалась более устойчивой перед облучением. На 10—11-й день после облучения наблюдается угнетение корковой электрической активности (рис. 2, а), что выражается в уменьшении дельта- и тета-ритмов, особенно в медленном сне. Но эти изменения скоропреходящи; через 2—3 дня в коре восстанавливается



ფონოვანი კარტინა. ნა ოსოვე ოთხ ფაქტოვ მოქონო ზაკლოჭიტი, ქო ფუნქციონალური სოსთანიე პალეოკორტიკალური სტრუქტურ ქოდი ვლინაიე იონიზირუიქი რადიაციი მენაქიე ბუსტრეიე იეტი იზმენენია ბოლეს სტაბილური, ქემ იზმენენია ნეოკორტიკალური სტრუქტურ.



რის. 3. იზმენენია დინამიკი ფონოვი ელექტრიკული აქტივონი სენსორიკული კორი დორსალური ჰიპოკამპი პარიადოქსალური ფაზი სნი. ობოჯინენია თე ქე, ქო ნა რის. 1.

თაკიმ ობოჯონი, რადიაციონური ობლუჩენიე ქუთემ ვოდექტივონიე ნა არქიპალეოკორტიკალური სტრუქტურე ვლინაიე ნა დინამიკი ელექტრიკული აქტივონიე მოჯი რადიკალური ფაზი სნი ი ვოქონაიე ობოჯინენიე იხ სტრუქტურე.

აკადემია ნაუკ გურჯინური სსრ
ინსტიტუტი ფიზიოლოგიი

(ქოსუტილო 13.9.1974)

აღამიანისა დო ცხომელთა ფიზიოლოგია

ბ. კიკნაძე

თავის ტვინის ელემენტარული აქტივობის დინამიკა ძილის
სხვადასხვა ფაზაში რენტგენის სხივების
ზემოქმედების შემდეგ

რეზიუმე

ქატებზე, ქრონიკულად ჩანერგილი მეტალის ელექტროდების საშუალებით შევისწავლეთ რენტგენის სხივების (სუმარული დოზა 400რ) ზემოქმედების გავლენა თავის ტვინის ელექტრული აქტივობის დინამიკაზე და ძილის სხვადასხვა ფაზაში. დადგინდა, რომ რენტგენის სხივები განსაკუთრებით ძლიერად მოქმედებენ ძილის პარადოქსული ფაზის ორგანიზაციაში მონაწილე ნეიროფიზიოლოგიურ და ნეიროჰუმორულ მექანიზმებზე.

ახალი ქერქის ელექტრული აქტივობა დასხივების შემდეგ დროებით ცვლილებებს განიცდის და ორ-სამ დღეში აღდგოიე აქეს ფონური სურათის აღდგენას. ე. ი. პალეოკორტიკალური სტრუქტურები უფრო მგრძობიარეა დასხივებისადმი, ვიდრე ახალი ქერქი.

N. R. KIKNADZE

EFFECTS OF X-IRRADIATION ON THE DYNAMICS OF THE BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY DURING DIFFERENT PHASES OF SLEEP

Summary

The dynamics of the electrical activity in different structures of the brain during the wakefulness-sleep cycle was studied by means of X-irradiation (400 r) in cats with chronically implanted electrodes.

After X-irradiation, suppression of the hippocampal theta rhythm is observed in paradoxical sleep, whereas during wakefulness and deep slow-wave sleep it remains unchanged. The neocortical electrical activity develops only temporary changes, returning to background activity within 2-3 days.

It is suggested that on the one hand, X-irradiation exerts a specific effect selectively on the neurophysiological and neurohumoral mechanisms of the paradoxical phase of sleep and on the other, the paleocortical structures are more sensitive to X-irradiation in comparison with the neocortex.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Garcia, N. A. Buchwald, B. H. Feder, R. A. Koelling. *Nature*, 196, 1962, 4858.
2. E. L. Hunt, D. J. Kimeldorf. *Science*, 137, 1962, 857.
3. J. C. Smith. *Progress in Physiol. Psychol.*, 4, 1971.
4. D. J. Kimeldorf, J. Garcia, D. O. Rubadeau. *Rad. Research*, 12, 6, 1960.
5. J. Garcia, N. A. Buchwald, J. Bach-Y-Rita, B. H. Feder, R. A. Koelling. *Science*, 140, 1963, 364.
6. M. Berry, B. G. Clendinnen, J. T. Eayrs. *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, 15, 1, 1963.
7. H. Gangloff, T. J. Haley. *Rad. Research*, 12, 6, 1960.
8. R. L. Schoenbrun, E. Campeau, W. R. Adey. *2nd Int. Symp. Boston*, 1964.
9. M. Jouvet. *Rev. Medicine*, 1972, 16-17.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. И. МАЛОЛЕТНЕВ, З. А. ТЕЛИЯ

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА НОЧНОЙ СОН
ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 25.9.1974)

Рядом авторов было показано, что после интенсивных физических нагрузок у животных [1, 2] и у людей [3, 4] наблюдается увеличение длительности так называемого медленноволнового сна (МС), что позволило предположить связь этой фазы сна с функциональным состоянием организма. Однако предпринятые позднее [5, 6] исследования не обнаружили корреляции между утомлением и МС. Важность вопроса и значительные противоречия в результатах разных авторов побудили нас еще раз подробно изучить влияние физических нагрузок на структуру ночного сна человека.

Исследования проводились на 10 добровольцах-спортсменах (мастера спорта по фехтованию — 2, баскетболу — 1, футболу — 2, гимнастике — 2, борьбе — 2, плаванию — 1) в возрасте 18—22 лет. Каждый испытуемый изучался в течение 5 последовательных ночей, из которых 1-я являлась адаптивной, 2—4-я — фоновыми (контрольными), 5-я — тестовой (после интенсивной физической нагрузки).

В течение дней, предшествовавших фоновым ночам, испытуемые строго придерживались обычного режима, не тренировались и не спали днем. В день, предшествовавший тестовой ночи, каждый испытуемый между 13—17 часами проводил интенсивную тренировку по специальности, нагрузка во время которой в 2—3 раза превышала обычную (увеличивались как длительность, так и количество выполняемых элементов). В постель каждый испытуемый ложился в привычное для него время (между 22—23.30). Регистрация ЭЭГ, ЭОГ, ЭМГ, ЭКГ и КГР проводилась непрерывно на протяжении всей ночи до момента спонтанного пробуждения испытуемого утром. Электрограммы зарегистрированных параметров анализировались по 35-секундным эпохам (скорость протяжки бумаги 15 мм/сек). Локализация регистрирующих электродов и классификация стадий сна производились по принятому стандарту [7]. Статистическая достоверность полученных различий оценивалась на основании т-критерия Стьюдента [8].

Результаты опытов представлены в таблице. Как оказалось, одним из наиболее выраженных и стабильных последствий интенсивной физической нагрузки было значительное увеличение длительности стадии 4 МС ($P < 0,02$). При этом почти у всех испытуемых (за исключением испытуемого 4) наблюдалась тенденция к некоторому снижению длительности стадии 3 (хотя среднестатистическая разница процента стадии 3 до и после нагрузки не достигала уровня достоверности, $p < 0,1$). За счет увеличения длительности стадии 4 суммарный процент МС (стадии 3+4) в ночь после нагрузки возрастал (рис. 1, Б, В).

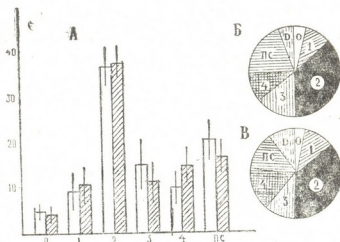
Соотношение стадий ночного сна до и после физической нагрузки (усредненные данные 58 ночей)

Стадия сна	0		I		II		III		IV		ПС		Двигательная активность		Тотальное время сна	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	5,2	4,8	5,6	6,3	31,1	34,7	27,4	22,3	8,3	12,8	17,2	12,1	6,1	7,2	533	551
2	4,2	5,0	6,9	7,1	41,3	38,4	13,8	10,1	9,5	15,5	17,9	14,8	6,1	9,1	545	578
3	2,5	2,1	13,8	14,1	37,7	35,1	15,6	13,4	9,5	16,1	17,6	12,5	3,8	5,1	551	560
4	6,7	6,0	3,2	11,6	38,8	31,8	9,6	9,7	11,6	18,9	25,3	17,2	4,7	4,8	448	487
5	5,2	3,8	10,7	11,2	28,4	32,1	11,1	9,4	16,8	18,5	24,6	20,4	3,2	4,7	581	603
6	5,8	5,0	11,5	19,6	41,3	34,6	11,5	9,1	5,9	5,6	19,7	19,9	4,3	6,2	440	439
7	4,6	4,0	6,2	6,7	36,2	38,8	16,6	9,5	11,8	16,4	18,2	15,8	6,4	6,9	498	531
8	2,5	1,3	16,8	9,6	36,3	39,1	16,6	11,8	4,2	13,4	16,5	19,2	7,1	5,6	416	440
9	6,6	7,1	7,2	9,7	34,9	40,5	10,1	7,3	9,5	10,7	23,8	20,1	4,9	4,6	478	492
10	5,2	4,1	9,4	10,5	37,7	42,1	13,4	8,3	9,4	15,5	17,1	12,4	7,8	7,2	521	554
Среднее значение	4,8±1,6	4,3±1,9	9,1±4,3	10,6±4,2	36,4±4,4	36,7±3,7	14,6±5,6	11,1±4,6	9,6±3,6	14,1±4,1	20,1±4,1	16,4±3,6	5,5±1,5	6,1±1,5	500±58	524±59

В графе 1 приводится среднее значение (%) каждой стадии по отношению к тотальному времени сна, выведенное по данным трех контрольных ночей, в графе 2—% данной стадии, полученный во время тестовой ночи.

Сравнение процентных соотношений быстрого (парадоксального) сна (БС) показало, что после физической нагрузки наблюдается уменьшение процента этой фазы сна по сравнению с фоном ($20,1 \pm 4,1$ до и $16,4 \pm 3,6$ после нагрузки, $p < 0,05$), хотя в двух случаях (испытуемые 6 и 8) ее длительность несколько увеличивалась (см. таблицу).

Рис. 1. Изменение соотношения стадий сна после физической нагрузки (по усредненным данным): А — % стадий сна до (белые колонки) и после физической нагрузки (заштрихованные колонки), из ординате — % по отношению к общему времени сна, на абсциссе — стадии сна, Б и В — изменение продолжительности разных стадий относительно друг друга и относительно общего времени сна (стадии сна обозначены цифрами в соответствующем секторе)



В ночь после дневной нагрузки наблюдалось увеличение общего времени сна, обусловленное увеличением абсолютной длительности главным образом стадии 4.

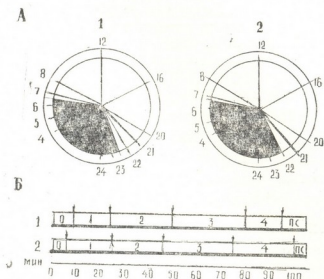


Рис. 2. А — Изменение соотношения бодрствования и сна (зачернено) до (1) и после (2) нагрузки. Цифрами отмечены часы суток. Б — латентные периоды стадий сна первого цикла до (1) и после нагрузки (2). Стрелками обозначен конец каждой стадий.

Анализ изменений структуры сна после физической нагрузки показал, что каких-либо выраженных сдвигов ее не происходит: если в условиях фона сон испытуемого состоял из трех полных циклов, то такое же количество законченных периодов регистрировалось у этого же испытуемого и после нагрузки. Наблюдались, однако, некоторое уменьшение латентного периода погружения в сон (время до наступления первой стадии первого цикла), уменьшение латентного периода наступления стадии 3 и увеличение латентного периода БС первого цикла (рис. 1, В). Кроме того, все испытуемые после нагрузки высказывали



желание несколько раньше лечь в постель (рис. 1, А). Наконец, после физической нагрузки отмечалось также увеличение количества КГР.

Статистически достоверных изменений других стадий сна после нагрузки обнаружено не было.

Полученные результаты позволяют заключить, что основным различием в ночном сне до и после интенсивных физических нагрузок является увеличение абсолютной и относительной (ко времени ночного сна в целом) длительности МС, что подтверждает преимущественную связь этой фазы сна с функциональным состоянием организма.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

Грузинский институт
физкультуры

(Поступило 18.10.1974)

აღმნიშნისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

3. ვალოლეტნევი, ზ. თელია

ფიზიკური დატვირთვის გავლენა ადამიანის ღამის ძილზე

რეზიუმე

სხვადასხვა სპეციალიზაციის 10 სპორტსმენზე ემბ-ის განუწყვეტლო რეგისტრაციით შევისწავლეთ ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის გავლენა ღამის ძილის სტრუქტურაზე. აღმოჩნდა, რომ დღის მეორე ნახევარში მიღებული ინტენსიური დატვირთვის გავლენით იზრდება ნელტალღოვანი ძილის 4 სტადიის ხანგრძლივობა, პარადოქსული ძილი კი მოკლდება (ძილის საერთო დროსთან შეფარდებით). მონაცემები სტატისტიკურად სარწმუნოა ($P < 0,01$).

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. I. MALOLETNEV, Z. A. TELIA

THE INFLUENCE OF EXERCISE ON THE NIGHT SLEEP IN MAN

Summary

The influence of exercise on the night sleep of ten athletes was studied by all-night EEG-recording. Following intense afternoon exercise most consistent changes were in evidence: an increase in stage 4 of slow wave sleep and decrease in the paradoxical phase of sleep (in reference to the total time of sleep). The data are statistically significant ($p < 0.01$).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Matsumoto, T. Nishisho, T. Suto, T. Sadahiro, M. Miyoshi. Nature, 218, 1968, 177.
2. J. A. Hobson. Science, 162, 1968, 1503—1505.
3. F. Baekeland, R. Lasky. Percept. Motor Skills 23, 1966, 1203.
4. R. B. Zloty, J. A. Burdick, J. D. Adamson. Activa nervosa Superior, 15, 1973, 217.
5. J. L. Altman, W. E. Whitehead, A. Rechtshaffen. Psychon. Sci., 26, 1972, 162.
6. R. Hauri. Psychophysiology, 4, 1968, 267.
7. A. Rechtshaffen, A. Kales Eds. A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. US Department of Health, 1968.
8. Н. Бейли. Статистические методы в биологии. М., 1962.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

С. М. БУТХУЗИ, В. Г. БЕРИШВИЛИ, А. Г. ЧХАРТИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ БОЛИ ВО ВРЕМЯ БОДРСТВОВАНИЯ И В РАЗНЫХ ФАЗАХ СНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 31.10.1974)

За последнее время в ряде электрофизиологических исследований было подтверждено наличие специализации болевых проводящих путей и центральных структур, переключающих и воспринимающих болевую афферентацию [1—5]. Было показано, что селективное раздражение А δ афферентов зубной пульпы у кошек вызывает рефлекс открывания челюсти [6]. Вместе с тем, раздражение зубной пульпы у человека вызывает только ощущение боли [7]. Таким образом, можно предположить, что этот рефлекс у животных является одним из объективных показателей болевой реакции.

В настоящей статье приведены данные об изменении электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и вызванных потенциалов (ВП) «дентальной» проекционной области коры, а также рефлекса открывания челюсти в ответ на раздражение зубной пульпы у кошек при естественном изменении функционального состояния ЦНС. Для раздражения зубной пульпы в верхние клыки вживлялись проволочные электроды, которые закреплялись серебряной амальгамой, а затем покрывались тонким слоем стеракрила в виде искусственной коронки зуба.

При пороговых силах раздражения зубной пульпы (которые определялись электромиографически и прощупыванием: слабого вздрагивания подчелюстной мышцы) в поведении животных не обнаруживаются признаки беспокойства или дискомфорта. В ЭЭГ также трудно уловить какие-либо изменения. При усилении раздражения в 2—3 раза наблюдается открывание челюсти по ритму раздражения. При учащении раздражения выше 10—15 сек животное открывает рот и поднимает голову (рис. 1,А). Одновременно с этим отмечается десинхронизация ЭЭГ, продолжительность которой зависит от интенсивности раздражения пульпы. При надпороговом частом (100/сек в течение 1—2 сек) раздражении пульпы во время дремоты десинхронизация ЭЭГ (в виде последствия по прекращении раздражения) продолжается не более 2—3 сек (рис. 1,Б). Такое же раздражение во время парадоксальной фазы сна не приводит к заметным изменениям ни ЭЭГ, ни поведения: животное продолжает спать — парадоксальная фаза сохраняется (рис. 1,В). При двукратном усилении раздражения наступает пробуждение и открывание рта (рис. 1,Г). Так же как и в условиях наркоза [3, 4], у хронических кошек ВП в виде начального медленного негативного отклонения были зарегистрированы в ростральной части корональной извилины при раздражении контралатерального клыка надпороговой силой. После начального колебания обычно возникали добавочные, более поздние позитивно-негативные компоненты ответа (рис. 2). Эти ответы подвержены значительным из-

менениям при переходе от состояния бодрствования к дремоте и к медленноволновой (МС) и парадоксальной (ПС) фазе сна. Особенно

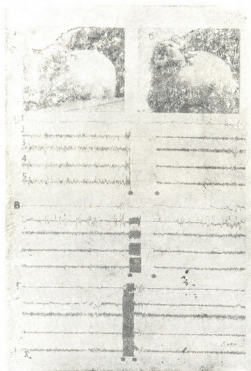
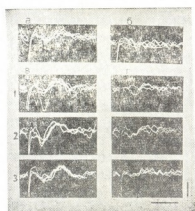


Рис. 1. Реакция открывания челюсти (А) и изменения ЭЭГ (Б—Г) при раздражении левого верхнего клыка. А: а—надпороговое, б—максимальное раздражение, Б—МС, В, Г—ПС. Отведения: 1—электромиограмма двухбрюшинной мышцы, 2—электроокулограмма, 3—правая корональная извилина, 4—таламическое вентральное заднемедиальное ядро, 5—средняя часть левой супрасильвиевой извилины. Стрелки указывают моменты раздражения зуба (начало и конец). Интенсивность раздражения: Б, В—1, 5 в, Г—4 в. Частота раздражения во всех случаях 100/сек. Калибровка амплитуды 0,1 мВ

значительно изменяются поздние компоненты ответов. На рис. 2,а видно, что при спокойном бодрствовании ответ имеет форму негативно-позитивно-негативного комплекса. Величина начальной негативности составляет 100—150 мкВ. При активном бодрствовании, например настороживании ВП, особенно поздняя негативность угнетается (рис. 2,б). Обычно из серии ответов при повторных раздражениях первые

Рис. 2. Изменение «болевых» ВП в левой корональной извилине при различных фазах сна. Раздражается гульпа верхнего левого клыка. а—Спокойное, б—активное бодрствование, в—МС, г—ПС, 1—начальная, 2, 3—поздняя стадии МС и ПС. Калибровка: амплитуды 0,4 мВ, времени 80 мсек



имеют большую амплитуду, чем последующие, но временами ответы могут опять увеличиваться. Во время дремотного состояния или в начальных стадиях МС амплитуда ВП, особенно поздних компонентов, значительно увеличивается (рис. 2,в—1). В поздних стадиях МС (при развитии дельта-волн) ответы несколько уменьшаются (рис. 2,в—3). Параллельно с этим изменяется величина рефлекторного сокращения подчелюстной мышцы. На рис. 3 показано изменение электромиограммы мышцы при переходе от бодрствования к МС и ПС. Как видно на

рисунке, во время ПС отмечается только слабое вздрагивание подчелюстной мышцы, которое обычно не приводит к открыванию рта.

Боль является субъективным феноменом, и поэтому в эксперименте на животных основная трудность заключается в подборе адекватного объективного ее показателя. По аналогии предполагают, что раздражения, которые вызывают боль у человека, должны вызывать ее и у животных. В наших опытах с раздражением пульпы мы остановились на рефлексе открывания челюсти как на объективном показателе боли. Еще Шеррингтон [8] показал на децеребрированных кош-

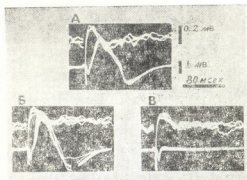


Рис. 3. «Болевые» ВП и электромиограмма (нижняя запись) двухбрюшинной мышцы во время бодрствования (А), МС (Б) и ПС (В). Интенсивность раздражения 3 в, частота 1/сек

ках, что рефлекс открывания челюсти при механическом или электрическом раздражении зубов является аналогом гиббательного рефлекса конечностей при ноцицептивных раздражениях и служит защитной реакцией организма, направленной на устранение повреждающего действия раздражителя. Общий уровень функционального состояния ЦНС имеет решающее значение в проявлении всех внешних признаков боли. Как видно из приведенных данных, при переходе от бодрствующего состояния к МС, а затем ПС в ответ на одно и то же болевое раздражение все проявления ноцицептивной реакции постепенно ослабевают. Повышение порога ноцицептивной реакции особенно заметно проявляется во время ПС, причиной которого может быть кортикофугальное торможение ноцицептивной афферентации на уровне тригеминального ядра [9] или активация серотонинергических структур среднего мозга [10].

Таким образом, в условиях хронических опытов селективное раздражение Аδ волокон зубной пульпы вызывает ноцицептивный рефлекс открывания челюсти и десинхронизацию ЭЭГ. Порог ноцицептивной реакции открывания челюсти повышается при переходе от состояния бодрствования к медленноволновой и парадоксальной фазам сна. Наибольшую амплитуду «болевого» ВП при раздражении зубной пульпы достигают в контралатеральной корональной извилке во время бодрствования и в начальных стадиях медленноволновой фазы сна. Во время активного бодрствования и парадоксальной фазы сна амплитуда «болевого» ВП значительно угнетается.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 31.10.1974)

ს. ზოთხუში, ვ. ბერიშვილი, ა. ჩხარტიშვილი

ტკივილის კვებითი და ელექტრული გამოვლინების ცვლილებები
ღვიძილისა და ძილის სხვადასხვა ფაზის დროს

რეზიუმე

ქრონიკულ ცდებში კატებზე შევისწავლეთ კბილის პულპის მტკივნეული ვალიზანებით გამოწვეული პირის ვალების რეფლექსის, ელექტროენცეფალოგრამის და ქერქის გამოწვეული პოტენციალების ცვლილებები ღვიძილისა და ილის სხვადასხვა ფაზის დროს. კბილის პულპის იმეათი ვალიზანების (1/სეკ) მტკივნეული ვალიზანებით გამოწვეული პოტენციალები აღირიცხებოდა დიდი ტენის ქერქის კორონარულ ხვეულში კონტრალატერალურ მხარეზე. აღნიშნული ქერქული პასუხები მაქსიმალური ამპლიტუდისა იყვნენ ნელი ძილის დროს, ხოლო ღვიძილისა და პარადოქსული ძილის დროს მნიშვნელოვნად მცირდებოდნენ.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

S. M. BUTKHUZI, V. G. BERISHVILI, A. G. CHKHARTISHVILI
 ON THE CHANGES OF BEHAVIORAL AND ELECTRICAL
 MANIFESTATIONS OF PAIN DURING WAKEFULNESS AND
 DIFFERENT PHASES OF SLEEP

Summary

In chronic experiments on cats, changes of the nociceptive jaw opening reflex, EEG and cortical evoked potentials produced by tooth pulp stimulation were studied during wakefulness, slow wave (SWS) and paradoxical phases (PS) of sleep;

The threshold of the nociceptive jaw opening reflex increases during the transition from the waking state to the SWS and PS. "Pain potentials" evoked by low frequency stimulation (1/sec) of the tooth pulp were recorded in the contralateral coronal gyrus. These potentials had the maximal amplitude during quiet wakefulness and in the initial stages of SWS. During active wakefulness and the PS the amplitude of "pain potentials" appeared considerably depressed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. M. Brookhart, W. K. Livingston, F. P. Haugen. *J. Neurophysiol.*, 16, 193, 634.
2. H. J. Van Hassel, M. A. Biedenbach, A. C. Brown. *Arch. Ora Biol.*, 17, 1972, 10 9.
3. L. Vyklicky, O. Keller, G. Brozek, S. M. Butkhuzi. *Brain Res.*, 41, 1972, 11.
4. O. Keller, S. M. Butkhuzi, L. Vyklicky, G. Brozek. *Physiol. Bohemoslovaca*, 23, 1974, 45.
5. S. A. Andersen, O. Keller, L. Vyklicky. *Brain Res.* 50, 1973, 473-475.
6. A. J. Texton. *J. Physiol. (Lond)*, 197, 1968, 34.
7. B. I. Orban. *Oral Histology, Embryology*, 4th ed. C. V. Mosby St. Louis, 1956.
8. D. Jr. Scott, G. G. Stewart. *Oral Surg. Med. Oral Path.* 20, 1965, 784.
9. O. Keller, S. M. Butkhuzi, L. Vyklicky. *Brain Res.*, 66, 1974, 325.
10. I. L. Oliveras, I. M. Besson, G. Guilband, I. C. Liebeskind. *Exp. Brain Res.* 20, 1974 32.

Д. А. ОНИАНИ, Б. А. ЛОМСАДЗЕ, А. Н. КУДРИН, Л. Н. ВОРОБЬЕВ

ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ АМИНОВ НА ПОДВИЖНОСТЬ ПРОТОПЛАЗМЫ В КЛЕТКАХ ХАРОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ *NITELLA SYNCARPA*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 13.9.1974)

Исследования последнего времени со все большей определенностью выявляют физиологическую роль и значение веществ эндогенного происхождения, обладающих биологической активностью и отличающихся нейротропным действием. В частности, к таким биологически активным веществам относятся вещества типа серотонина и ацетилхолина.

Имеется большое количество литературных данных о влиянии ад-рениргических веществ и биогенных аминов на клетки животных организмов. В доступной нам литературе почти нигде не упоминается о роли этих веществ в растительных организмах, хотя недавно из растений были выделены такие общеизвестные медиаторы нервной системы, как ацетилхолин и серотонин [1, 2].

Поэтому мы заинтересовались изучением влияния биогенных аминов на движение протоплазмы в растительных клетках. В этой связи наше внимание привлек такой классический объект биологических исследований, как *Nitella Syncarpa*. Методика по изучению влияния разных фармакологических веществ на движение протоплазмы изложена в наших ранних работах [3].

Оказалось, что ацетилхолин в концентрации 10^{-4} г/л вызывает замедление движения протоплазмы на 6—7 мк/сек (рис. 1). Эффект достигает максимума через 10—12 мин. После этого замедление движения протоплазмы поддерживается в течение 12—15 мин, а затем движение ускоряется и через 20—25 мин возвращается к исходному уровню.

При концентрации ацетилхолина 10^{-3} г/л наблюдается первоначальное замедление скорости движения протоплазмы на 3—4 мк/сек, которое достигает максимума через 3—5 мин, затем движение ускоряется и через 12—15 мин возвращается к исходному уровню (рис. 1). После этого скорость движения протоплазмы постепенно увеличивается и за 25—30 мин превышает исходный уровень примерно на 3—5 мк/сек.

Серотонин в концентрации 10^{-4} г/л (рис. 2) вызывает первоначальное ускорение движения протоплазмы до 6—7 мк/сек, которая достигает максимума через 6—10 мин. После этого скорость движения протоплазмы замедляется на 3—4 мк/сек от исходного уровня и максимум замедления наблюдается через 10—12 сек. Затем скорость движения протоплазмы увеличивается, и за 10—15 мин это изменение достигает максимума (6—7 мк/сек). Возвращение к исходному состоянию наблюдается через 12—15 мин. При концентрации серотонина 10^{-3} г/л (рис. 2) наблюдается первоначальное ускорение движения протоплазмы на 4—6 мк/сек (максимум на 6—9-й минуте), вторая

фаза, на 25—30-й минуте — замедление на 3—4 мк/сек по сравнению с исходным уровнем, а затем на 40—50-й минуте скорость движения протоплазмы возвращается к исходному уровню.

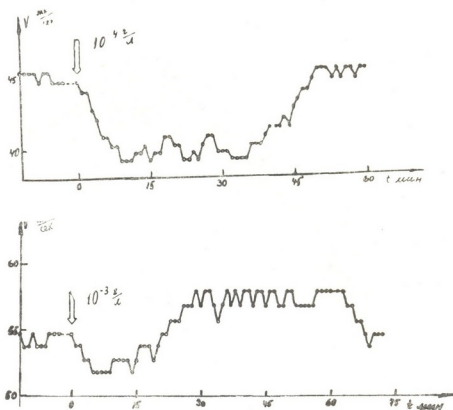


Рис. 1. Влияние ацетилхолина на движение протоплазмы клеток. По вертикали — скорость движения протоплазмы, мк/сек; по горизонтали — время, мин. Концентрация 10^{-3} , 10^{-4} г/л

Действие ацетилхолина на движение протоплазмы клеток *Nitella Syncarpa* в концентрациях 10^{-4} и 10^{-3} г/л оказалось таким же, как и действие адреналина [4], хотя меньшая концентрация ацетилхолина оказывала больший эффект, чем большая.

Из литературы хорошо известно, что адреналин и ацетилхолин действуют антагонистически на целый ряд процессов животных организмов (сокращение сердца, расширение кровеносных сосудов и др.). Что же касается действия этих веществ на движение протоплазмы растительных клеток, то, как описано выше, они обладают сходным эффектом. Мы видим, что медиаторы, оказывающие противоположное действие на животные объекты, в отношении их влияния на скорость движения протоплазмы растительных объектов не очень различаются.

Как показали наши опыты, действие серотонина на движение протоплазмы отличается от действия ацетилхолина. Серотонин сначала ускоряет движение протоплазмы, затем замедляет его, а потом скорость движения протоплазмы через ряд колебаний возвращается к исходному уровню. Ацетилхолин же, наоборот, сначала замедляет, а затем ускоряет движение протоплазмы. Действие серотонина совпадает

с действием норадреналина в малой концентрации [4] и противоположно действию адреналина.

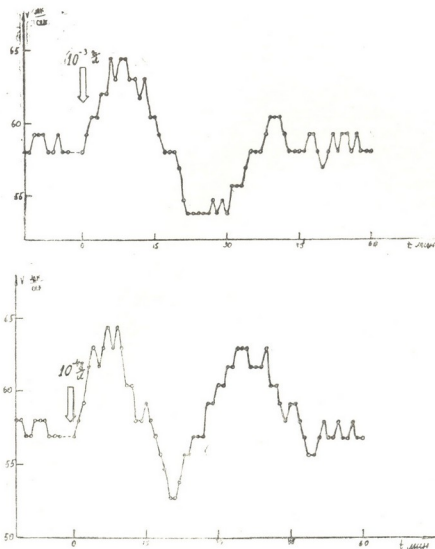


Рис. 2. Влияние серотонина на движение протоплазмы клеток. Концентрация 10^{-3} , 10^{-4} г/л

Повышение концентрации серотонина в 100 раз замедляет движение протоплазмы, в то время как ацетилхолин в этих же концентрациях приводит к летальному исходу. Отсюда можно предположить, что в наших опытах серотонин и ацетилхолин оказывают как окислительное, так и антиокислительное действие на движение протоплазмы, если считать, что изменение движения протоплазмы сопоставимо с окислительными или антиокислительными процессами клетки. Видимо, это происходит либо за счет изменения внутриклеточных энергетических процессов, либо за счет изменения мембранного потенциала клеток.

Тбилисский государственный университет I Московский медицинский институт
 Московский государственный университет

ჯ. ონიანი, ბ. ლომსაძე, ა. კუდრინი, ლ. ვორობიოვი

ბიოგენური ამინების გავლენა ხარასებურ წყალმცენარე
NITELLA SYNCARPA-ს პროტოპლაზმის მოძრაობაზე

რეზიუმე

შევისწავლეთ აცეტილქოლინისა და სეროტონინის გავლენა ხარასებურ წყალმცენარეთა *Nitella Syncarpa* უჯრედების პროტოპლაზმის მოძრაობაზე, აღმოჩნდა, რომ აცეტილქოლინი 10^{-3} და 10^{-4} გ/ლ იწვევს პროტოპლაზმის მოძრაობის შენელებას, რომელიც შემდეგ თანდათან უბრუნდება თავის პირვანდელ დონეს. სეროტონინი 10^{-3} და 10^{-4} გ/ლ პირველად აჩქარებს პროტოპლაზმის მოძრაობას, შემდეგ კი ანელებს.

ამრიგად, ამ ორი ბიოგენური ამინის მოქმედება პროტოპლაზმის მოძრაობაზე ურთიერთსაწინააღმდეგოა.

BIOPHYSICS

J. A. ONIANI, B. A. LOMSADZE, A. N. KUDRIN, L. N. VOROBYOV

EFFECTS OF BIOGENIC AMINES ON THE PROTOPLASM MOTILITY
 IN THE *NITELLA SYNCARPA* CELLS

Summary

Effects of acetylcholine and serotonin on the protoplasm motility were studied in the *Nitella Syncarpa* cells.

Acetylcholine (10^{-3} g/l and 10^{-4} g/l) is shown to decelerate the protoplasm motility which gradually restores to the control level, while serotonin (10^{-3} g/l and 10^{-4} g/l) results first in its acceleration, and then in deceleration.

Thus, these two types of biogenic amines have opposite effects on the protoplasm motility in the *Nitella Syncarpa* cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ph. B. Applewhite. *Physiol. Behav.*, 9, 1972, 869.
2. M. J. Saife. *Structural and Functional Aspects of Phytochemistry*. Academic Press. Inc. New York, 1972, 81.
3. Л. Н. Воробьев, А. Н. Кудрин, Д. А. Ониани. Доклады на Международном биофизическом конгрессе в Москве. М., 1972.
4. Д. А. Ониани, Л. Н. Воробьев, А. Н. Кудрин. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.

В. В. ТЕВДОРАДЗЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ КОЖИ ЛЯГУШКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Овиани 16.9.1974)

В настоящее время общепринято, что изучение электрических свойств полицеллюлярных биологических мембран может во многом способствовать выяснению механизмов важной общепроцессуальной проблемы—сущности активного транспорта ионов и питательных веществ в мембранах клеток [1—3]. Для изучения данного вопроса используются различные биофизические и биохимические методы, в том числе ионоселективные автоматизированные системы [4—6]. Однако выяснение механизмов активного транспорта (АТ) вряд ли возможно какой-либо одной экспериментальной методикой, какой бы совершенной она ни была. Сложность данной проблемы показывает, что лишь при комплексном изучении разных сторон процессов транспорта веществ через мембрану и его связи со структурой мембраны можно надеяться на успех. В этом смысле заслуживает внимания метод электрической спектроскопии. Этот метод, или измерение импеданса мембран биологических объектов в переменном электрическом поле в диапазоне частот от единиц гц до тысячи мгц позволяет определить фундаментальные характеристики мембраны, такие как емкость (С) и проводимость (G) [7]. В настоящее время этим методом изучены мембраны многих объектов — эритроцитов [8, 9], бактерий [10], биомолекулярных фосфолипидных мембран (БФМ) [11] и т. д. Параметры С и G характеризуют структуру изучаемой системы и, естественно, чувствительны к ее изменениям. Следует отметить, что методом электрической спектроскопии информация может быть получена без разрушения системы в процессе измерения. Это позволяет успешно применить этот метод для изучения изменений, возникших в системе после воздействия разных физико-химических агентов.

Однако вначале следует изучить эти величины в норме, что и было проделано в настоящей работе на коже лягушки *Rana Ridibunda*.

Блок-схема использованной установки приведена на рис. 1. Измерительная схема состоит из моста полных проводимостей МПП-300 генератора ЗГ-33, осциллографического селективного индикатора нуля Ф-510 и измерительной ячейки с платиновыми платинированными электродами. Изолированная кожа лягушки (брюшной участок) фиксировалась в диафрагме между электродами и погружалась в раствор Рингера. Вся система термостатировалась. Опыты проводились при температуре 20°C. Среднеквадратичная относительная погрешность по С и G составляла 2—3%.

Результаты измерений приведены на рис. 2. Как легко видеть, наша система, представляющая собой так называемую бинарную систему [12], состоит из двух компонентов с определенной емкостью и проводимостью. Одним из компонентов является раствор Рингера, другим — кожа. В этом случае, согласно теории Хана и Я [12], частотные

зависимости C и G представляют собой дебаевскую кривую с одним временем релаксации. В нашем же случае кривая $C(f)$ не полностью соответствует теоретическому виду. Однако основной принцип, т. е. то, что на низких частотах свойства бинарной системы определяются ем-

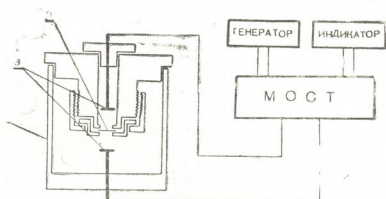


Рис. 1. Блок-схема установки для исследования электрических свойств кожи лягушки: 1 — измерительная ячейка; 2 — Кожа лягушки; 3 — электроды. Объяснения в тексте

костью и проводимостью мембраны (как участка цепи с наибольшим импедансом), остается в силе. С повышением частоты сопротивление мембраны шунтируется емкостью, что и вызывает дисперсию $C(f)$. Согласно сказанному, по низкочастотным асимптотам зависимостей

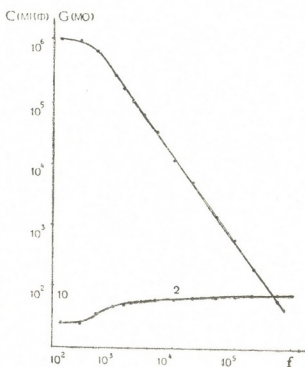


Рис. 2. Зависимость емкости (1) и проводимости (2) кожи лягушки от частоты

$C(f)$ и $G(f)$ можно определить значения этих параметров для единицы площади мембраны C_0 и G_0 , а зная толщину мембраны, — также и удельную проводимость γ и диэлектрическую проницаемость мембраны. Нами были получены следующие значения:

$$C_0 = 1,27 \frac{\text{мкФ}}{\text{см}^2}; \quad G_0 = 3,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{МО}}{\text{см}^2}; \quad \gamma = 0,67 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МО}}{\text{см}}; \quad \epsilon = 288 \cdot 10^3.$$



Как показали расчеты, для кожи лягушки значения C , G_0 и γ близки к значению этих же параметров для других биологических объектов. Согласно [7], емкость и проводимость клеточных и субклеточных мембран составляет соответственно $0,5-1,5$ мкф/см² и $1-10^{-3}$ мо/см². Полученное нами большое значение относительной диэлектрической проницаемости потребует в будущем детального анализа. Можно предположить, что это связано с пористой структурой кожи. Известно, что пористые диэлектрики, в порах которых содержатся проводники, а также системы типа суспензии воды в масле обладают большой диэлектрической проницаемостью [13]. Столь большая поляризация подобных систем объясняется тем, что проводимым включениям в изоляторе можно приписать бесконечно большую диэлектрическую проницаемость.

В последующих исследованиях мы попытаемся выяснить изменения в электрических свойствах мембраны под действием разных физико-химических агентов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 27.9.1974)

ბიოფიზიკა

ბ. თევდორაძე

ბაჰაჰის კანის ელექტრული სპექტროსკოპია

რეზიუმე

ელექტრული სპექტროსკოპიის მეთოდით $100-10^6$ ჰერც დიაპაზონში შესწავლილია ბაჰაჰის კანის ელექტრული მახასიათებლების დისპერსია. მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ამ მემბრანის ტევადობა და გამტარებლობა ახლოსაა ამავე სიდიდეების მნიშვნელობებთან სხვა ბიოლოგიური მემბრანებისათვის და შესაბამისად ტოლი არიან $1,27$ მკფ/სმ² და $3,3 \cdot 10^{-2}$ მო/სმ².

BIOPHYSICS

V. V. TEVDORADZE

ELECTRICAL SPECTROSCOPY OF THE FROG'S SKIN

Summary

Frequency dispersion of the electrical properties of the frog's skin (*Rana Ridibunda*) from 100 to 10^6 Hz have been studied by the method of electrical spectroscopy. The results show that the values of the capacity and conductivity of this multicellular membrane are close to those for other biological membranes, being equal to 1.27 $\mu\text{f}/\text{cm}^2$ and $3.3 \cdot 10^{-2}$ mho/cm^2 respectively.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Using, K. Zerahn. Acta Physiol. Scand., 23, 1951, 110.
2. H. Using, K. Zerahn. Acta Physiol. Scand., 61, 1964, 484.
3. H. Using. Ann. N. Y. Acad. Sci., 1965, 543.
4. К. Ш. Надарейшвили и др. Сообщения АН ГССР, 68, № 2, 1972.
5. К. Ш. Надарейшвили и др. Сб. «Вопросы биологической и медицинской техники», 1. Тбилиси, 1973, 215.
6. К. Ш. Надарейшвили, В. В. Тевдорадзе. Сб. «Вопросы биологической и медицинской техники», 2. Тбилиси, 1974, 183.
7. H. Shown. Physical Techniques in Biological Research, ed. by W. L. Nastuk, part B. Acad. Press, 1963, 323.
8. H. Fricke. Nature, 172, 1953, 731.
9. Т. Л. Челидзе и др. Биофизика, 18, 1973, 932.
10. H. Shwan. Advances in Medical Physics, 5. N. Y., 1957, 119.
11. P. Muller *et al.* Formation and properties of bimolecular lipid membranes, in: "Recent Progress in Surface Sciences", v. 1, Acad. Press. N. Y., 1964.
12. Т. Ханай. Сб. «Эмульсии». М., 1972, 313.
13. Т. Hanai. Kolloid, 7, 177, 1961, 57.

მ. გორდუნიანი, დ. კინფურაშვილი

გლუტამატის შანვლის ტრანსამინაზული და დეჰიდროგენაზული გზების ენერგეტიკული ეფექტურობა ვაზის ფოთლებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ღურმიშიძემ 10.9.1974)

ჩვენი აღრე ჩატარებული ცდებით დადასტურდა, რომ გლუტამატისა და გლუკოზის აერობული კატაბოლიზმი მჭიდროდა ერთმანეთთან დაკავშირებული; კერძოდ, მთელ რივ შემთხვევაში გლუკოზის საშუალებით მიღებულია გლუტამატის ქანგვის საგრძნობი სტიმულაცია ($C^{14}O_2$ -ის გამოსავალი $5-C^{14}$ -გლუტამატიდან). მეორე მხრივ, გლუტამატის გავლენით ითრგუნება გლუკოზის გლიკოლიტური გარდაქმნა და პარალელურად იზრდება გლუკოზო-ფოსფატდეჰიდროგენაზის (ფ.კ.1.1.1.49) ხვედრითი აქტივობები [1, 2]. ამასთან დაკავშირებით გამოვთქვით მოსაზრება, რომ „კონკურენცია“ გლუტამატსა და გლუკოზს შორის ხორციელდება კრებსის ციკლის დონეზე. როგორც ჩანს, გლუტამატი პასტერის ეფექტის მექანიზმით ანელებს გლიკოლიზს და გლუკოზის გადართვა ხდება ქანგვის ალტერნატიულ გზაზე — პენტოზო-ფოსფატურ ციკლში. ამ ორი ნივთიერების ქანგვით გარდაქმნათა შესაძლო ურთიერთგავლენის არსებობა, უპირველეს ყოვლისა, უჭრედის ენერგეტიკული მოთხოვნილებით უნდა იყოს განპირობებული.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, უდავოდ საინტერესოს წარმოადგენდა იმის გარკვევა, თუ გლუტამატის ქანგვით გარდაქმნათა გზების რომელ უბანზე ხორციელდება „გლუკოზური კონტროლი“. როგორც ცნობილია, გლუტამატი უჭრედში ტრანსამინაზული და დეჰიდროგენაზული გზებით გარდაიქმნება, ამიტომ ჩვენი სამუშაოს მიზანს შეადგენდა ქანგვის ამ გზების ენერგეტიკული ეფექტურობისა და მათ ფუნქციონირებაზე გლუკოზის გავლენის შესწავლა.

გლუტამატის ქანგვის ინტენსივობის შეფასებისათვის კრატერიულად კვლავ $C^{14}O_2$ -ის გამოსავალი მივიღეთ, ხოლო პროცესის ენერგეტიკული ეფექტურობის შესაფასებლად გამოვიყენეთ ადენილატური სისტემის ცალკეულ კომპონენტთა მნიშვნელობები და ენერგეტიკული პოტენციალი (ე. წ. „ენერჯის მუხტი“ ატკინსონის [3] მიხედვით).

გამოყოფილი $C^{14}O_2$ -ის რადიოაქტივობას ვსაზღვრავდით SL-30 ტიპის სცინტილაციურ მეთოდულზე. აქენონინფოსფატების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ მათი ქაღალდზე ქრომატოგრაფირება [4].

1 ცხრილში მოყვანილია ცდების ერთ-ერთი ტიპური სერიის შედეგები, საიდანაც ჩანს, რომ მქაუნძმარმქავასა და პიროდოქსალ-5'-ფოსფატის დამატებით pH 8,4-ზე $5-C^{14}$ -გლუტამატიდან ~20%-ით იზრდება $C^{14}O_2$ -ის გამოსავალი. აღნიშნული გზით გლუტამატის გარდაქმნა მაქსიმალურია (~45% სტიმულაცია) სარეაქციო არეში ალფ-ს თანამყოფობისას. რაც შეეხება ატფ-ს, მისი ეფექტი პროცესის უმნიშვნელო შეზღუდვაში (~4%) მდგომარეობს. ალფ-ს მასტიმულირებელი მოქმედება უჭრედის ენერგომომარაგებასთან ტრანსამინაზული გზის უშუალო კავშირზე მიუთითებს.

გლუტამატის გარდაქმნის ტრანსამინაზულ გზაზე გლუკოზა მნიშვნელოვან მოქმედებას არ ავლენს. მისი გავლენით $C^{14}O_2$ -ის რადიოაქტივობა მხოლოდ 6,7%-ით ქვეითდება. ეს შედეგი სრულ შესაბამისობაში იმყოფება ჩვენ მიერ ვაზის ფოთლის მიტოქონდრიებზე აღრე ჩატარებული ცდების შედეგებთან. „მოამბე“, ტ. 77, № 2, 1975



თან [5]. აღმოჩნდა, რომ ამინოტრანსფერაზას ოპტიმალური ფუნქციონირებისას P/O კოეფიციენტი გლუკოზის გავლენით მხოლოდ ~ 2%-ით მცირდება.

ინტენსიურად ხორციელდება ვაზის ფოთლებში გლუტამატის გარდაქმნა დეჰიდროგენაზული გზით. განსაკუთრებით ეფექტურია ნაღ-სპეციფიური აქტივობა. სარეაქციო არეში ალფ-ს თანამყოფობით გლუტამატის აღნიშნული გზით დაჟანგვის დონე თითქმის ორკეცდება. აღსანიშნავია, რომ ალფ-ს გავლენით ნაღ და ნაღფ-სპეციფიური აქტივობები თანაბრდებიან, ე. ი. შეიმჩნევა ნაღფ-სპეციფიური აქტივობის შედარებით ძლიერი აქტივაცია. აბფ-ს მოქმედება ამ შემთხვევაშიც პროცესის უმნიშვნელო დათრგუნვით გამოიხატება. მიღებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ გლუტამატის გარდაქმნის დეჰიდროგენაზული გზა უჯრედის ენერგომომარაგებასთან უფრო მჭიდროდ უნდა იყოს დაკავშირებული, ვიდრე ტრანსამინაზული გზა.

ცხრილი 1

შესაბამისი კოფერმენტების, გლუკოზის, ალფ-ს და აბფ-ს გავლენა გლუტამატის ჟანგვის ტრანსამინაზული და დეჰიდროგენაზული გზების ფუნქციონირებაზე ვაზის ფოთლებში

№	ცდის ვარიანტები	რადიოაქტი- ვობა 10 ³ იმპ/წთ
1	5-C ¹⁴ -გლუტამატი	10,24
2	„ + მეთუნმარმეაეა პირიდოქსალფოსფატი	12,25
3	„ + ალფ	18,00
4	„ + აბფ	11,80
5	„ + ალფ + გლუკოზა	16,80
6	„ + ნაღ	11,36
7	„ + ნაღ + ალფ	20,45
8	„ + ნაღ + აბფ	14,96
9	„ + ნაღ + ალფ + გლუკოზა	15,82
10	„ + ნაღფ	12,80
11	„ + ნაღფ + ალფ	20,45
12	„ + ნაღფ + აბფ	12,25
13	„ + ნაღფ + აბფ + გლუკოზა	16,40
14	„ + მეთუნმარმეაეა + პირიდოქსალფოსფატი + გლუკო- ზა + ნაღ + ნაღფ + ალფ	19,50

ნაღ(ფ) და ალფ-სტიმულირებული გლუტამატის ჟანგვა გლუკოზის გავლენით ქვეითდება; კერძოდ, ნაღ-ის თანამყოფობისას ~ 23%-ით, ხოლო ნაღფ-ის თანამყოფობისას—20%-ით. შექმნილ პირობებში გლუკოზა, როგორც დასაქანგი სუბსტრატი, შესაძლოა ენერგოდამოკიდებულ პროცესებში მონაწილე გლუტამატის ~ 1/5 ცვლიდეს. გარდა ამისა, საყურადღებოა ისიც, რომ გლუკოზის გავლენით ძლიერდება მხოლოდ კოფერმენტებით (ალფ-ს გარეშე) გამოწვეული გლუტამატის ჟანგვის სტიმულაცია. მაშასადამე, ნაღ(ფ)-სპეციფიური ფერმენტის აქტივობა ან მისი სინთეზი გლუკოზის (ან მისი ცვლის პროდუქტების) მხრიდან კონტროლს უნდა ექვემდებარებოდეს.

ინტენსიურად მიმდინარეობს გლუტამატის ჟანგვა ტრანსამინირებისა და დეჰიდროგენირებისათვის საჭირო კოფერმენტების ერთდროული თანამყოფობისას. ამ შემთხვევაში გლუკოზა უმნიშვნელოდ ზღუდავს (~ 5%) მათი გავლენით გამოწვეულ გლუტამატის ჟანგვის სტიმულაციას.



2 ცხრილში მოყვანილია სტატისტიკურად სარწმუნო მონაცემები ცდის სხვადასხვა ვარიანტებში ადენილატური სისტემის ცალკეული კომპონენტების რაოდენობრივი შემცველობის შესახებ. ნიშნავლობის დონე (P) მივიღეთ 0,8-ის ტოლად, ჩავთვალოთ რა, რომ ეს სიდიდე საკმარისად შეესაბამება ბიოქიმიური გაზომვების სიზუსტეს.

ცხრილი 2

ადენილატური სისტემის კომპონენტებისა და ენერგეტიკული პოტენციალის მნიშვნელობები ვახის ფოთლებში გლუტამატის ტრანსამინიზებისა და დეჰიდროგენირების ოპტიმალური პირობებისას (P=0,80; $t_{\alpha}=0,271$; n=4)

№	ცდის ვარიანტები	ამფ	ადფ	ატფ	ენერგეტიკული პოტენციალი
		მკ/გ (M±m)	მკ/გ (M±m)	მკ/გ (M±m)	$\left(\frac{\text{ატფ} + 1/2 \text{ ადფ}}{\text{ატფ} + \text{ადფ} + \text{ამფ}} \right)$
1	ფოთლები (ინკუბაციამდე)	23±2,87	24±1,87	27±1,87	0,53
2	ფოთლები ბუფერში სამსაათიანი ინკუბაციის შემდეგ	3±2,87	19±3,37	18±1,89	0,38
3	ფოთლები + გლუკოზა	17±1,34	22±2,09	33±2,81	0,61
4	ფოთლები + გლუტამატი	21±2,87	21±3,53	30±2,18	0,55
5	გლუტამატი + მეთენამარმევა + პირიდოქსალფოსფატი + გლუკოზა	11±2,31	28±2,31	35±1,87	0,67
6		10±2,31	28±1,87	39±2,80	0,66
7	ფოთლები + ნაღ	8±1,87	28±1,87	15±2,81	0,73
8	ფოთლები + ნაღ + გლუკოზა	3±2,63	20±1,72	0±2,87	0,83
9	ფოთლები + ნაღფ	4±2,17	32±2,81	54±3,35	0,78
10	ფოთლები + მეთენამარმევა + პირიდოქსალფოსფატი + გლუკოზა + ნაღ + ნაღფ	კელი	29±1,81	53±2,63	0,84

ცხრილიდან ჩანს, რომ ატფ-ს შემცველობის ზრდა (ვარიანტების გასაქანი R=18—63 მკგ) ყოველთვის ამფ-ს მკვეთრი რაოდენობრივი შემცირების ხარჯზე ხდება (R=35—3 მკგ). ადფ-ს რაოდენობა ამ დროს მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ განიცდის (R=19—29 მკგ), რის გამოც ცდის ვარიანტთა უმრავლესობაში ადენილატური სისტემის ბალანსური სიდიდეები თითქმის უცვლელი რჩება. ეს შედეგი იმაზე მიუთითებს, რომ ვახის ფოთლებში გლუტამატის ქანგვისას ადფ-ს წარმოქმნისა და მისი ფოსფორირების სიჩქარეები დაახლოებით თანაბარია.

უჭრედში ცალკე გლუტამატი შედარებით დაბალ (~11,4%-ით) ენერგეტიკულ პოტენციალს ქმნის, ვიდრე გლუკოზა. მხოლოდ გადაამინირების ოპტიმალური პირობების შექმნისას იგი ენერგეტიკულად ისეთივე ეფექტური ხდება, როგორც გლუკოზა საყურადღებოა, რომ აღნიშნულ პირობებში გლუტამატთან ერთად გლუკოზის დამატებით ენერგეტიკული პოტენციალი არ იცვლება და საწყის დონეს ინარჩუნებს.

მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალია უჭრედში გლუტამატის ქანგვისას დეჰიდროგენაზული გზით. ამ შემთხვევაში შედარებით გამოირჩევა ნაღფ-სპეციფიური აქტივობა. უჭრედის მაქსიმალური ენერგიზებული მდგომარეობა იქმნება სარეაქციო არეში გლუკოზის დამატებით. სავარაუდოა, რომ ნაღფ-

სპეციფიური აქტივობა მაკროერგების უფრო ეფექტური პროდუცენტი იყოს, ვიდრე ნაღ-სპეციფიური აქტივობა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება მივიღოთ, რომ გლუტამატის ჟანგვითი დეჰაიდროგენების პროცესი არის ერთ-ერთი ის შემავრთბელი რგოლი, რომელსაც შეუძლია ერთმანეთთან დააკავშიროს პენტოზოფოსფატური და ლიმონმჟავას ციკლები. გარდა ამისა, აღნიშნული კავშირის განხორციელებისათვის საჭიროა, რომ პენტოზოფოსფატურ ციკლში და გლუტამატის დეჰაიდროგენებისას წარმოქმნილი აღდგენილი ნაღზ- H_2 მუდმივ ტრანსდებიდროგენირებას განიცდიდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 მეცნიერთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 12.9.1974)

БИОХИМИЯ

М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ, Д. Ф. КИНЦУРАШВИЛИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗНОГО И ДЕГИДРОГЕНАЗНОГО ПУТЕЙ ОКИСЛЕНИЯ ГЛЮТАМАТА В ЛИСТЬЯХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Дегидрогеназный путь окисления глутамата более тесно связан с энергообеспечением клетки, чем трансаминазный путь, поскольку при окислительном дезаминировании глутамата создается более высокий энергетический потенциал. Показано, что «глюкозный контроль» осуществляется именно на этом пути.

BIOCHEMISTRY

M. Sh. GORDEZIANI, D. F. KINTSURASHVILI

ENERGETIC EFFECTIVENESS OF THE TRANSAMINASE AND THE DEHYDROGENASE WAYS OF GLUTAMATE OXIDATION IN VINE LEAVES

Summary

The dehydrogenase way of glutamate oxidation is more closely connected with the energetic security of cells than is the transaminase way, for oxidizing desamination of glutamate leads to the formation of a higher energetic potential. It is shown that dehydrogenase activity is controlled by glucose (or by products of its metabolism).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მ. გორდეზიანი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, XLI, № 2, 1968, 363.
2. მ. გორდეზიანი, ნ. ყალიჩაია, მ. მაჭავარიანი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 61, № 2, 1971, 441.
3. D. E. Atkinson. Metabolic Roles of Citrate. Acad. Press. London and New York., 23, 1968.
4. Специальный практикум по биохимии и физиологии растений. Томск, 1966.
5. მ. გორდეზიანი, გ. ფრუიძე, დ. კინცურაშვილი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 67, № 2, 1972, 465.

Ж. А. ИНАНЕИШВИЛИ, Д. В. ГОГИСВАНИДZE,
М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР)

ОБ ОБРАЗОВАНИИ СТАБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СВЕКОЛЬНО-ЧАЙНОГО КРАСИТЕЛЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬ- НОСТИ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ

Стабилизирующее действие танино-катехинового комплекса (ТКК) на красные пигменты свеклы — бетацианины связано с образованием комплексных соединений [1, 2].

Основные процессы производства свекольно-чайного красителя: получение свекольного сока и экстракта чая, смешивание, выдержку, фильтрацию и сушку распылением или лиофилизацией — в принципе можно механизировать, автоматизировать и осуществить в потоке. Однако процесс стабилизации красителя после смешивания свекольного сока и экстракта чая предусматривает выдержку смеси в течение 12—16 часов при комнатной температуре, что удлинит цикл производства красителя [3].

Цель настоящего исследования — ближе изучить процесс стабилизации и уточнить продолжительность этого процесса при взаимодействии свекольного сока и танино-катехинового комплекса. Объектом исследования служил лиофилизированный свекольный сок и меченые (C^{14}) катехины чайного листа.

Для получения красителя брали 160 мг лиофилизированного порошка свекольного сока и 40 мг танино-катехинового комплекса (ТКК), полученного из чайного листа, тщательно перемешивали в 200 мл воды. Из полученного раствора брали 1 мл, сушили и в нем определяли радиоактивность¹. Радиоактивные измерения проводили по счетчику Т-25-БФЛ с радиометром ПП-8 [4]. Полученные данные явились исходными. Затем каждый час брали 10 мл красителя и обрабатывали 5 мл эфира для извлечения свободного ТКК. Эфирные фракции и ТКК объединяли, сушили и определяли радиоактивность. Точно так же остаток красителя сушили и определяли радиоактивность. О стабилизации судили по уменьшению свободных катехинов, переходящих в эфир. Об образовании стабильного комплекса судили по увеличению содержания связанных с бетацианинами катехинов (рис. 1, 2).

Как видно из рисунков, особенно интенсивно процесс стабилизации идет в первые часы смешивания и выдержки концентрата красных пигментов свеклы и ТКК чая. Так, при соотношении свекольного сока и чайного экстракта 80:-20 процесс стабилизации протекает равномерно и, судя по уменьшению свободных катехинов, в основном заканчивается после 9-часовой выдержки. При дальнейшей выдержке количество свободного ТКК существенно не меняется. По мере продолжения процесса выдержки опытной смеси количество связанного ТКК

¹ Удельную радиоактивность выражали в имп/мин/мг.

увеличивается. Так, за 9 часов выдержки связывается примерно 75% от внесенных свободных катехинов. В течение последующих 3 часов связывается лишь 5%. Значит, за 9 часов в основном заканчивается

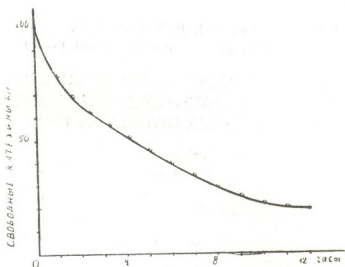


Рис. 1. Уменьшение свободных катехинов в процессе стабилизации свекольно-чайного красителя

процесс стабилизации. Таким образом, продолжительность процесса стабилизации с 12—16 часов можно сократить до 9 часов при условии соотношения красных пигментов и ТКК 80%-20.

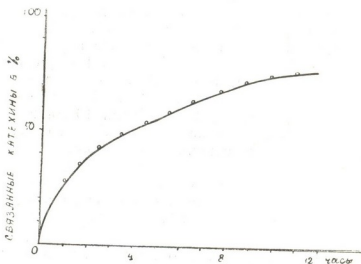


Рис. 2. Увеличение количества связанных с бета-цианинами катехинов

Более интенсивно процесс стабилизации идет при соотношении красных пигментов и ТКК 40%-60. В этом случае на единицу бета-цианинов приходится значительно больше стабилизирующего агента — ТКК, поэтому интенсивность стабилизации значительно больше, чем при соотношении 80%-20, и процесс в основном завершается за 7 часов. Таким образом, полученные данные говорят об образовании ста-

ბილინგო კომპლექსი პრი ვზაიმოდეივნი სვეკოლინგო სოკი დი ტაიინგო კატეხინოვ.

В заключение следует сказать, что процесс стабилизации в производстве свекольно-чайного красителя можно значительно сократить. Этот факт необходимо принять во внимание и при технихимическом контроле процесса производства свекольно-чайного красителя.

Академия наук СССР
 Институт биохимии
 им. А. И. Баха

Грузинский институт
 субтропического хозяйства

(Поступило 19.7.1974)

ზიოქიმიის

შ. ინანეიშვილი, ჯ. გოგისვანიძე, მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ჭარბალ-ჩაის საღებავის მდგრადი კომპლექსის
 წარმოქმნისა და სტაბილიზაციის პროცესის
 ხანგრძლივობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ბეტაციანინებისა და კატეხინების ურთიერთქმედებით სტაბილიზაციის პროცესში მდგრადი კომპლექსური ნაერთის წარმოქმნა. ნაჩვენებია, რომ სტაბილიზაციის პროცესის ხანგრძლივობა შეიძლება დაყვანილი იქნას 7—9 საათამდე.

BIOCHEMISTRY

Zh. A. INANEISHVILI, J. V. GOGISVANIDZE, M. A. BOKUCHAVA

ON THE FORMATION OF A STABLE COMPLEX OF BEET-TEA
 DYE-STUFF AND THE DURATION OF THE STABILIZATION PROCESS

Summary

The formation of a stable complex was studied in the presence of the interaction of betacyanins and catechins during the stabilization process.

It was found that the length of the stabilization can be brought down to 7—9 hours.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Бокучава, Г. Н. Пруидзе. Изв. АН СССР, сер. биол., I, 1970, 124.
2. М. А. Бокучава, В. И. Солнышкин, Г. З. Григорашвили. ДАН СССР, 201, 5, 1971.
3. М. А. Бокучава, В. С. Грюнер, Б. В. Кафка, Г. Н. Пруидзе, О. В. Гогисванидзе, Г. З. Григорашвили. Получение и применение богатых витамином Р растительных красителей в кондитерской промышленности. М., 1971.
4. Ж. А. Инанейшвили. VII Республиканская научно-методическая конференция физиков Высших учебных заведений Грузинской ССР, посвященная 50-летию образования СССР. Тез. докл. Батуми, 1972.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Д. В. ТАРКАШВИЛИ, Т. А. ДАТАШВИЛИ

ФИТОАУКСИНЫ В БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОМ СИМБИОЗЕ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 11.7.1974)

Исследования, проведенные за последние годы, показали, что сорта бобовых растений проявляют различную степень восприимчивости к инокуляции [1—3].

Распространение многочисленных сортов бобовых в нашей стране, имеющих большое народнохозяйственное значение, весьма остро ставит вопрос изучения сортов особенностей данных растений.

По работам многочисленных авторов, физиологическое состояние растений должно играть решающую роль в инфицировании бобовых клубеньковыми бактериями [2, 4].

Вопрос участия ауксинов в процессе инокуляции неоднократно обсуждался в литературе [5—7]. По данным Голстена [8], интенсивность образования клубеньков зависит от уровня корневых фитогормонов.

Значительное внимание было уделено также изучению влияния корневых выделений бобовых растений на активность и вирулентность клубеньковых бактерий [9].

Целью настоящей работы было исследование биологической активности веществ ауксиновой природы в корнях резко различающихся по степени восприимчивости к инокуляции сортов фасоли.

Степень восприимчивости к инокуляции различных сортов фасоли в условиях полевого опыта

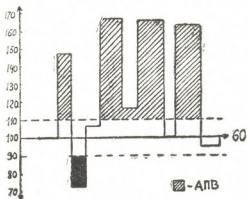
Сорта фасоли	Высота растений, см	Вес надземной массы, г	Количество клубеньков	Вес клубеньков, г
Сильноинокулированные растения				
Гурули лобио	61	298,0	431	3,960
Щедрая	35	190,7	402	3,190
Шавшетура	45	206,5	354	2,150
Слабоинокулированные растения				
Цанава-3	24	190,0	101	1,630
Качкача	18	165,3	75	0,390
Борджомула-16	10	127,0	53	0,100
Неинокулированные растения				
Самарвиле-7	27	130,1	0	0
Квителтесла	24	160,8	0	0
Абхаура	24	120,0	0	0

Опыты ставились в Дигомской экспериментальной базе Института ботаники АН Грузинской ССР. Ауксины и подобные им вещества определялись методом, разработанным в лаборатории роста и развития

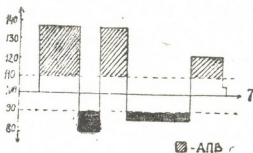
Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР В. И. Кефели и Р. Х. Турецкой [10, 11]. Эндогенные ауксины идентифицировались с помощью УФ, FeCl_3 , ДСК, AlCl_3 , AgNO_3 , реактивом Сальковского и раствором ванилина. Для определения биологической активности веществ, обнаруженных на хроматограммах, применялся метод, разработанный А. Н. Бояркиным [12]. Биотестом служили coleoptiles пшеницы сорта Альбидим-43.

В таблице приводятся данные, относящиеся к интенсивности естественной зараженности различных сортов фасоли, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях. Исследования показали, что изученные сорта фасоли в одинаковых условиях опыта резко различались по интенсивности инокуляции.

Представляло интерес изучение биологической активности эндогенных фитоауксинов корневых экстрактов этих растений. Вещества, обладающие ауксиновой активностью, дали свечение на УФ-свете, специфически окрашивались реактивом Сальковского и ДСК, не давали реакции с реактивом ванилина. Цветные реакции, а также биологическая активность на тестобъектах дали возможность обнаружить некоторые природные ауксины: НУК, индолил-ацетонитрил, индолилную кислоту и др.



Гистограмма 1. Биологическая активность корневых экстрактов высокоинокулированного сорта фасоли Гурули лобио (реакция биотеста на рост к контролю в %)



Гистограмма 2. Биологическая активность корневых экстрактов слабоинокулированного сорта фасоли Цанава-3 (прирост coleoptiles пшеницы к контролю в %)

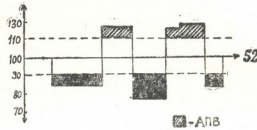
Гистограмма 1 показывает, что элюаты отдельных зон хроматограмм, полученные из корневых экстрактов инокулированного сорта Гурули лобио, проявили высокий ростовой потенциал в биологических пробах. Высокой ауксиновой активностью обладали зоны хроматограмм на участках с R_f 0,11—0,18; 0,34—0,46; 0,55—0,69 и 0,75—0,89. Из данных гистограммы 1 видно, что биологическая активность зоны 5, совпадающей со свечением и R_f НУК, по сравнению с контролем (2% раствор сахарозы — 100%), дала прирост coleoptiles пшеницы, равный 167,3%, а в слабоинокулированном сорте Цанава-3, — 135,3% (гистограмма 2, зона 3). Биологическая активность зоны 9 (R_f 0,75—0,83), совпадающей со свечением и R_f индолил-ацетонитрила, составляла 161%, а в сорте Цанава-3 (зона 5) она не превышала 121,3%.

В корневых экстрактах неинокулированных сортов фасоли было обнаружено вещество ауксинового характера с сравнительно низким рост-стимулирующим потенциалом. Например, в сорте Самарцвле-7 на участке хроматограммы с R_f 0,34—0,50 было идентифицировано ве-

щество, удлинившее колеоптилы пшеницы лишь на 116,2%, а в зоне 5 — на 117,8%.

В наших исследованиях привлекает также внимание и то обстоятельство, что зоны из хроматограмм корневых экстрактов неинкулированных растений фасоли (Rf 0—0,22) ауксиноподобную активность не проявляют, тогда как в корневых экстрактах сильноинкулированного сорта Гурули лобιο их величина достигала 147,0%, а в сорте Цанавა-3 — 135,5%.

Гистограмма 3. Биологическая активность корневых экстрактов неинкулированного сорта фасоли Самарцвლე-7 (реакция биотеста на рост к контролю в %)



Сопоставление данных вегетационных опытов с данными биопроб позволяет сделать вывод, что сорта фасоли, проявившие высокую восприимчивость к инокуляции, характеризуются большим набором веществ с повышенной ауксиновой активностью, чем корневые экстракты слабоинкулированных или же неинкулированных растений.

Наблюдается корреляция между клубенькообразованием и активностью отдельных компонентов рост-стимулирующих веществ, полученных в эфирных фракциях.

Подводя итог, можно заключить, что фитоауксины, локализованные в корневой системе бобовых растений, возможно, обуславливают степень восприимчивости к инокуляции в различных сортах фасоли.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 19.7.1974)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. ტარაუაშვილი, თ. დათუაშვილი

ფიტოაუქსინები პარკოსან-რიზობიალურ სიმბიოზში

რეზიუმე

შესწავლილია ინოკულიაციისადმი განსხვავებული მიდრეკილების მქონე ლობიოს ჯიშების ფესვის ექსტრაქტების ბიოლოგიური აქტივობა. ეთერის ფრაქციების ცალკეული კომპონენტების ბიოქიმიური შემოწმებით დადგენილ იქნა კორელაცია კოჟრების წარმოქმნასა და აუქსინის ბუნების ნივთიერებების აქტივობას შორის. ფესვის სისტემაში ლოკალიზებული ფიტოაუქსინების აქტივობა და რაოდენობა შესაძლებელია წარმოადგენდეს ერთ-ერთ იმ ფაქტორთაგანს, რომელიც განაპირობებს ლობიოს სხვადასხვა ჯიშის განსხვავებულ მიდრეკილებას ინოკულიაციისადმი.

D. V. TARKASHVILI, T. A. DATASHVILI

PHYTOAUXINS IN LEGUMINOUS-RHIZOBIUM SYMBIOSIS

Summary

The biological activity of root extracts of different bean varieties has been studied. By biochemical examination of separate parts of ethereal fractions a correlation dependence has been found between the emergence of tubercles and the activity of auxin-like substances. The activity of phytoauxins located in the root system and its number may represent one of the factors determining the degree of susceptibility to inoculation of different bean varieties.

ՆՈՇՈՒՄՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. С. Бородулина. Труды Всесоюзного Ин-та с/х микробиологии, т. 12, 1951.
2. Б. В. Квасников, С. Т. Долгих. Микробиология, т. 27, 1955.
3. А. П. Петросян. Экологические особенности клубеньковых бактерий в Арм. ССР. Ереван, 1959.
4. В. Л. Кретович. Основы биохимии растений. М., 1964.
5. P. S. Nutman. Proc. Roy. Soc., ser. B, 156, № 962, 1962.
6. М. Х. Чайлахян и др. Доклады АН Арм. ССР, т. 36, № 3, 1963.
7. В. И. Сабельникова и др. Известия АН Молд.ССР, сер. биол. и хим. наук. 3, 1971.
8. R. D. Holsten *et al.* Nature, 232, № 5307, 1971.
9. М. З. Мачавариани. Труды Ин-та земледелия АН ГССР, т. 6, 1951.
10. В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. М., 1966.
11. В. И. Кефели и др. Сб. «Методы определения фитогормонов ингибиторов роста, дефолянтов и гербицидов». М., 1973.
12. А. Н. Бояркин. Докл. АН СССР, 59, № 9, 1948.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Р. Д. ЧХЕИДZE

ОБМЕН НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В КЛЕТКАХ ВНУТРЕННИХ
ОРГАНОВ У ЖИВОТНЫХ С ВЫСОКОЙ ФИСТУЛОЙ КИШЕЧНИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 10.10.1974)

Ряд экспериментальных и клинических наблюдений свидетельствует о том, что развитие кишечных фистул сопровождается значительными нарушениями всасывания в русло питательных веществ при их введении в полость кишечника [1—4]. Очевидно, такое нарушение процессов диффузии через клетки слизистой кишечника может быть обусловлено во многом нарушениями функции их энергетических и биосинтетических систем и, в частности, синтеза нуклеиновых кислот и белков. В связи с этим в настоящей работе проверялось предположение о возможном нарушении процессов биосинтеза белков, которые в клетках регулируются системой нуклеиновых кислот. В задачу исследования входила также оценка влияния различных методов терапевтического воздействия на процесс обмена нуклеиновых кислот в клетках различных отделов кишечника после воспроизведения у животных высокой экспериментальной фистулы.

Эксперименты проводились на 48 кроликах породы фландр и шиншилла весом 3200—3400 г. Под комбинированным наркозом кроликам накладывалась фистула в области верхней трети кишечника. Были поставлены четыре серии экспериментов со следующими группами животных: I группа (12 животных) — контрольная; II группа (12 животных) — лечение введением в свищ через obturator-канюлю анаболического стероида с обычной белково-минеральной диетой (500 калорий сутки); III группа (12 животных) — лечение введением в свищ через obturator-канюлю анаболического стероида и комплекса витаминов в сочетании со специальной высокоэнергетической диетой по Мак-Кину (1970), дающей 2830 калорий сутки; IV группа (12 животных) — лечение такое же, как и в III серии с той разницей, что животные дополнительно получали через свищ в качестве питательных продуктов препараты парентерального питания — полиглюкин и казеин (850 калорий сутки).

Анаболический стероид — ретаболил вводился по следующей схеме: в день операции — 4 мг ретаболила на 1 кг веса животного, на 4-й день после операции — 3 мг, 8-й день — 2 мг, 13-й — 2 мг, 25-й — 2 мг. За весь период лечения животные получали всего 40 мг анаболического стероида. Витамины группы B (B₁, B₂, B₆) вводились по 1/2 ампулы в сутки, витамин E — по 1/3 ампулы в сутки.

Экспериментальным животным всех серий опытов ежедневно дополнительно производилось внутривенное вливание 150 мл физиологического раствора и парентерально вводились антибиотики — бициллин и стрептомицин по обычной схеме.

Нуклеиновые кислоты фракционировались по Schmidt—Thanhauer (1945), а концентрация определялась по А. С. Спирину (1958).



Раствор $\text{NaHP}^{32}\text{O}_4$ вводился за 12 часов до забоя из расчета 100 $\mu\text{с}/100$ г веса, после чего производилось фракционирование по описанному выше способу. С этой целью аликвоты в количестве 0,5 мл наносились на фольговые мишени, высушивались и помещались в торцовый счетчик СИ-2Б установки ДП-100. Фон составлял 0,3—0,4 имп./сек. Результаты выражались в имп. мин/мг нуклеиновой кислоты.

Цифровой материал экспериментов обработан методом вариационной статистики.

Результаты опытов по изучению включения P^{32} в различные фракции нуклеиновых кислот клеток внутренних органов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Объект исследования	Число проб	Сутки, тыс. имп.-мин/мг РНК и ДНК					
		РНК, $\text{M} \pm \text{m}$			ДНК, $\text{M} \pm \text{m}$		
		2	5	8	2	5	8
Печень	6	$3,5 \pm 120$	$7,02 \pm 82,5$	$3,1 \pm 98,3$	$0,55 \pm 15$	$0,41 \pm 21,0$	$0,40 \pm 15$
Почка	5	$7,31 \pm 101$	$7,01 \pm 85$	$7,02 \pm 110$	$0,50 \pm 18$	$0,55 \pm 13$	$0,32 \pm 14$
Кишечник							
а) Отводящий отдел	5	$4,05 \pm 59,0$	$4,0 \pm 108$	$3,12 \pm 95$	$0,30 \pm 12$	$0,41 \pm 14$	$0,35 \pm 8$
б) Приводящий отдел	5	$3,9 \pm 73$	$7,3 \pm 120$	$4,17 \pm 83$	$0,60 \pm 15$	$0,71 \pm 13$	$0,40 \pm 11$

Примечание: включение P^{32} во фракцию РНК в среднем из восьми опытов в норме: печень— 15500 ± 210 имп.-мин/мг РНК; почка— 11000 ± 105 ; кишечник— 12200 ± 240 ; включение P^{32} во фракцию ДНК: печень— 720 ± 28 имп.-мин/мг ДНК; почка— 650 ± 20 ; кишечник— 700 ± 13 .

Как видно из табл. 1, в первой серии опытов наблюдалось заметное подавление включения метки во фракцию РНК и ДНК клеток внутренних органов и кишечника, особенно резко выраженное к 8-м суткам. К этому сроку уровень включения P^{32} во фракцию РНК печени снизился на 80% ($p < 0,01$), почки — на 50%, кишечника — на 70—65% ($p < 0,05$). Были выявлены также изменения при изучении характера включения P^{32} во фракцию ДНК. К 8-м суткам отмечалось угасание активности функции генетического аппарата клеток почти вдвое.

Введение животным ретаболила несколько повышало уровень включения P^{32} во фракции нуклеиновых кислот клеток внутренних органов, хотя к исходу 18-х суток процессы синтеза нуклеиновых кислот заметно снижались, о чем свидетельствует уменьшение инкорпорации P^{32} во фракции РНК и ДНК.

Более высокий уровень биосинтеза нуклеиновых кислот сохранялся у той группы животных, у которой на фоне введения анаболического стероида использовалась высокоэнергетическая диета Мак-Кина, обогащенная витаминами. Из табл. 1 и 2 видно, что на протяжении всего периода наблюдений сохранялся довольно высокий уровень включения P^{32} во фракции РНК и ДНК.

В IV серии опытов результаты изучения биосинтеза РНК и ДНК во внутренних органах показали, что введение животным парентерального питания и казенна позволяет сохранить указанные биосинтетические процессы во внутренних органах на уровне, приближающемся к данным III серии. На 2—5-е сутки уровень биосинтеза РНК в печени

и почке снизился на 30—25%, а в отводящем отделе кишки — на 40%, без существенных изменений включения в приводящем отделе. В последующие сроки наблюдалось повышение уровня включения P^{32} во фракции РНК и ДНК внутренних органов, что свидетельствовало о некоторой нормализации биосинтеза нуклеиновых кислот в клетках внутренних органов различных групп животных.

Таблица 2

Включение P^{32} во фракции РНК и ДНК внутренних органов животных
III серии опытов

Объект исследования	Число проб	Сутки, тыс. имп мин/мг РНК и ДНК									
		РНК, М ± м					ДНК, М ± м				
		2	5	8	18	30	2	5	8	18	30
Печень	6	7,5±11	10,3±83	11,0±102	10,8±98	12,1±131	0,6±31	0,65±18	0,75±10	0,7±11	0,6±12
Почка		8,1±102	9,37±92	7,01±120	8,98±101	9,5±95	0,48±15	0,4±13	0,6±21	0,65±18	0,58±15
Кишечник	4	8,05±91	9,15±57	8,98±89	7,9±118	9,3±105	0,55±21	0,41±12	0,53±18	0,57±18	0,60±16
а) Отводящий отдел		11,0±89	9,1±113	10,3±93	11,0±120	10,5±101	0,61±20	0,75±11	0,70±13	0,60±21	0,65±28
б) Приводящий отдел	5										

По вышеприведенным данным, в зависимости от применяемого лечения изменялись темп и характер включения P^{32} , особенно во фракцию суммарных РНК клеток, в то время как уровень радиоактивности в ДНК изменялся в меньшей мере. Это может указывать на то, что ядерный материал клеток вплоть до гибели животных более устойчив и его функция и структура в определенной мере сохраняются даже при такой тяжелой патологии.

Следует также подчеркнуть, что хромосомный аппарат внутренних органов животных, получавших комплекс анаболических стероидов и богатую калориями диету, инкорпировал P^{32} на 8—30-е сутки на 25% больше ($p < 0,05$), чем у остальных групп животных, не получавших анаболические стероиды (I, II, IV).

Проникновение в клетку анаболических стероидов и большого количества аминокислот и витаминов ведет к нормализации не только синтеза суммарных белков, но и внутриядерного биосинтеза.

Вместе с тем, данные по биосинтезу нуклеиновых кислот в приводящем и особенно в отводящем отделе кишечника свидетельствуют о нарушении в них основных биосинтетических процессов, которое может сопровождаться значительными нарушениями проницаемости мембран клеток слизистой и процесса всасывания активных биологических соединений и других минеральных веществ в русло крови. Считаем необходимым в дальнейшем определить способность клеток слизистой кишечника поглощать P^{32} в зависимости от срока, прошедшего с момента наложения искусственной фистулы.

რ. ჩხეიძე

ნუკლეინის მჟავათა ცვლა ცხრველთა შინაგანი ორგანოების
 უჯრედებში ნაწლავის მაღალი ფისტულის დროს

რეზიუმე

ექსპერიმენტში (54 კურდღელზე, 4 სერიად) ნაწლავის მაღალი ფისტულის დროს მიზნად დავისახეთ დავედგინა ცილების სინთეზის მდგომარეობა, რაც უჯრედში რეგულირდება ნუკლეინის მჟავათა სისტემით. ნაწლავთა ფისტულის დროს მასში შეყვანილი საკვების შეწოვის უნარი დაქვეითებულია. დარღვეულია ბიოსინთეზური პროცესი, რასაც შესაძლოა თან ახლდეს ლორწოიანის უჯრედთა მემბრანის განვლადობის დარღვევა. ამის ნიადაგზე მოწილია ნაწლავის კედელში მინერალური, ცილოვანი და სხვა ენერგეტიკული რესურსების შეწოვის პროცესი.

შემდგომში საჭიროა განისაზღვროს ნაწლავის ლორწოიანის უჯრედთა შესაძლებლობა ნიშანდებული იზოტოპის შთანთქმავზე ხელოვნური ფისტულის დადებიდან სხვადასხვა ვადებში.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

R. D. CHCHEIDZE

METABOLISM OF NUCLEIC ACIDS IN CELLS OF INTERNAL ORGANS OF ANIMALS WITH INTESTINAL HIGH FISTULAE

Summary

An experimental study (in 4 series, with 54 rabbits) was carried out to investigate protein synthesis in terms of nucleic acid change. It is stressed that development of intestinal fistulae is attended by considerable disturbances of absorption into the blood stream of nutrients from the intestine.

The data obtained on the biosynthesis of nucleic acids in the intestine point to the disturbance of the basic biosynthetic processes, which may be attended by material disturbances of the mucous membrane cells as well as of the absorption process of mineral, protein and other substances into the blood stream.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Вицын. Наружные кишечные свищи. Новосибирск, 1965.
2. И. З. Козлов, Т. Б. Лоран. Хирургия, № 1, 1973, 60—65.
3. М. И. Коломийченко, П. Е. Бейлин, Ю. Е. Луценко. Вестник хирургии им. Грекова, 106, вып. 3, 1971, 48.
4. G. Loyue. Am. Chir., 1970, 24, 1225—1245.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. А. ЧУРАДЗЕ

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ В ЯДРАХ
ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПНЕВМОНИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 10.11.1974)

В проведенных нами ранее исследованиях [1, 2] было показано, что золотистый стафилококк вызывает у животных определенные структурные сдвиги в нейронах центральной нервной системы. Наиболее интенсивные изменения были отмечены в медиальной области зрительного бугра, слабее — в 4 и 17 полях, в переднем отделе гипоталамической области. Целью настоящего исследования является изучение ядер нейронов, расположенных в переднем отделе гипоталамуса, для установления различий (топики) в интенсивности поражения ядер.

Экспериментальная пневмония на кроликах вызывалась путем интратрахеального введения стафилококков по методу [3]. 24-часовая бактериальная культура, изготовленная на бульоне, разбавлялась в физиологическом растворе из расчета, что 2 мл раствора содержат 1,5 млрд. бактериальных клеток. Животным раствор вводился шприцем, непосредственно в трахею, в количестве 4 мл (3 млрд. бактериальных клеток). На 3-й день инфицирования животные забивались путем введения в полость сердца 2 мл наркотозного эфира. Во всех случаях (8 случаев) имело место развитие воспаления легких, которое патологоанатомически дает картину бронхопневмонии.

Вскрывалась черепная коробка, и вырезывалась передняя часть гипоталамуса. Ядра переднего отдела гипоталамической области исследовались по классификации, предложенной в [4]. Материал фиксировался в 96° спирте и заливался в парафин. На санном микротоме готовились серийные, фронтальные срезы переднего отдела гипоталамуса, которые далее окрашивались по методу Ниссля и гематоксилино-эозином.

Изучение ядер нейронов переднего отдела гипоталамической области показывает, что со стороны супраоптического ядра, расположенного в каудальной области хиазмы, нервные клетки в основном носят набухший характер, формы их резко изменены. Отмечается большое количество «клеток-теней». В набухших нейронах цитоплазма сильно вакуолизирована (вакуоли крупные), иногда заполняет все тело клетки. Тигроид крупнозернистый, собран в комочки, окраска довольно интенсивная. В основном отмечается скопление тигроида по краю цитоплазмы. В цитоплазме отмечаются места, в которых тигроид не выявляется — «пустые» места. Край цитоплазмы местами не контурируется. Отмечается перинуклеарный ореол. Ядра набухшие, дислоцированы, хроматин крупноглыбчатый, довольно равномерно распределен по всему ядру. Между скоплениями хроматина — «пустые», неокрашенные места. Край ядра контурируется плохо. Ядрышки яркие, мелкие. Дендриты набухшие, резко извиты, просматриваются на небольшом рас-



стоянии, местами отмечаются нейроны с очень большими (гигантскими) вакуолями, в них ядра сморщены, тигроид расположен лишь по краю цитоплазмы в виде узкой, прерывающейся полоски. Количество сморщенных клеток небольшое.

Изучение части супраоптического ядра, расположенного в ростральном отделе гипоталамической области по латеральной поверхности оптической хиазмы, показывает, что нейроны в основном набухшие, форма их изменена, тигроид крупноглыбчатый, образует скопления, которые расположены в основном по краю цитоплазмы. Вакуоли крупные. Между вакуолями — перемиčky тигроида. Местами тела клеток не контурируются. Перинуклеарный ореол. Ядра в нейронах дислоцированы. Хроматин образует скопления, по характеру он крупноглыбчатый. Скопления хроматина довольно равномерно распределены по краю цитоплазмы. Отмечаются «пустые», неокрашенные места. Большое количество «клеток-теней». Имеет место интенсивная глиальная реакция в обеих частях супраоптического ядра. Количество сморщенных клеток небольшое.

Изучение ядра нейронов постоптического ядра показывает, что имеет место сильная вакуолизация тел нервных клеток. Вакуоли крупные, однако количество их меньше, чем в супраоптическом ядре, особенно расположенном в каудальной области хиазмы. Тигроид крупноглыбчатый, перераспределен, собран в комочки различной формы и величины. Окраска тигроида интенсивная. Отмечаются «пустые», неокрашенные места в цитоплазме нервных клеток. Ядра нейронов дислоцированы, набухшие. Местами края ядер слабо контурированы. Между скоплениями крупноглыбчатого хроматина — «пустые», неокрашенные места. Количество подобных мест небольшое. Ядрышки яркие, мелкие. Дендриты извиты и прослеживаются на небольшом расстоянии. Наблюдаются единичные «клетки-тени», а также единичные сморщенные гомогенно окрашенные клетки.

В нейронах, расположенных в супрахиазматическом ядре, обнаружено много «клеток-теней». Одновременно отмечаются нейроны с сильно набухшей вакуолизированной плазмой (вакуоли мелкие). Между вакуолями — мостики тигроида, собранного в глыбки и интенсивно окрашенного. Края цитоплазмы в набухших клетках местами слабо контурированы. Перинуклеарный ореол. Ядра набухшие, хроматин перераспределен, крупноглыбчатый. Ядрышки яркие, мелкие. Дендриты извиты и прослеживаются на небольшом расстоянии. Единичные сморщенные клетки.

Изучение нейронов перивентрикулярного ядра показало, что тела нейронов набухшие, вакуоли мелкие, количество их сравнительно небольшое. Тигроид крупноглыбчатый, собран в комочки, перераспределен, отмечаются «пустые», неокрашенные места в цитоплазме. Количество их сравнительно небольшое. Ядра слабо дислоцированы, набухшие, хроматин крупноглыбчатый, довольно равномерно заполняет ядро. Ядрышки яркие, мелкие. Дендриты извиты. Единичные окрашенные клетки. Во всех ядрах отмечается сильная глиальная реакция.

Наиболее интенсивные сдвиги, вызванные введением золотистого стафилококка в передний отдел гипоталамической области, наблюдаются в нейронах, расположенных в супраоптическом ядре, особенно в его каудальной, затем в ростральных частях, а также в супрахиазматическом ядре. Со сторсны нейронов, расположенных в постоптическом



и паравентрикулярном ядрах, изменения представлены несколько слабее. Полученные результаты указывают на неоднородную заинтересованность ядер нейронов переднего отдела гипоталамической области.

НИИ психиатрии
■м. А. А. Асатиани МЗ ГССР

НИИ педиатрии
МЗ ГССР

(Поступило 14.11.1974)

მასპატიმართული მოვროლოგია

თ. ჭურაძე

ჰიპოთალამუსის წინა ნაწილის ბირთვებში ნეირონთა
სტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული პნევმონიის დროს
რეზიუმე

ოქროსფერი სტაფილოკოკის კულტურის შეყვანის შედეგად ინტენსიური ცვლილებები ვითარდება ჰიპოთალამუსის წინა ნაწილის სუპრაოპტიკური ბირთვის ნეირონებში, განსაკუთრებით ინტენსიური ცვლილებები გვხვდება აღნიშნული ბირთვის კაუდალურ, შემდეგ მის როსტრალურ ნაწილებში და სუპრახიასმურ ბირთვში.

პოსტოპტიკური და პარავენტრიკულური ბირთვების ნეირონებში ცვლილებები შედარებით სუსტად არის წარმოდგენილი. მიღებული შედეგები მიუთითებენ ჰიპოთალამუსის წინა ნაწილის ბირთვების არათანაბარ დაინტერესებაზე ექსპერიმენტული პნევმონიის დროს.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

T. A. CHURADZE

STRUCTURAL CHANGES OF NEURONS IN THE NUCLEI OF
THE ANTERIOR PORTION OF THE HYPOTHALAMUS IN
EXPERIMENTALLY INDUCED PNEUMONIA

Summary

The most intensive changes caused by introduction of a culture of golden staphylococcus into the anterior portion of the hypothalamus are observable in neurons located in the supraoptical nucleus, especially in its caudal portion, than in its rostral portions or in the suprachiasmatic nucleus.

As for neurons located in the postoptical and paraventricular nuclei, these changes are relatively less intensive.

The results obtained indicate a differing interest of the nuclei of neurons in the anterior portion of the hypothalamus in experimental pneumonia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Р. Нанейшвили, Т. А. Чурадзе. Вопросы психиатрии. Тбилиси, 1965.
2. Т. А. Чурадзе. Материалы по изучению некоторых особенностей клиники и патоморфологии центральной нервной системы при токсических формах пневмонии в раннем детском возрасте. Автореферат, Тбилиси, 1965.
3. С. А. Саркисов и П. И. Ремезов. Воспроизведение болезней человека в эксперименте. М., 1960.
4. А. Л. Поленов. Гипоталамическая нейросекреция. Л., 1968.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Г. ЛОРДКИПАНИДZE, Л. А. ТЕВДОРАДZE, В. А. АХОБАДZE

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ, ТЯЖЕЛЫХ ЧЕРЕПНО-
МОЗГОВЫХ ТРАВМ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ

(Представлено академиком И. К. Пилия 11.11.1974)

Наш экспериментально-клинический опыт [1, 2] показал, что из различных видов обезболивания (местная анестезия, общая гипотермия с барбитуратами, монокомпонентный и многокомпонентный эндотрахеальный наркоз) и принимаемых анестезирующих веществ (эфир, закись азота, новокаин и нейролептанальгетики) самым рациональным и эффективным оказался многокомпонентный эндотрахеальный нейролептанаркоз.

Свое обоснование применения этого вида обезболивания в нейрохирургической практике Кремонези [3] (1965) строит на данных о том, что этот метод анестезии не ведет к повышению внутричерепного давления и не способствует развитию отека мозга.

Опыты проводились на собаках. Всего было произведено 56 опытов, из них шесть контрольных. Острая, тяжелая черепно-мозговая травма наносилась путем однократного удара металлическим молотком по специальному металлическому стержню, который имел ограничитель глубины повреждения мозгового вещества и прикладывался на заранее обнаженный свод черепа с демаркацией участка перелома размером 2×2 см. Травма наносилась в лобно-теменной области слева.

В первой группе опытов лечение осуществлялось под местным обезболиванием. Исследование биопотенциалов головного мозга было проведено у 10 животных.



Рис. 1

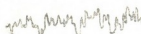


Рис. 2



Рис. 3

Фоновая активность выражалась в наличии α -волн или приближенных к ним частот 12—14, 10—12, 9 гц с амплитудой 20—30, 10—20 мкв. В результате воспроизведений травм частота волн снижалась, появлялись высокоамплитудные волны 7—9, 6—8, 9—15, 4—5 гц. В одном опыте после травмы частота волн достигала 22 гц. В результате лечения амплитуда волн доходила до 7—9, 9—15, 6—8, 4—5 гц.

Во второй группе лечение проводилось под монокомпонентным эндотрахеальным (эфир + O_2) наркозом. Исследование биопотенциалов мозга в этой группе было осуществлено у 10 животных.

Фоновая активность выражалась в наличии α -волн или приближенных к ним частот 10—12, 11, 8—12, 8 гц с амплитудой 20—30, 15—25.



5—15, 10—20 мкв. В результате травмы частота снижалась, появлялись высокоамплитудные волны 6, 3—4, 4—5 гц, 50—60, 30—60, 25—40 мкв.



Рис. 4



Рис. 5

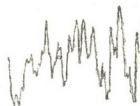


Рис. 6

В результате лечения амплитуда волн достигала 4—7, 6, 10—12, 7—8 гц.

В третьей группе опытов лечение проводилось под монокомпонентным эндотрахеальным ($N_2O + O_2$) наркозом. Биопотенциалы мозга исследовались у 10 животных.



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9

Фоновая активность выражалась волнами или приближенными к ним частотами 8, 9—10, 7—8, 8—12 с амплитудой 10—20, 15—25, 5—15 мкв.

В результате воспроизведения травмы частота волн снижалась, появлялись высокоамплитудные колебания 4—5, 4—6 гц, 25—50, 15—40, 15—30 мкв. После лечения амплитуда волн достигала 4—5, 6—7, 10 гц.

В четвертой группе опытов лечение проводилось под общей гипотермией с барбитуратами. Исследование биопотенциалов мозга было осуществлено у 10 животных.



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12

Фоновая активность выражалась в наличии волн или приближенных к ним частот 7—8, 9—10, 11—12 гц с амплитудой 10—20, 10—30, 15—30 мкв.

После воспроизведения травмы частота колебаний снижалась, появлялись высокоамплитудные волны 4—6 гц, 10—30, 20—60 мкв.

В результате лечения амплитуда волн снижалась в большинстве случаев. Частота волн достигала 5—6, 7—8, 9—10, 11—12 гц.

В пятой группе опытов лечение осуществлялось под многокомпонентным эндотрахеальным (НЛА+закись азота+ O_2) нейролепнаркозом. Биопотенциалы мозга исследовались у 10 животных.

Фоновая активность выражалась α -волнами или приближенными частотами 8—10, 7—8, 8—9, 8—10, 8 гц с амплитудой 10—25, 10—20 мкв.



Рис. 13

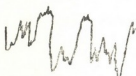


Рис. 14



Рис. 15

После воспроизведения травмы частота волн снижалась, появлялись высокоамплитудные волны 4—5, 5—6, 5—11 гц. В результате лечения амплитуда волн достигала 8—10, 7—8 6—7, 9 гц.

Таким образом, анализ полученных данных ЭЭГ при острой, тяжелой черепно-мозговой травме, леченной различными видами обезболивания, выявил, что наиболее эффективным и рациональным методом лечения посттравматических изменений головного мозга является многокомпонентный эндотрахеальный нейролептический наркоз.

Институт экспериментальной и
клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 14.11.1974)

მაკაბერიძის მდივანი

ა. ლორთქიანიძე, ლ. თევდორაძე, ვ. ანობაძე

მაკაბერიძის ექსპერიმენტული ელექტროენცეფალოგრაფიული
კონტროლი ქალა-ბინის მწვავე მძიმე ტრავმების დროს
გაუტეხილობის სხვადასხვა სახის გამოყენებისას

რეზიუმე

ექსპერიმენტები ჩატარებულია 56 ძალზე. შესწავლილია ემბ-ს მონაცემები ეტაპურად. გამოირკვა, რომ ტრავმის შედეგად განვითარებულ ცვლილებათა მკურნალობის დროს გაუტეხილობის სახეებიდან უფრო ეფექტური და რაციონალური აღმოჩნდა მრავალკომპონენტური ენდოტრაქეალური ნეიროლეპტიკური.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. G. LORDKIPANIDZE, L. A. TEVDORADZE, V. A. ANOBADZE

EEG CONTROL OF THE TREATMENT EFFECTIVITY OF ACUTE,
GRAVE CRANIOCEREBRAL TRAUMAS WITH VARIOUS
TYPES OF PAIN-KILLING

Summary

Stagewise EEG observation of 56 experimental mongrel dogs has shown that multicomponent endotracheal neuroleptic narcosis is the most effective and rational method of treating posttraumatic changes.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. G. Lordkipanidze, Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973, 732—736.
2. გ. ცანავა, ლ. თევდორაძე, ზ. კახიანი, მ. ლორთქიფანიძე. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 75, № 1, 1974, 221—224.
3. E. Cremonesi, S. Bailraocr. Rev. Brasil. anes(hes.ol., 1965, 15, 4, 407.



ლ. ბაბიძე

უცხოური ენების საცდელი სწავლება
 ინტენსიური კურსით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიმიტურმა 25.11.1974)

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ენების სწავლების ახალი მეთოდების ლაბორატორიაში სუვესტოპედიურ ბაზაზე დამუშავებული უცხოური ენების სწავლების ინტენსიური კურსის შემოწმების მიზნით ლაბორატორიის მეცნიერ-თანამშრომლებმა ჩაატარეს ექსპერიმენტთა სერია მოსკოვში, კლაიპედაში, ოდესაში, ბათუმში, რუსთავეში და თბილისში.

1973 წლის 10 აგვისტოდან 6 სექტემბრამდე ქ. კლაიპედაში ექსპერიმენტი ჩატარდა გერმანულსა და ინგლისურ ენებში. შემსწავლელთა კონტინგენტს შეადგენდნენ კლაიპედის საზღვაო ფლოტის თანამშრომლები.

წინაექსპერიმენტული საკონტროლო პრილის შედეგები, რომელიც ჩატარდა საწყისი დონის ფიქსირების პრინციპით, ასეთია (%)

ქ მ ნ ლ ი და ინ ლ ის უ რ ი ჯ უ ე ბ ი

№	მამენელები		100 სიტყვა		10 ფრაზა		10 კიაზა და პაუსი		12 ფრაზა		საშუალო სერთო დონე	
	კერძ.	ინგ.	კერძ.	ინგ.	კერძ.	ინგ.	კერძ.	ინგ.	კერძ.	ინგ.	კერძ.	ინგ.
	ქ.	წ.	წ.	ქ.	ქ.	წ.	წ.	ქ.	წ.	წ.	ქ.	წ.
1	კ. დ.	ო. ვ.	4	10	0	0	0	0	0	10	1,0	5
2	ტ. მ.	ვ. ვ.	1	8	0	0	0	0	0	0	0,25	2
3	ლ. ო.	ვ. ნ.	6	13	0	10	0	5	0	10	1,5	9,5
4	ს. კ.	ტ. ვ.	2	14	0	0	0	5	0	10	0,5	7,2
5	ვ. დ.	ვ. ა.	2	9	0	0	0	0	0	0	0,5	2,2
6	ი. პ.	ა. ა.	4	16	0	10	0	5	0	10	1,0	10,2
7	მ. ლ.	რ. ვ.	1	4	0	0	0	0	0	0	0,25	1
8	ბ. კ.	ნ. კ.	5	7	0	0	0	0	0	0	1,1	1,7
9	ს. ა.	ა. ფ.	5	11	0	0	0	0	0	0	1,1	2,8
10	ვ. მ.	კ. ზ.	4	13	0	10	0	0	0	0	1,0	5,7
11	ა. გ.	ი. ს.	2	10	0	0	0	0	0	0	0,5	2,5
12	ს. ტ.	ლ. ნ.	4	14	0	0	0	5	0	10	1,0	7,2
13		კ. პ.	6	6		0		0		0		1,5
14		ი. დ.		9		0		0		0		2

როგორც წინასწარი ტესტებიდან ჩანს, მოცემული ენა მსმენელთაგან არცერთს არ ჰქონდა ნასწავლი. საერთო დონის ცალკეული მაჩვენებლები, რომლებიც ძირითადად მიღებულია 100-სიტყვიანი ტექსტის წერითი თარგმანის შედეგად, ვერაფრითარ ცოდნას ვერ დაადასტურებენ, ვინაიდან ამ დროს ითარგმნებოდა მხოლოდ საერთაშორისო სიტყვები ისეთი ტიპისა, როგორიცაა business, beefsteak და სხვ.

ზანაძისათ უნდა აღინიშნოს, რომ კლაიპედის ორივე ჯგუფი გამოირჩეოდა უცხო ენათა სწავლის გაზრდილი მოტივაციით.



კლაიპედაში მეცადინეობა წარმოებისაგან მოუწყვეტლივ ტარდებოდა. თითოეულ ჯგუფს ლექსიკური მასალის სულ 9—9 დასამახსოვრებელი სეანსი ჩაუტარდა, რომლის დროსაც მსმენელებს ეძლეოდათ ენობრივი მასალა 1600—1800 ლექსიკური ერთეულის ფარგლებში.

მეცადინეობის 28 დღის მანძილზე ტარდებოდა საკონტროლო ჭრილები, რომლებიც ადასტურებდა სასწავლო პროგრამის ათვისების მსვლელობას. კონტროლი სამჯერ ხორციელდებოდა: პირველი ოთხი სეანსის ჩატარების შემდეგ, მეხუთე და მეექვსე სეანსების შემდეგ და ბოლოს, მეშვიდე და მერვე სეანსების შემდეგ.

მიმდინარე საკონტროლო ჭრილების ჩატარებამ საშუალება მოგვცა დავედიგინა, რომ სასწავლო პროგრამის ათვისების პროცესი ორივე ჯგუფში სტაბილურ ხასიათს იტარებდა. საკონტროლო ტესტირების შედეგები როგორც ვერმანულ, ისე ინგლისურ ჯგუფებში სამივე სახის კონტროლის დროს შეადგენდა 80—100%-ს. გარდა იმ წმინდა რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისა, რომლებიც მიუთითებენ უხვი ენობრივი მასალის ათვისების პროცესის ეფექტიანობაზე, ექსპერიმენტის მსვლელობისას გამოვლინდა პრობლემის თვისობრივი მხარეც, სახელდობრ: რამდენად უნებურად ახერხებენ მსმენელები ათვისებული ლექსიკის გამოყენებას რეალურ სიტუაციაში საკომუნიკაციო მიზნების მისაღწევად.

ამ თვალსაზრისით შემსწავლელთ ეძლეოდათ ე. წ. „შეთავაზებული გარემოებანი“, რომლებშიც მათ უნდა ემოქმედათ ამა თუ იმ საკომუნიკაციო ამოცანის გადასაჭრელად. ამგვარი ექსპერიმენტული მუშაობის შედეგად გამოიჩინა, რომ მსმენელები ასეთ ამოცანებს საკმაოდ იოლად და ძალდაუტანებლად ართმევდნენ თავს. ამასთან, მსმენელთა სამეტყველო ქცევის დამახასიათებელი თავისებურება იყო აქცენტირებული აპელაცია შინაარსობრივი პლანისადმი, მაშინ როცა გამომსახველობითი პლანი სავეგებით იყო უგულებელყოფილი.

საბოლოო ტესტირების შედეგები ვერმანულსა და ინგლისურ ჯგუფებში (%)

№	მსმენელები		100 სიტყვა		10 ფრაზა		10 კითხვა და პასუხი		12 ფრაზა		საშუალო სავსებითი დონე	
	ერ.მ.	ინ.	ერ.მ.	ინ.	ერ.მ.	ინ.	ერ.მ.	ინ.	ერ.მ.	ინ.	ერ.მ.	ინ.
	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.	ჯ.
1	კ. ლ.	ო. ე.	85	95	100	85	95	80	90	90	92,5	87,5
2	ტ. შ.	ე. ე.	93	90	95	93	100	90	95	100	95,7	93,2
3	ლ. ო.	ე. ნ.	95	98	100	100	95	100	100	100	97,2	99,5
4	ს. კ.	ტ. ე.	84	100	90	95	95	100	100	100	92,3	98,9
5	ვ. დ.	ე. ა.	90	94	95	100	90	95	95	100	92,5	97,2
6	ი. პ.	ა. ა.	85	98	95	100	95	100	90	100	88,7	99,5
7	მ. ლ.	რ. ვ.	95	90	100	90	85	95	90	100	92,3	93,8
8	ბ. კ.	ნ. კ.	91	92	95	100	100	90	95	90	92,5	93,7
9	ს. ა.	ა. ფ.	89	100	95	90	90	95	100	95	93,7	92,5
10	ე. ბ.	კ. ს.	85	98	90	95	85	100	90	100	87,5	98,2
11	ა. გ.	ო. ს.	88	92	90	100	80	85	95	95	88,7	93,7
12	ს. რ.	ლ. ნ.	94	100	100	100	95	95	90	95	95,0	97,5
13		ჯ. პ.		93		90		100		100		95,7
14		ა. დ.		98		100		95		100		97,2

უცხო ენების შემსწავლელ ადამიანთა სამეტყველო ქცევაში შინაარსობრივი და გამომსახველობითი პლანების ამგვარი შეფარდების უპირატესობანი უდავოა. მიუხედავად ამისა, საჭიროა მივუთითოთ ამ მოვლენის უარყოფი



მზარევეც აღსაწერი ექსპერიმენტების პირობებში. მოცემულ შემთხვევაში მხედველობაში გვაქვს მეტყველების კორექტულობის პრობლემა. სასვებით ცხადია, რომ თუკი გვექნება ობიექტური ციფრობრივი მაჩვენებლები, რომლებიც მიუთითებენ მსმენელთა უზარზე გამოიყენონ ათვისებული ლექსიკური საშუალებანი, მაშინ ზემოთ მოცემულ ცხრილებთან შედარებით მოგვიხდებოდა დაგვედასტურებინა პირველ მაჩვენებელთა მნიშვნელოვანი ჩამორჩენა მეორისაზე.

28-დღიანი მეცადინეობის დამთავრების შემდეგ ორივე ჯგუფში ჩატარდა ათვისებული მასალის საკონტროლო ჭრილი ამოსავალი დონის განსაზღვრის სისტემით.

ექსპერიმენტის შედეგები დამაკმაყოფილებლად უნდა ჩაითვალოს. როგორც ქვემოთ წარმოდგენილი ცხრილიდან ჩანს, საშუალო ამოსავალი დონე ორივე ჯგუფში 80 და 100%-ს შორის მერყეობს. ეს მაჩვენებელი ნორმა ინტენსიური კურსით სწავლებისას.

ქ. კლაიბედაში ჩატარებული მუშაობის ანალოგიურად ექსპერიმენტული მუშაობა გავრძელდა ოდესის შავი ზღვის სანაოსნოს თანამშრომელთა კონტინგენტთან 1973 წლის 25 ოქტომბრიდან 20 ნოემბრამდე. ამ მიზნით შეიქმნა ორი ექსპერიმენტული ჯგუფი ფრანგულსა და ინგლისურ ენებში.

ოდესაში ფრანგული ჯგუფი ისეთი პირობისაგან შედგებოდა, რომელთაც არასდროს უსწავლიათ ეს ენა, მაშინ როცა ინგლისურ ჯგუფში სწავლობდნენ ისეთები, რომელთაც მოგოვებოდათ გარკვეული ცნობები ინგლისური ენის სტრუქტურის შესახებ და მცირეოდენი ლექსიკური მარაგი. ქვემოთ მოგვიყვას ორივე ჯგუფის ცოდნის საწყისი დონის შემოწმების შედეგები.

საწყისი დონის ტესტირების შედეგები ფრანგულ და ინგლისურ ჯგუფებში (%)

№	მსმენელები		100 სიტყვა		10 ფრაზა		10 კითხვა და პასუხი		12 ფრაზა		საშუალო სერთო დონე	
	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.	ფრ. ჯ.	ინგ. ჯ.
1	პ. პ.	ო. ჩ.	2	30	0	10	0	10	0	15	—	16,2
2	ა. ტ.	ვ. ვ.	3	40	0	20	0	15	0	20	—	23,8
3	ე. კ.	ე. ვ.	2	17	0	10	0	10	0	10	—	14,2
4	ვ. ჩ.	ტ. კ.	0	35	0	20	0	20	0	30	—	26,5
5	დ. ლ.	ვ. ვ.	6	47	0	30	0	20	0	50	—	31,8
6	რ. ე.	ა. კ.	1	32	0	15	0	10	0	35	—	23,0
7	ო. ვ.	ტ. ბ.	5	27	0	20	0	15	0	20	—	20,5
8	ი. ზ.	ნ. ვ.	0	10	0	0	0	10	0	10	—	7,5
9	ა. ვ.	ვ. დ.	2	19	0	10	0	15	0	25	—	17,2
10	ლ. კ.	ა. კ.	4	43	0	30	0	20	0	25	—	29,5
11	ვ. ზ.	ა. შ.	1	24	0	25	0	15	0	10	—	18,5
12	ვ. ფ.	ი. ი.	0	22	0	10	0	10	0	10	—	13,0
13	ლ. კ.	ლ. ჩ.	5	29	0	20	0	20	0	30	—	24,8
14	ა. პ.	ლ. ი.	1	17	0	15	0	10	0	20	—	15,5
15	ე. პ.	ე. ფ.	2	4	0	0	0	10	0	5	—	4,8
16		ვ. ს.		10		10		10		5		8,8
17		ე. ი.		2		0		10		0		3,0

ოდესაშიც მეცადინეობები ტარდებოდა წარმოებისაგან მოუწყვეტილ-მსმენელთა მოტივაციის დონე უცხო ენის სწავლებაში გაცილებით მაღალი იყო, ვიდრე კლაიბედაში.



ორივე ჯგუფის ცოდნის საწყის დონეთა შორის სხვაობამ დიდად განსაზღვრა ინტენსიური კურსის პირველი ეტაპის ჩატარების ხასიათი და მსვლელობა. პირველი ოთხი სეანსის სასწავლო მასალის დამახსოვრება უფრო ეფექტიანად ხდებოდა ინგლისურ ჯგუფში, რომელშიც მსმენელებს უკვე მე-5—6 დღეს შეეძლოთ საკმაოდ ძალდაუტანებლად ესაუბრათ ინგლისურ ენაზე განვლილი ლექსიკური მასალის ფარგლებში. მაგრამ, უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ფრანგულ ჯგუფში შეინიშნებოდა ერთგვარი ჩამორჩენა მეტყველების პროდუქტიულობის დონის მხრივ, სასწავლო პროგრამის რეცეპტიული შეთვისების მხრივ შეფარდება დაახლოებით თანაბარი იყო.

შემდგომი მუშაობის დროს შეინიშნებოდა ტენდენცია ორივე ჯგუფში მეტყველების პროდუქტიულობის მაჩვენებელთა გათანაბრებისადმი, ამასთან სასწავლო პროგრამის რეცეპტიული ფლობის დონე წინანდებურად თითქმის იგივე რჩებოდა.

დასკვნითი საკონტროლო ტესტირების დროს ორივე ჯგუფში მიღებულ შედეგები გაანალიზდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ენების სწავლების ახალი მეთოდების ლაბორატორიაში შესაბამისი სტატისტიკური დამუშავებითურთ.

დასკვნითი საკონტროლო ჭრილის ძირითადი ამოცანები იყო მარტივი უცხოური ტესტების სმენითი გავების ხარისხის განსაზღვრა, უცხო ენაზე ელემენტარული აზრების ზეპირი გამოხატვის შესაძლებლობის, დასმულ კითხვაზე პასუხის გაცემის უნარის, წერილობითი ტექსტის გავებისა და თარგმნის, აგრეთვე უცნობი უცხოური ტექსტის ხმამაღლა კითხვის უნარის განსაზღვრა. ოდესაში ჩატარებული ექსპერიმენტული მუშაობის შედეგების შეჯამებისას უნდა მივუთითოთ, რომ წარმოების მუშაკათვის 28-დღიანი სწავლების შედეგად დამტკიცდა უცხოური ზეპირმეტყველების სწავლების ინტენსიური კურსის უდაოდ ეფექტიანობა. მსმენელებმა მაღლივს განვლილი ლექსიკური მასალის (1500—1600 ლექსიკური ერთეული) თითქმის ასპროცენტიან გავებას სმენით, დამაკმაყოფილებლად დაეუფლნენ გარკვეულ საკომუნიკაციო ჩვევებს, ისწავლეს კითხვა უცხო ენაზე და დასმულ კითხვებზე სპონტანურად პასუხის გაცემა.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 26.11.1975)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Л. Ш. ГЕГЕЧКОРИ

ОПЫТНОЕ ОБУЧЕНИЕ ВЗРОСЛЫХ ИНОЯЗЫЧНОЙ РЕЧИ ПО ИНТЕНСИВНОМУ КУРСУ

Резюме

В экспериментальных циклах была изучена эффективность обучения иноязычной речи взрослых по интенсивному курсу, разработанному в лаборатории новых методов обучения языкам ТГУ, на базе суггестопедической методики.

LINGUISTICS

L. Sh. GEGECHKORI

EXPERIMENTAL INTENSIVE COURSE OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO GROWN-UPS

Summary

The effectiveness of teaching foreign languages to grown-ups by the intensive (high-speed) method worked out in the Laboratory of Modern Methods of Teaching Foreign Languages of Tbilisi State University, on the basis of suggestopedic methods has been repeatedly tested in a number of experimental cycles.

The paper deals with the stages of the experiment, and in conclusion, the high effectiveness of the mentioned course is illustrated.

დ. სვანი

ბენეტიური კონსტრუქციის საკითხისათვის სირიულში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. წერეთელმა 11.11.1974)

სირიულ ენაში ბრუნვის კატეგორია არ გამოიხატება. მის მაგივრობას ეწევა სახელის მდგომარეობა. ძველ არამეულში სახელის სამი მდგომარეობა განირჩეოდა: status absolutus, status emphaticus და status constructus. Status emphaticus-მა თანდათანობით დაკარგა თავის მორფოლოგიური ფუნქცია — სახელის განსაზღვრა და ჩვეულებრივ ფორმად იქცა. ამრიგად, ისტორიული პერიოდის სირიულში იგი არ შეიძლება ჩაითვალოს განსაზღვრულ მდგომარეობად არაბულსა და ებრაულში al-, ha- არტიკლიანი ფორმების საპირისპიროდ. Status absolutus-ის, სახელის მარტივი ფორმის სფერო შეზღუდულია.

ამ სტატუსში გვხვდება ზოგი საკუთარი სახელი, უცხო წარმოშობის სახელები, კომპოზიტი, გარემოება (წინდებული + მარტივი ფორმა), აღსარიცხავი სახელი. იგი დასტურდება აგრეთვე დისტრიბუტიული განმეორებისა და უარყოფისას.

განსაზღვრულ-განუსაზღვრელი ფორმების დასაპირისპირებლად სხვადასხვა საშუალებები გამოიყენება: სახელის დეტერმინაცია ჩვენებითი ზედსართავი სახელით, კუთვნილებითი ნაცვალსახელური სუფიქსებით და hiñ მესამე პირის ნაცვალსახელით: hiñ helgā „ზედი“.

კუთვნილება ჩვეულებრივ status constructus-ით გადმოიცემა (kṭāb malkā), რომელსაც თითქმის ყოველთვის შეიძლება შეენაცვლოს status emphaticus-ი რელატიური ო ნაწილაკით (kṭābā dmalkā). (ეს შენაცვლება დაუშვებელია კომპოზიტებში beṭ šabṭā „სინაგოგა“, b'eldešābā „მოწინააღმდეგე“). დასტურდება აგრეთვე შემთხვევები როდესაც სუბსტანტივს განსაზღვრავს მეორე სუბსტანტივი ნაცვალსახელური სუფიქსით (kṭābēh dmalkā).

უნდა აღინიშნოს, რომ გენეტიური კონსტრუქციის გაგებაში აზრთა ერთიანობაა სპეციალისტთა შორის [1].

ამასთან დაკავშირებით საინტერესო ჩანს არსენიოს ფახურის მოსაზრება.

ფახური გენეტიური კონსტრუქციის ორ სახეობას გამოყოფს: რეალურად გამოხატულს — malṣūṭā qriḥāṭā და ნაგულისხმევს — malṣūṭā hūšāḥjāṭā. აღსანიშნავია, რომ მოცემული დაყოფა დამკვიდრებულია სირიულ გრამატიკებში. განსაკუთრებული ტერმინი შემოაქვს ილია თირხანელს: Znā dalwāt medem (რელატივი). მათთვის, ისევე როგორც ყველა სხვა ტერმინისათვის, ფახური იძლევა არაბულ ეკვივალენტს: إضافة ظرفية და إضافة مضمرة

გამოხატული იზაფეთი ფახურისათვის ისეთი იზაფეთური შეთანხმებაა, რომელიც იწარმოება:

1) რელატიური d ნაწილაკით — *ktābā dmūšē*.

2) რელატიური ნაწილაკით და ნაცვალსახელური სუფიქსით — *ktābēh dmūšē*.

3) საზღვრულის შეკვეცით — *ktāb mūšē*.

4) საზღვრულის შეკვეცით და რელატიური ნაწილაკის დართვით — *ktāb dmūšē*.

როგორც ვხედავთ, პირველ და მეორე შემთხვევაში გენეტიური კონსტრუქცია წარმოდგენილია status emphaticus-ით (რელატიური ნაწილაკითა და მის გარეშე). სახელის ემფატიკური მდგომარეობა ფახურისათვის სახელის ამოსავალი ფორმა და იზაფეთური კონსტრუქციის წარმოების ძირითადი საშუალებაა. მას უპირისპირდება გამოხატული იზაფეთის მეორე სახეობა, მიღებული საზღვრულის შეკვეცით (მესამე და მეოთხე შემთხვევა), სადაც არ არის წარმოდგენილი status emphaticus-ის a დაბოლოება ანუ status constructus-ი.

ამრიგად, ფახურის ოთხი ზემოაღნიშნული დებულებით ჩვენ ვიღებთ გენეტიური კონსტრუქციის იმ ძირითად ფორმებს, რომლებიც დაკანონებულია სირიული ენის გრამატიკებში.

შემთხვევითი არ არის ფახურის მიერ იზაფეთური შეთანხმების პირველ საშუალებად რელატიური ნაწილაკის გამოყოფა. d ნაწილაკი, რომელიც ნათესაობითი ბრუნვის ფუნქციას ასრულებს, გენეტიური კონსტრუქციის გამოხატვის ყველაზე გავრცელებული და ძირითადი საშუალებაა სირიულში. მას მთავარ მაწარმოებლად მიიჩნევენ ილია თირხანელი [2]. აღსანიშნავია, რომ თვით ბარ ებრაიაც გენეტიური კონსტრუქციის ორ სახეობას განარჩევს — გამოხატულსა და ნაგულისხმევს, მაგრამ პირველ სახეობაში მხოლოდ ისეთ კონსტრუქციებს გულისხმობს, სადაც წარმოდგენილია რელატიური ნაწილაკი. ყველა დანარჩენ შემთხვევას კი ნაგულისხმევ გენეტიკში აერთიანებს [3].

ფახური ითვალისწინებს როგორც არაბი, ისე ძველი სირიელი გრამატიკოსების, განსაკუთრებით ბარ ებრაიას თეორიებს. ეჭვგარეშეა, იცნობს ამ უკანასკნელის მოსაზრებას გენეტიური კონსტრუქციის შესახებ, მაგრამ არ იზიარებს ბარ ებრაიას მიერ მოცემულ განსაზღვრას და გეთავაზობს საკუთარ, შესაძლოა უფრო მართებულ დაყოფას (ეს ეხება განსაკუთრებით წარმოდგენილ იზაფეთს).

რაც შეეხება ნაგულისხმევ იზაფეთს, ბარ ებრაიასგან განსხვავებით, ფახურისათვის ეს არის სახელის თანკიფი, სადაც სახელი განისაზღვრება ნაცვალსახელური სუფიქსით: *ktābī* „ჩემი წიგნი“, *ktābēh* „მისი (კაცის) წიგნი“, *ktābāh* „მისი (ქალის) წიგნი“ და მისთ.

სირიულ ენაში ნაცვალსახელური სუფიქსები დაერთვიან სახელის ფუძეს, status emphaticus-ის დაბოლოების გარეშე, რის შედეგადაც სახელში ხდება გარკვეული ცვლილებები (ხმოვნის გაჩენა, მეტათეზისი, თანხმოვნის აღდგენა).

ამ ცვლილებათა მიხედვით ფახური გამოყოფს სახელის რამდენიმე ყალიბს და წარმოადგენს მათ პარადიგმებს. გარჩეულია:

1) სახელები, რომლებშიც ნაცვალსახელური სუფიქსების დართვისას ცვლილებები არ ხდება.

2) სახელები, სადაც უხმოვნო ნაცვალსახელურ სუფიქსებთან ჩნდება ხმოვანი.

3) სახელთა 'ahā და 'ahā ტიპს.

სირიულ ენაში დასტურდება სახელები, სადაც პირველი პირის მხოლოდითი რიცხვის (i), მეორე პირის მრავლობითი რიცხვის (kūn, kēn) და მესამე პირის მრავლობითი რიცხვის (hūn, hēn) სუფიქსებთან შესაძლებელია გაჩნდეს: ა) e ხმოვანი პირველ ძირეულთან (šmā > šemhūn) ან მეორე ძირეულთან (rahmā > rahemkūn), ბ) a ხმოვანი მესამე ძირ ულთან (maḏbḥā > maḏbḥkūn).

ხმოვანთა გაჩენის გარდა გვაქვს აგრეთვე ვავის გაჩენის, უფრო სწორად, აღდგენის შემთხვევებიც. ეს ახასიათებს მესამე ჯგუფს: 'ahā და 'ahā. ამ სახელებში აღდგენილია მესამე ძირეული (ვავი) და ვიღებთ 'ahūk, 'ahuh ფორმებს.

გენეტიურ კონსტრუქციაში, რომელიც ორ სახელს შორის მიმართების განსაკუთრებულ სახესხვაობას წარმოადგენს, პირველი წევრი ყოველთვის განისაზღვრება მეორით. ამასთან ერთად გენეტიური კონსტრუქციის ორივე წევრი სხვადასხვა სინტაქსურ კავშირშია ერთმანეთთან. დასტურდება შემთხვევები, როდესაც პირველი და მეორე სუბსტანტივი განსაზღვრულია წმინდა გენეტიური კავშირით: breh d'alāhā ან როდესაც ორივე წევრი სხვადასხვა გენეტიურ ურთიერთობაშია ერთ სუბსტანტივთან: 'had pūqdānā d'ādām. ფაქტური განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს ამგვარ კონსტრუქციებს და დაწვრილებით განიხილავს მათ როგორც გამოხატული იზაფეთის სპეციალურ შემთხვევებს. აღინიშნება რეალურად წარმოდგენილი იზაფეთის ექვსი სახეობა. ესენია იზაფეთური შეთანხმებები, რომლებიც გადმოიციემა:

1) არსებითი სახელი + ზედსართავი რელატიური d ნაწილაკით (ḥaiḷā rāḥā d'alāhā).

2) არსებითი სახელი + ზმნა რელატიური d ნაწილაკით ('ḥādā 'had dam-sabrānā).

3) მსაზღვრელს + რამდენიმე საზღვრული.

4) მსაზღვრელს + მესამე პირის ნაცვალსახელი (ინვერსიული) წყობა: dmarjāi 'ar'ā.

5) მსაზღვრელს + რელატიური d ნაწილაკი (საზღვრულის გარეშე).

6) იზაფეთური კონსტრუქცია, რომელშიც ივულისხმება 𐤀 და 𐤁, ნაწილაკები.

სირიულში აღინიშნება ისეთი შემთხვევები, როდესაც გენეტიური კონსტრუქციის პირველ და მეორე წევრს შორის ჩნდება ზედსართავი სახელი, ზმნა და ნაცვალსახელი დეტერმინაციის გაძლიერებისათვის. ასეთ კონსტრუქციებთან გვაქვს საქმე I, II და III შემთხვევებში.

რაც შეეხება იზაფეთურ შეთანხმებას ზედსართავი + არსებითი სახელი რელატიური ნაწილაკით, იგი არაბულ ყალბ იზაფეთს (إضافة غير الحقيقية) უახლოვდება, სადაც კონსტრუქციის პირველი წევრი წარმოდგენილია ზედსართავი სახელით: رجل حسن الوجه. ფაქტურისათვის მსგავსი კონსტრუქცია წარმოადგენს გამოხატულ და არა ნაგულისხმევ იზაფეთს (რადგანაც გადმოცემულია რელატიური d ნაწილაკის საშუალებით).

ზოგ შემთხვევაში გენეტიური კონსტრუქცია სირიულში (ისევე როგორც არაბულში) მოცემულია ნაგულისხმევი 𐤀 და 𐤁 ნაწილაკებით. ფაქტური აზუსტებს მსგავს შესიტყვებებს და აღნიშნავს, რომ იზაფეთი შეიძლება შე-



ენაცვლოს ܩܡ წინდებულს, როდესაც მსახლერული აღნიშნავს მასალას მსახლერული კი საგანს, რომელიც ამ მასალისაგან არის გაკეთებული: tār'ā danhāšā „სპილენძის კარი“ ܟܬܒܐ ܕ'ܐܡܪܐ „შალის ტანსაცმელი“ სხვა დანარჩენ შემთხვევაში იზაფეთი გულისხმობს ܟ წინდებულს tāgā dmalkā „მეფის გვირგვინი“.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 11.12.1974)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Д. Д. СВАНИ

К ВОПРОСУ ГЕНЕТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ В СИРИЙСКОМ

Резюме

Рассмотрены два вида генетивной конструкции: реально выраженная — malūtūtā qrihātā и подразумеваемая — $\text{malūtūtā hušabiātā}$.

Даны арабские эквиваленты этих терминов.

В первом виде автор объединяет все формы генетической конструкции, представленной как *status constructus* (ktāb dmušē), так и *status emphaticus*.

В виде подразумеваемого изафета представлен танкиф имени, при котором имя становится определенным посредством местоименного суффикса: ktābī „моя книга“, ktābū „его книга“.

LINGUISTICS

D. D. SVANI

CONCERNING THE GENITIVE CONSTRUCTION IN SYRIAC

Summary

Two types of genitive construction are considered: actually expressed: malūtūtā qrihātā , and implied: $\text{malūtūtā hušabiātā}$.

The Arabic equivalents of these terms are presented.

All the forms of the genitive construction represented by *status constructus* (ktāb dmušē) and by *status emphaticus* are classed by the author under the former construction (i. e. malūtūtā qrihātā).

The *tanqīf* of a noun under which the noun is determined by means of a pronominal suffix is represented as an implied *izāfat*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Th. Nöldke. Kurzgefasste syrische Grammatik, Leipzig, 1898. A. Guilaumont, DLECS, V.
2. Syrische Grammatik des mar Elias von Tirhan, hrg. und übers. von Fr. Beathgen. Leipzig, 1880.
3. Le Livre des splendeurs. La grand grammair de Grigoir Barhebraeus. Lund, 1922, p. 193.



ლ. ზრიჭროვა

სიტყვათა რიგის ხასიათის საკითხისათვის
ქართულ წინადადებაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ძიძიგურმა 10.11.1974)

სიტყვათა ხაზოვანი განლაგების არსებული კანონზომიერებების დადგენა ამა თუ იმ ენაში წარმოადგენს თანამედროვე ენათმეცნიერების ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს [1]. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალური გახდა ავტომატურ თარგმანთან დაკავშირებით. ამან მოითხოვა ტექსტის გარკვეულ მოწკევეთის ყველა შესაძლებელი სიტყვათა რიგის შეკაცრი აღნუსხვა და იმ პირობების ზუსტი განსაზღვრა, რომლებიც ასე თუ ისე მოქმედებენ სიტყვათა განლაგებაზე წინადადებაში [2, 3].

წინამდებარე ნაშრომი ეხება გარკვეულ შესიტყვებებში შემავალი სიტყვების გადაადგილების უნარიანობას და მის საფუძველზე გამოყოფილი სიტყვათაგანლაგების ტიპების დადგენას.

ქართული წინადადების ელემენტების გადაადგილების ანუ პერმუტაციული თვისებების განსაზღვრისას აღნიშნავენ ორ შემთხვევას — თავისუფალ სიტყვათა რიგს და ფიქსირებულს (უკანასკნელს აქვს მეტად ფაქულტატიური ხასიათი). მაგრამ აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული თვისებებით არ ამოიწურება ყველა პერმუტაციული მოვლენა ქართული წინადადების წევრებისა. შევადაროთ, მაგალითად, ორი ორსიტყვიანი შესიტყვევა პერმუტაციული თვისებების თვალსაზრისით — „ეს უკანასკნელი“ და „მამის სახლი“. პირველ მაგალითში სიტყვათა რიგი აბსოლუტურად ფიქსირებულია, ესე იგი შეუძლებელია ჩავსვათ სხვა სიტყვა მთავარ და დამოკიდებულ სიტყვებს შორის, და დამოკიდებული სიტყვის ადგილის შეცვლა მთავარის მიმართ. მეორე მაგალითში შესაძლებელია დამოკიდებული სიტყვის პოზიციის შემდეგი ცვლილებები: მთავარ და დამოკიდებულ სიტყვებს შორის შეიძლება ჩავსვათ სხვა განსაზღვრება (მამის დიდი სახლი), რის შედეგადაც მანძილი მთავარ და დამოკიდებულ სიტყვებს შორის იზრდება, აგრეთვე დავსვათ დამოკიდებული სიტყვა მთავარი სიტყვის მარჯვნივ — „სახლი მამისა“ (სიტყვათა რიგის უკანასკნელი ვარიანტი ბუნებრივია ძველ ქართულში, ეხლაც გვხვდება გარკვეულ სტრუქტურებში, სადაც მას გარკვეული სტილისტიკური მნიშვნელობა ენიჭება).

ანალოგიური მდგომარეობაა ზმნა-შემასწავლებლის შესიტყვევის წევრების განლაგების დროს. მაგალითად, სამსიტყვიან წინადადებაში „ქორმა წიწილა წაიღო“, როგორც ლ. კვ აკ ა ძ ე [4] აღნიშნავს, გვაქვს სიტყვათა რიგის ყველა ექვსი შესაძლებელი ვარიანტი: წიწილა ქორმა წაიღო, წიწილა წაიღო ქორმა და ა. შ., ხოლო თუ ავიღებთ წინადადებას: „მაგრამ მთავარი კიდევ სხვაც არის“, წინადადების სიტყვათა რიგის შეცვლა თითქმის შეუძლებელია (თუმცა გარკვეულ შემთხვევებში შეიძლება ითქვას „მთავარი... მაგრამ... კიდევ სხვაც არის“, ხოლო სიტყვათა ასეთი რიგი შესაძლებელია სალაპარაკო ენაში). მოვიყვანოთ კიდევ ერთ მაგალითს, სადაც წინადადების წევრების რიგის შეცვლა შესაძლებელია, მაგრამ არანებისმიერი: „საშუალო ქართულში მთავრდება აღმოსავლურ ენათაგან ნასესხები სიტყვების ფონეტიკური ცვლილებით...“. წინადადების წევრები შეიძლება გადავსვათ ასე: აღმოსავლურ ენათაგან ნასესხები სიტყვების ფონეტიკური ცვლილება მთავრდება საშუალო ქართულში ან საშუალო ქართულში მთავრდება. ხოლო



შემდეგნაირი სიტყვათგანლაგების დროს „საშუალო ქართულ შემადგენელ მარტივ წინადადებათა თანამიმდევრობას შეიძლება ჰქონდეს ანალოგიური თვისებები. მაგალითად, შედეგ რთულ ქვეყნობილ წინადადებაებში მთავარი და დამოკიდებული წინადადებების თანამიმდევრობა ფიქსირებულია: „გიორგიმ დაასრულა დაპარაკი, რომლის დროს მისი სტუმრებთან ზოგნი წარბებს კმუხავდნენ და ზოგნი გაკვირვებულის სახით გამოიყურებოდნენ“; „მრავალ განსხვავებულ სისტემა იმედს აძლევდა მოშის, რომ ჯინსს მალე მოსჭირდა მუხლს...“ სხვა წინადადებაში შეიძლება თავისუფლად გადავსვათ მათი შემადგენელი კომპონენტები — მარტივი წინადადებები. მაგალითად: „ოთხმოცდაცხრამეტ ვაჟკაცს მოსჭრეს თავი, რადგან ტყუილი ვერა თქვეს“. შევადაროთ: რადგან ტყუილი ვერა თქვეს, ოთხმოცდაცხრამეტ ვაჟკაცს მოსჭრეს თავი, ან „როცა მიწყნარდა ყოველი და სოფელზე ძილმა გაშალა ფრთები, გაიოხმა ამოიღო ჯიბიდან ქისა და პაპიროსი გაახვია“. შევადაროთ: გაიოხმა ამოიღო ჯიბიდან ქისა და პაპიროსი გაახვია, როცა მიწყნარდა ყოველი და სოფელზე ძილმა გაშალა ფრთები.

ამგვარად, როგორც შეიძლება დავასკვნათ მოყვანილი მაგალითებიდან, წინადადების ელემენტების გადასმის საშუალებანი საკმაოდ დიდია. ზოგ შემთხვევაში გადასმის სხვადასხვა საშუალებანი ძალიან მარტივია, ზოგან კი დაკავშირებულია გარკვეულ სინელებთან ანდა აბსოლუტურად შეუძლებელია. იმის მიხედვით, თუ როგორ განსხვავდებიან თავისი პერმუტაციული თვისებებით წინადადების ელემენტები, გამოეყავით ოთხი რიგი და მათ ვუწოდებთ სიტყვათგანლაგების ტიპები (ზემოთ აღნიშნულ ორ რიგს ჩვენ დავუმატებთ კიდევ ორი).

ეს ტიპები დადგინდა ისეთი დაქვემდებარებითი ხასიათის მქონე შესიტყვების საფუძველზე, რომლის წევრებს შორის არსებობს ასეთი დამოკიდებულება: მთავარი სიტყვა — მისგან უშუალოდ დამოკიდებული სიტყვა ან სიტყვები. საკვლევი მასალის შეკრების დროს ყურადღება ექცეოდა იმას, რომ შესიტყვებაში არ შესულიყო კავშირები, ექსპრესიული ლექსიკა, ფრაზეოლოგიზმები, რადგან ასეთ შესიტყვებებში სიტყვათა რიგი და მისი ხასიათი განპირობებულია სხვა თვისებებით, რაც მოითხოვს სპეციალურ შესწავლას.

ასეთი შესიტყვებების ელემენტების პერმუტაციული თვისებების საფუძველზე გამოიყო სიტყვათგანლაგების შემდეგი ტიპები:

1) მკაცრად ფიქსირებული სიტყვათა რიგი.

მკაცრად ფიქსირებული სიტყვათა რიგი ეწოდება შესიტყვების ელემენტების ისეთ თანამიმდევრობას, სადაც არ შეიძლება ელემენტის ადგილის შეცვლა არც ახალი ელემენტის ჩასმით, უშუალოდ დამოკიდებულ იმავე მთავარი სიტყვისაგან, და არც ინვერსიის საშუალებით. მაგალითად: უმარცხოლო უ უხმარიათ ტრადიციით იმავე ფუძეებში... სალიტერატურო ენის ნორმატიული ხასიათი.

ამ ტიპს უპირისპირდება მეორე ტიპი:

2) ალტერნატიული, ანუ თავისუფალი სიტყვათა რიგი.

ალტერნატიული, ანუ თავისუფალი ეწოდება შესიტყვების ელემენტების ისეთ თანამიმდევრობას, სადაც შესაძლებელია ორი ან მეტი მხოლოდ ნეიტრალური სიტყვათა რიგის ვარიანტი; ყველა დამოკიდებულ სიტყვის პერმუტაციული შესაძლებლობები მთავარი სიტყვის მიმართ სრულიად თანაბარია. მაგალითად: მე-4 წუთზე ვორონინის მიერ კართან მიწოდებულ ბურთს მიუსწრო მეტრეველმა. ამ შესიტყვებაში შესაძლებელია სიტყ-

ვათგანლაგების შემდეგი ვარიანტები: მე-4 წუთზე ვორონინის მიერ კართან

მიწოდებულ...⁴ ვორონინის მიერ მე-4² წუთზე¹ კართან მიწოდებულ...³ კართან⁴
 მე-4¹ წუთზე² ვორონინის მიერ მიწოდებულ...⁴ და ა. შ.

აღწერილი ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო ტიპების გარდა გამოიყო კიდევ ორი შუალედური ტიპი: 3) ს უ ს ტ ა დ ფ ი ქ ს ი რ ე ბ უ ლ ი და 4) შ ე რ ე უ ლ ი.

3) სიტყვათგანლაგებას ეწოდება ს უ ს ტ ა დ ფ ი ქ ს ი რ ე ბ უ ლ ი, თუ რომელიმე ელემენტის პოზიციის შეცვლა შესიტყვებაში ლოგიკურად გამოყოფს მას, ან თუ შესაძლებელია მანძილის შემოკლება ან დაგრძელება მთავარ და დამოკიდებულ სიტყვებს შორის, რომელიც გამოწვეულია იმავე მთავარი სიტყვისაგან დამოკიდებული სიტყვის ჩასმით, ან, პირიქით, სიტყვის ელიმინაციით, რომელიც არ ცვლის თხრობის ნეიტრალურ ხასიათს. მაგალითად, შესიტყვებაში „დებულების მოკლედ ჩამოყალიბება“ ჩვეულებრივი (ნეიტრალური) სიტყვათა რიგი შეიცვლება აქცენტირებულით, თუ სიტყვას „მოკლედ“ დავსვამთ პირველ ადგილზე, ე. ი. „მოკლედ დებულების ჩამოყალიბება“, ხოლო შესიტყვებაში „ამ ორი სხვადასხვა ძეგლის ავტორები“ ზოგიერთი სიტყვის ელიმინაციით ან სიტყვის ჩამატებით შეგვიძლია მანძილის შეცვლა მთავარ და დამოკიდებულ სიტყვებს შორის, მაგალითად: ამ ორი... ძეგლის, ამ... ძეგლის, სხვადასხვა ისტორიული ძეგლის და ა. შ.

4) სიტყვათგანლაგებას ეწოდება შ ე რ ე უ ლ ი, თუ შესიტყვების ზოგიერთი სიტყვის პოზიცია მკაცრად ფიქსირებულია, ზოგისა კი — სუსტად. მაგალითად, შესიტყვებაში „მილაკების საკმაოდ ფართო დამუშავება“ სიტყვათგანლაგება „საკმაოდ ფართო დამუშავება“ მკაცრად ფიქსირებულია, ხოლო სიტყვას „მილაკები“ შეუძლია დაიკავოს აგრეთვე ადგილი მთავარი სიტყვის („დამუშავების“) მარჯვნივ.

სიტყვათგანლაგების ტიპები საშუალებას გვაძლევენ შედარებით იოლად დავადგინოთ გარკვეული სტრუქტურების სიტყვათა რიგის ვარიანტების შესაძლებლობანი და მისი ნიშან-თვისებები. შესიტყვების პოზიციური ტიპის ცოდნა აადვილებს შესიტყვების სიტყვათა რიგის დადგენას მისი სხვადასხვა კონტექსტში გამოყენების დროს და აგრეთვე შესიტყვების სხვადასხვა გარდაქმნების დროს.

არამკაცრად ფიქსირებული სიტყვათგანლაგების ტიპები განიცდიან ვარიანტებს განსაზღვრული ჩარჩოების ფარგლებში. მაგალითად, თუ ავიღებთ სუსტად ფიქსირებული ტიპის შესიტყვებას „მხატვრული ლიტერატურა“, განსაზღვრულ კონტექსტში ზედსართავი სახელი შეგვიძლია დავსვათ არსებითი სახელის მარჯვნივ: „ლიტერატურა მხატვრული, პუბლიცისტური, მეცნიერული...“, ხოლო შესიტყვებაში „მხატვრული ლიტერატურის ძეგლები“ სიტყვა „მხატვრული“ ვეღარ იცვლის ადგილს, მაგრამ შესაძლებელია მთელი შესიტყვება „მხატვრული ლიტერატურის“ დავსვათ „ძეგლები“ სიტყვის მარჯვნივ. თუ ამ შესიტყვებას დავუმატებთ გამორჩევი ნაწილს „მარტოს“, რომელსაც ამავე დროს აკისრია ლოგიკური გამოყოფის (აქცენტუაციის) ფუნქცია, მაშინ სიტყვათგანლაგების ნეიტრალური რიგი მიიღებს მკაცრად ფიქსირებულ ხასიათს: „მარტო მხატვრული ლიტერატურის ძეგლები“. იმ პირობების დადგენა, თუ როლის და როგორ სდება პოზიციური ტიპის შეცვლა, მოითხოვს სპეციალურ კვლევას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გამოთვლითი ცენტრი

Д. А. ГРИКУРОВА

 К ВОПРОСУ О ХАРАКТЕРЕ ПОРЯДКА СЛОВ В ГРУЗИНСКОМ
 ПРЕДЛОЖЕНИИ

Резюме

На материале определенных словосочетаний грузинского языка выделены четыре типа порядка слов: жестко фиксированный, альтернативный, слабо фиксированный и смешанный.

LINGUISTICS

D. A. GRIKUROVA

 CONCERNING THE CHARACTER OF WORD ORDER IN THE
 GEORGIAN SENTENCE

Summary

On the basis of definite word combinations in Georgian four types of word order have been identified: rigid, alternative, loose, and mixed.

ლიბრებუბრა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Холодович. Филологические науки, № 3, 1966.
2. М. И. Откупщикова. Грамматика порядка слов для синтеза при автоматическом переводе. Автореферат. Л., 1967.
3. И. А. Мельчук. Научно-техническая информация, № 12, 1965.
4. ლ. კვაჭაძე. თანამედროვე ქართული ენის სინტაქსი. თბილისი, 1956.

Л. И. МАРУАШВИЛИ, А. А. БУРЧУЛАДЗЕ, Г. И. ТОГОНИДЗЕ

«ПЕРЕКИНУТЫЕ БРЕВНА» ГЛАВНОЙ ГАЛЕРЕИ
ЦУЦХВАТСКОЙ ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ, ИХ
РАДИОУГЛЕРОДНЫЙ ВОЗРАСТ И ИСТОРИЧЕСКОЕ
ЗНАЧЕНИЕ

(Представлено академиком Г. А. Меликишвили 12.11.1974)

Цуцхватская тринадцатиярусная карстовая пещерная система, расположенная восточнее Кутаиси, использовалась человеческой начиная с нижнего палеолита и кончая феодальной эпохой [1, 2]. Предлагаемая статья касается одного из поздних памятников этой замечательной группы пещер.

В Главной галерее пещерной системы, у кровли, на высоте 18—20 м от дна галереи, в весьма труднодоступном месте виднеется горизонтально лежащее бревно, опирающееся своими концами на выступы скал. Вопрос о том, как дерево могло попасть в это место, давно интересовал ученых, занимавшихся исследованиями Цуцхватских пещер. Высказывались два предположения:

а) Бревно принесено речкой Шабата-геле при сильном паводке, во время которого Главная галерея наполнилась водой. При подъеме воды дерево всплыло, а при спаде уровня зацепилось за скалы и осталось на месте. Подобные случаи в литературе описаны для многих пещер мира; они наблюдаются и в грузинских пещерах (Келасури, Ткибула-Дзерула—устное сообщение З. К. Тинтилозова).

б) Местные жители считали странное положение бревна делом человеческих рук, приписывая его туркам (!?).

Во время третьей комплексной Цуцхватской экспедиции Института географии им. Вахушти и Государственного музея Грузии им. С. Джанашиа в 1974 г. «загадка бревна» была решена с помощью альпинистов Д. Симоишвили, О. Эркоманшвили и Э. Ибери. Предоставленные «Ткибулшахтстроем» две восьмиметровые железные трубы позволили преодолеть нависающую скалу под перекинутым бревном; дальше подъем совершался посредством вбивания стальных крючьев в трещины скал. В результате двухчасовой работы О. Эркоманшвили, а за ним археолог Т. Мешвелани обогнули бревно и проникли в открывающуюся за ним каменную щель.

Оказалось, что, кроме виднеющегося из Главной галереи бревна, позади него, поперек щели, на различных уровнях лежат еще три бревна, опирающиеся своими концами на скалы. Все бревна носят следы искусственной обработки—обтесаны с двух противоположных сторон, а в некоторых случаях имеют выемки, сделанные с целью их приспособления к неравновысотным точкам опоры (см. фото). По нашей просьбе, О. Эркоманшвили сбросил одно из невидимых снизу бре-

вен на дно галереи (первое, видимое снизу бревно не было тронуту как имеющее показательное историческое значение).

При падении на камни сброшенное бревно переломилось пополам. Бревно дубовое, длиной до 2 м и с поперечником в 20 см. Древесина сохранила свою твердость, но факт перелома бревна при падении говорил о его значительной древности. Для определения абсолютного возраста бревна от него был отрезан образец.

Радиоуглеродный анализ древесины в лаборатории Тбилисского университета показал возраст 605 ± 40 лет, что соответствует периоду с 1329 по 1409 г. Таким образом, вышеописанные бревна доставлены в щель кровли Главной галереи Цуцхватской пещерной системы во второй половине XIV или в начале XV в. Относительно хорошая сохранность древесины объясняется ее постоянным нахождением в условиях пещерного климата (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации, смягчающие колебания температуры, отсутствие атмосферных осадков и вообще воды, хорошая проветриваемость).

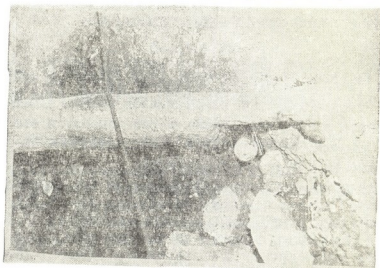


Рис. 1

Возникает вопрос о целевом назначении этого своеобразного сооружения в пещере, его историческом смысле, а также о технических способах его выполнения. Некоторый свет на назначение памятника проливает воспоминание 80-летнего жителя села Цуцхвати Владимира Амколадзе. По его словам, в пору его юности на первом, видимом снизу бревне висела епитрахиль¹, а выше был воздвигнут крест. Позже один из цуцхватских крестьян сумел подняться туда, снять и унести названные предметы (последний факт как будто подтверждается тем, что при подъеме О. Эркоманшвили к бревну был обнаружен вклиненный в узкую трещину скалы кусок толстой железной проволоки). Таким образом, «сооружение» должно было служить религиозным, христианско-пропагандистским задачам правящих кругов средневековой Грузии. Это тем более вероятно, что время сооружения па-

¹ Епитрахиль — часть одеяния священника, носимая на шее (по грузински «солари»).

мятника, указанное изотопным определением возраста древесины, совпадает с эпохой нашествий Тамерлана, силой насаждавшего на Кавказе ислам [3—5]. В условиях средневековья наличие атрибутов христианской религии в столь недоступном месте грандиозной пещеры должно было казаться простому народу «чудом» и агитировать за эту религию.

Что касается технических приемов выполнения «сооружения», то нет необходимости в признании особого мастерства его творцов. Дело в том, что, по геоморфологическим наблюдениям 1974 г., щель с бревнами является северным продолжением пещеры Двойной Грот, открывающейся на юг. В настоящее время открытого сообщения между Двойным Гротом и щелью с бревнами нет, но оно могло существовать до сооружения пещерной молебни. Строители последней могли использовать имевшийся ход для доставки материала на место сооружения, а затем завалить его и сделать свое произведение практически недоступным.

Окончательное решение загадки перекинутых бревен Главной галереи Цуцхватской пещерной системы, возможно, будет найдено в процессе дальнейших работ Цуцхватской комплексной экспедиции и, в частности, планируемых раскопок Двойного Грота.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии им. Вахушти

(Поступило 14.11.1974)

ისტორია

ლ. მარტაშვილი, ა. ბურჯულაძე, ზ. ტოგონიძე

ცუცხვათის მღვიმოვნის მთავარი ტალანის „გადეგული
 მორები“. მათი რადიონახშირგადაული ასაკი და
 ისტორიული მნიშვნელობა

რეზიუმე

ცუცხვათის მღვიმოვნის მთავარი ტალანის ქერთან, მიუდგომელ ადგილას შემორჩენილი ხის მორები, რომლებიც წყალდიდობისას ბუნებრივად შემოტანილად ითვლებოდა, ხელოვნურად დამუშავებული და გადებული გამოდგა. C^{14} ანალიზით მათი ასაკი ვანსაზღვრული იქნა 605 ± 40 წლად. უხუცეს ადგილობრივ მცხოვრებთა მოგონებით, XX ს. დასაწყისამდე ერთ-ერთ მორზე ეკიდა ოლარი, ხოლო მის ზევით ჯვარი იყო აღმართული. შემდგომში ეს საგნები ჩამოღებულ იქნა. არსებობს საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ თემურლენგის შემოსევებისა და ისლამის მოქალეების ეპოქაში ცუცხვათის მღვიმოვნაში მიუვალ ადგილას გამართული სალოცავი მიზნად ისახავდა ქრისტიანობის პროპაგანდას. მისი მასალა შეიძლება შემოტანილი იყოს „ორმაგი ეხიდან“, რომელსაც უკავშირდებოდა მორების უკან არსებული ხვრელი.

L. I. MARUASHVILI, A. A. BURCHULADZE, G. I. TOGONIDZE
 THE "CROSS-BEAMS" IN THE MAIN GALLERY OF THE
 TSUTSKHVATI CAVE COMPLEX, THEIR RADIOCARBON
 DATING AND HISTORICAL VALUE

Summary

The beams preserved in an almost inaccessible spot, under the roof of the main gallery of the Tsutskhvati cave complex (the vicinity of Kutaisi, Georgian SSR) were thought to have been brought by a high water of the Shabata-gele. However, a study has shown that the beams were cut and laid by human hands. Radiocarbon analysis has shown the age of the beams to be 605 ± 40 years. As testified by the aged residents of Tsutskhvati, at the end of the last century an epitrachelion was hanging from one of the beams with a cross raised a little higher up. Later these articles were taken down. There are grounds to suppose that during the invasions of Tamerlane and forced spread of Islam a chapel built in an inaccessible part of the Tsutskhvati cave system was intended for the propagation of Christianity. The building material could be brought from the Double Grotto which communicated with a crevice just behind the beams.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. ი. მარუაშვილი. Сообщения АН ГССР, т. 46, № 1, 1967.
2. ლ. მარუაშვილი. მღვიმეთმცოდნეობის საფუძვლები. თბილისი, 1973.
3. ქართლის ცხოვრება, ტ. II. თბილისი, 1959.
4. ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა (ქართლის ცხოვრება) IV. თბილისი, 1973.
5. История Грузии, ч. I. Тбилиси, 1946.



თ. ცაგარეიშვილი

რძის პროდუქტივის დამზადებისათვის ბანკუთმნილი სამეურნეო ნაბეგობანი ქვემო ქართლში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 15.7.1974)

საქართველოს სხვადასხვა კუთხეებში, სადაც მესაქონლეობა მეტად იყო განვითარებული და მოსახლეობის ერთ-ერთ საარსებო წყაროს წარმოადგენდა, საცხოვრებელ და სამეურნეო ნაგებობათა კომპლექსში რძის პროდუქტების დამუშავებისათვის განკუთვნილ სათავსოებს საგანგებოდ ადგილი ჰქონდა მიჩნეული. კერძოდ, ხევსურულ კალიონ სახლში რძის პროდუქტების დამზადება-შენახვისათვის განკუთვნილი იყო სათავსო „სენეს“ სახელწოდებით. „სენე“ „შინას“ წინა კედელთან ეწყობოდა; ერთი მხრივ გამოიყენებოდა „შინას“ გვერდის ყორის გაგრძელება, მეორე მხრივ — „შინას“ წინა ყორე, ხოლო მესამე და მეოთხე კედელი იყო მოწნული და ფიცრული ([1] 151, 154). ამავე მნიშვნელობით „სენეს“ XI ს. ნიკორწმინდის სიგელში ვხვდებით, სადაც აღნიშნულია: „შეეჭმენ სახლი მუხისა: ა: და ზედა სახლი ქორედიანი და სენიანი: ა:“ ([2], 34).

აჭარულ სახლში, იგივე დანიშნულების სათავსო „სარძიეს“ სახელწოდებით აჭარული სახლის მეორე სართულზე იყო მოთავსებული და უშუალოდ სამზარეულოს ეკვროდა ([3], 129). აჭარულ საცხოვრებელ კომპლექსში მუდის აგრეთვე სენოზორი ხასიათის საცხოვრებელი ნაგებობა „ძირთული ჯარგვალი“, რომელიც ჰორიზონტალურ განზომილებაში განვითარებულ კომპლექსურ ნაგებობას წარმოადგენს. აქ ერთი სახურავის ქვეშ აღმინის საცხოვრებელთან და ძირითად სამეურნეო სათავსოებთან ერთად წარმოდგენილია „სარძიე“ ([3], 10). „სარძიე“ გვხვდება მესხურ სახლშიც ([5], 18).

აკად. გ. ჩიტაიას ვარაუდით, ხევსურულ-აჭარული „სენე“-„სარძიეს“ მსგავსი ნაგებობის არსებობა დამოწმებულ უნდა იყოს XVII ს. სამეგრელოს ეთნოგრაფიულ ყოფაშიც. ქრ. კასტელის ალბომში მოცემული სახლის სურათის მიხედვით, სადაც საცხოვრებელი სახლის ერთ კუთხეში იკითხება წარწერა „Cassina“, რაც „სარძიეს“ აღნიშნავს ([1], 159).

ქვემო ქართლის ეთნოგრაფიულ ყოფაშიც დასტურდება რძის პროდუქტების დასამუშავებელ-შესანახი სათავსო, რომელიც თეთრიწყაროს რაიონის მთიელ-გუდამაყრელ მოსახლეობაში „სარძელას“, ხოლო ბოლნის-დმანისის რაიონის ქართულ მოსახლეობაში „საფილავის“ სახელწოდებით არის ცნობილი.

„სარძელა“ მიშენდებოდა საცხოვრებელი სახლის I სართულზე ჩრდილის მხრიდან, ისე რომ ერთ კედლად სახლის კედელი იყო გამოყენებული, ხოლო დანარჩენი სამი კედელი კეთდებოდა ფიცრული ან მოწნული. ეს კედლები ისე იყო ამოყვანილი, რომ ფიცარსა და ფიცარს „შუშრუტანები“ იყო დატანებული იმისათვის, რომ წიავს თავისუფლად ემოძრავა, რადგან, როგორც ცნობილია, რძის პროდუქტების დამზადებისათვის ჰაერის ცირკულაცია აუცილებელი იყო — „წიავი რომ ურტყამს, რძე კარგად იღვებება“. „სარძელაში“ თაროები იყო გამართული ვარცლები ჩამოსადგმელად.

„სარძელასაგან“ განსხვავებით „საფილავი“ გატანული იყო სახლიდან და ცალკე ნაგებობას წარმოადგენდა, ეზოში შეაჩერდნენ შედარებით მაღალ ადგილს, მოზომავდნენ ორ მეტრამდე ადგილს, ჩაასობდნენ დაახლოებით



მეტრონახევრის სიმაღლის ბოძებს, გვერდებიდან ამოწნაიდნენ, ზემოდან ფტორებს დაფარებდნენ, ჩრდილის მხრიდან კარებს შეაბამდნენ, შიგნით 2—3 ფიცარს დასდებდნენ თაროებად ვარცლებს ჩამოსადგმელად. „საფილაეს“ 2—3 კომლი ერთად ხმარობდა.

ზაფხულობით მთაში ყოფნის დროს საცხოვრებელი ქოხის — „დაგას“ ერთ-ერთ კუთხეს გამოიყენებდნენ რძის პროდუქტების დამზადება-შენახვისათვის; ამასაც „საფილავი“ ერქვა. თანამედროვე პირობებში ბოლნის-ღმანისის რაიონში „საფილაეს“ იშვიათად აგებენ. ამჟამად მის დანიშნულებას ასრულებს აივნის ერთ კუთხეში თოკებით ჩამობმული ბრტყელი ფიცარი, რომელზედაც დასაფილავად განკუთვნილ რძეს ვარცლებით ჩამოსდგამდნენ; „საფილავის“ სახელწოდებაც ამ ელემენტზე გადმოვიდა.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ „სარძეულაში“ ხდებოდა რძის პროდუქტების დამზადება-შენახვა, „საფილავი“ კი — მხოლოდ დამზადება.

„საფილავი“ სრულდებოდა შემდეგი პროცესები:

I. რძის დასხმა პირფართო ხის ვარცლებზე რძის პირის — ნაღების მოსაყენებლად — „დაფილა“.

II. რძის პირის — ნაღების მოხსნა — „წაფილა“.

შემდგომ რძეს ყველის ამოსაღებად განკუთვნილ ჭურჭელში გადაასხამდნენ, რძის პირს — ნაღებს კი სანაღებში ჩაასხამდნენ და სახლში შეიტანდნენ შემდგომი პროცესების შესასრულებლად.

საინტერესოა თვითონ ტერმინი — საფილავი, რომელიც ნაწარმოები უნდა იყოს ფილ-ფუძისაგან. ფილ-ფუძისაგან არის ნაწარმოები სხვადასხვა პირგანიერი ხის ჭურჭლეულის სახეები — ფილი, ფილაჯამი, ჯამფილა და სხვა. სულხან-საბა ორბელიანთან „ფილი — ტაშტია კელის საბანი, ფილად ითქმის დიდი როდინი“ [6].

ამვე სიტყვიდან არის ნაწარმოები ფილაჯამი, ფილაჯამი — დიდი ჯამი ჯამი კი არის „ყოველგვარი ჭურჭელი ნოტიოთა: ბაღია, ლოდა, ლოდაკი, უსკურა, პინა, ფილაჯამი“ [6].

ჩუბინაშვილთან „ფილი არის დიდი როდინი“ [7], ჯამი კი „ჭურჭელი წნოკანთა სანოვაგეთა მისართმევი, სახელნი ამისანი არიან: ბაღია, ლოდა, პინა, პინაკი, უსკურა, ფილაჯამი და სხვა“ [7].

მამასადამე, ჯამთან დაკავშირებული ჭურჭლეულობა არის განკუთვნილი თხიერი მასისათვის „რაიც დასათხვეელი რამ არის“ [6]. მაგრამ, როგორც ი. აბულაძის ლექსიკონში ამ ტექსტთან დაკავშირებით მოყვანილ ძველი აღთქმის ტექსტიდან ჩანს, ფილი გამოყენებული ყოფილა არა მარტო „წნოკანთათვის“ არამედ რძის პროდუქტისათვისაც, კერძოდ ერბოსთვის „ფილითა წყლისადათა და მოართუა მას ერბოჲ“ (M, მსკ, 5₂₅) [8].

ეთნოგრაფიული სახის ლიტერატურიდანაც ჩანს, რომ რაჭაში გავრცელებულ თიხის ჭურჭლეულობაში გვხვდება ფილი, რომელიც ძირითადად რძის მოსაკავებელი ჭურჭელია, მაგრამ გამოიყენება აგრეთვე ერბოსა და ხაჭოს შესანახავად [9]. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია ტერმინი „საფილავი“ თავდაპირველად სწორედ რძის დასახმელ პირფართო ხის ჭურჭელს ერქვა. ამის დამადასტურებლად შეიძლება მეტყველებდეს ის ფაქტიც, რომ მთხრობელები ხანდახან ვარცლებს, რაზედაც რძეს ასხამენ, „საფილავის ვარცლებს“ ან უბრალოდ „საფილაეს“ უწოდებენ.

თვითონ ნაგებობა „საფილავის“ არსებობა კი შეიძლება დაკავშირებული იყოს ქვემო ქართლში ფართოდ გავრცელებულ „ხანულობის“ (რძის გასესხების) წესთან, რადგან ხანულობის პერიოდში მისასლეს დიდი რაოდენობით უგროვდებოდა „დახანულბულებსაგან“ რძე, მის დასაფილად კი საჭირო იყო დიდი მასშტაბის სათავსო, რომელსაც, შესაძლებელია, ამ სახით აშენებდა რამდენიმე ოჯახი ერთად და ხანულობის პერიოდში როგრიკობით გამოიყენებდნენ. მაშინ სწორედ აქედან უნდა იქნას ახსნილი ის გავრცელება, რომ „საფილავი“ საცხოვრებელი სახლიდან მოშორებთა ცალკე იდგმებოდა, როგორც დროებითი სათავსო რამდენიმე კომლის საზიარო სახმარად.

არსებითი კი ისაა, რომ „სარძეულა-საფილავე“, ისევე როგორც ხულა სახლის „სარძიე“, ხევსურული კალიანი სახლის „სენეს“ აშენების დროს დაცული იყო ერთი ძირითადი პრინციპი — ისინი სახლის ისეთ კუთხეებში ან ადგილებზე უნდა გაკეთებულიყო, სადაც ქარი უკეთ მოხვედებოდა და იმობრავებდა მასში საჭირო ტემპერატურული რეჟიმის დასამყარებლად, რაც ნაღების მოსაგდებლად იყო საჭირო. ამისათვის ხევსურულ „სენეს“ დატანებული ჰქონდა „მუქუმები“, აქარულ სარძიეს — „ჰიჭინები“, სარძეულას — „შუმრუტანები“, საფილავე კი წყნლისაგან თხლად იწინებოდა ისე, რომ შიგნით თავისუფლად ემოძრავა.

ამრიგად „სარჩეულა-საფილავის“, ისევე როგორც „სენე“-„სარძიეს“ ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ჰაერის ხელოვნური ცირკულაციის მეშვეობით მაღალი ზარისხის კარაქის მიღება. ეს გარემოება, როგორც ლიტერატურაში აღინიშნება, მიჩნეულია ხალხის მეურნეობრივ მოღვაწეობაში რაციონალური სახის მიკვლევად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ივ. ჭავჭავაძის სახელობის ისტორიის,
 არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 19.7.1974)

ЭТНОГРАФИЯ

Т. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОСТРОЙКИ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В НИЖНЕЙ КАРТЛИ

Резюме

До последнего времени в Нижней Картли бытовали два типа хозяйственных построек для молочного производства: «сапилави» (Болнисский и Дманисский районы) и «сардзеула» (Тетрикарский район).

«Сапилави» представляет собой отдельное строение для изготовления молочных продуктов. Этот тип хозяйственной постройки, по-видимому, является одной из разновидностей, бытовавшей в Восточной Грузии формы трудовой кооперации «ханулоба», широко распространенной в Нижней Картли.

В отличие от «сапилави», «сардзеула» входит в жилой комплекс как отдельное помещение для обработки и хранения молочных продуктов и имеет аналоги со специальными помещениями в различных районах Грузии (хевсурское «сене», аджаро-мехское «сардзие»).

В Грузии хозяйственные постройки и помещения для молочного производства сооружались по одному и тому же принципу. При строительстве таких сооружений особое внимание уделялось созданию благоприятных условий для естественной вентиляции нужного температурного режима.

ETHNOGRAPHY

T. Sh. TSAGAREISHVILI

SPECIFIC ECONOMIC BUILDINGS FOR MILK PRODUCTS IN "KVEMO KARTLI" (LOWER KARTLI)

Summary

Until recently there existed two types of milk-economy buildings in Kvemo Kartli: *Sapilavi* in the Bolnisi and Dmanisi districts and *Sardzeula* in the Tetrtskaro district.

Sapilavi was a separate building where milk products were produced. This type of building was apparently related to a form of collective production of dairy products widespread in the Bolnisi-Dmanisi area, being a variety of *Khanuloba* or cooperative work prevalent in Eastern Georgia.

Unlike *Sapilavi*, *Sardzeula* was a separate room in the dwelling in which milk products were prepared and kept. It has analogies with special rooms in various regions of Georgia (Khevsurian *Sene*, Ajaro-Meskhan *Sardzie*).

In Georgia dairy-economy buildings and rooms were built according to one and the same principle. The buildings were placed on sites with favourable conditions for natural ventilation and providing the necessary temperature regime.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. ჩიტაია. ხევსურული სახლი „სენე“. თბილისი, 1947.
2. მ. ბერძენიშვილი. ნიკორწმინდის „დაწერილი“ (ტექსტის გამოცემისათვის) მასალები. საქართველოსა და კავკასიის ისტორიისათვის, ნაკვ. 34. თბილისი, 1962.
3. ვ. შამილაძე. ალბური მესაქონლეობა საქართველოში. თბილისი, 1965.
4. თ. ჩიქოვანი. მთური ჯარგვალი ქართულ-კავკასიური ეთნოგრაფიული მასალის შუქზე. კმპ 1. თბილისი, 1964.
5. გ. ჩიტაია. გლეხის სახლი ქვაბლიანში. მიმოხილველი, I. თბილისი, 1926.
6. სულხან-საბა ორბელიანი. სიტყვის კონა. თბილისი, 1949.
7. ნ. ჩუბინაშვილი. ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1951.
8. ი. აბულაძე. ძველი ქართული ვნის ლექსიკონი. თბილისი, 1973.
9. მ. ზანდუკელი. ძველის მეგობარი. 34. თბილისი, 1974.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи — без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном



листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На оригинале автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом сверху. Карандашом снизу, над строчными—также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ ვადაცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუღლად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგინას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუღლად საესეით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებულ ლიტერატურის ნუსხებითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია აღებული სტატიები მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღინიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყუდდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-

ბის დაწებება ღედნის გვერდებზე. ავტორომა ღედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს
ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი
ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეღნით მკა-
ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველ-
გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მოთერულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პა-
ტარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამოთერულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი
ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარის-
ხის მიწვევებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წე-
რილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მეღნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ
იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო
შრომა, ვენვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წე-
ლი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამო-
ცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუ-
მერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით,
არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენი-
შენებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული
შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა,
რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის
დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშ-
ნოს საღ მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის
ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერა-
ტულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს
მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა
მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კო-
რექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა
ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

6. 30/56



ՅՅԾԸ 1 ՅՅԵ.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181