

5241

1977/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

აზაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 85 ტომ

№ 3

მარტი 1977 MART

თბილისი • TBILISI • TBILISE

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 85 TOM

№ 3

მარტი 1977 МАРТ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

ქ. შარტავის სბ. სკ. სსრ
სახელმწიფო რესპუბლიკა
ბიულეტენი

73522

ს ა რ მ დ ა ჭ ც ი ო ჯ ო ლ ი მ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის-
მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი,
ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი,
გ. შელიჭიშვილი, ე. ოყუაშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი,
ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

13225

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 8.4.1977; შეკვ. № 640; ანაწილის ზომა 7×12;
ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საიდრიცხო-საგამომცემლო
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 09197; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 8.4.1977; зак. № 640; размер набора 7×12; размер
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный
лист 22,5; УЭ 09197; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

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

* * *

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

შინაარსი

მათემატიკა

- *ლ. რევიშვილი. რეგულარიზაციის მეთოდით სპექტრალური სიმკვრივისა და კორელაციის ფუნქციის შეფასებათა რიცხვითი გამოკვლევის შესახებ 532
- *ზ. ვახანიძე. ევკლიდეს სივრცეში დინამიური სისტემების თეორიის ერთი თეორემის შესახებ 535
- *გ. ქემხაძე. ფურიე—პარის ჯერადი მწკრივების სფერული კერძო ჯამების განშლადობის შესახებ 538
- *ლ. ზამბახიძე. ბიკომპაქტურ და მეტრიკულ სივრცეებზე უწყვეტად ასახვადი სივრცეების შესახებ 543
- *ნ. გუენსუანტუენი. მონოიდების კომპოლოგიის შესახებ 543
- *რ. გურიელაშვილი. ფურიეს კოფიციენტთა შესახებ 552
- *ლ. რუხაძე. კოწინაკონებისა და წინაკონების წყვილების მიმართ აღებულ ლოკალურ პომოლოგიათა და კომპოლოგიათა შესახებ 556

აბიბრეტივი

- *ლ. რევიშვილი. სტაციონარული მიმდევრობის ფართო აზრით სპექტრალური სიმკვრივის შეფასების ერთი მეთოდის შესახებ 560
- *გ. ბეგალიშვილი. ცვლადი მართვის სიმრავლის შემთხვევაში კასკადურად გადახრალი არგუმენტის მქონე სისტემების რეგულირების შესახებ 564
- *ნ. ნანობაშვილი. ოთხნიშნა კოდირების სისტემაში ინფორმაციის შექუმვის ერთი ალგორითმის შესახებ 568
- *ზ. დემურაშვილი. ექსპერიმენტის დაგეგმვა საერთო შეცდომის მინიმიზაციისათვის 572

ფიზიკა

- *მ. ვოსკობოინიკი, რ. კაზაროვი, ე. ქუთელია, ა. შულმანი. საფირონზე კაბადის პეტეროპიტაქსიალური ფენების ელექტროფიზიკურ პარამეტრებზე თერმული ზემოქმედების გავლენის შესწავლა 576
- *ე. ქაჩიბაია, ლ. შტეინლუხტი, ბ. სეფაშვილი, ტ. გავრილენკო. ბისმუტის გავლენა $YVO_4:Eu$ ლუმინოფორის კათოდოლუმინესცენციაზე და ელექტრონებით დასხივების მიმართ მდგრადობაზე 580
- *გ. გუჯაბიძე. ფირფიტის ირიბი გარსდენის საკითხისათვის 584
- *გ. აღამაშვილი. სპინური დიფუზია მაგიური კუთხის პირობებში და სპინ-მეცრული რელაქსაცია 588
- ე. ხალვაში. გამჭვრეტელი ზემალაღი სისხირის ველის გავლენა ბირთვების პოლარიზაციაზე 592

ასტრონომია

- *ე. ზაიცევა. გალაქტიკის ჩრდილო პოლუსის მიმართულებით ვარსკვლავთ ნათობის ფუნქციის შესახებ 594

* ვარსკვლავთ აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ბიოფიზიკა

- *ი. ლონდაძე, რ. დანელია, რ. ინჯგია. ატმოსფეროს ზოგიერთი ოპტიკური მახასიათებლის გათვლისათვის 600
- *კ. ქართველიშვილი, ვ. მირიანაშვილი. დაკვირვებები დედამიწის ზედაპირის ატმოსფერული წნევის ცვლილებებით გამოწვეულ დახრებზე 604

ჯოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ლ. თევზაძე, ნ. ფირცხალავა, ა. გარნოესკი. Ga(NO₃)₃-ის კომპლექსური ნერთები აზომეთინებთან 607

ორგანული ქიმია

- *ა. კახნიაშვილი, დ. იორამაშვილი, მ. ნადირაშვილი, ნ. ართილაყვა. ფენოლების ურთიერთქმედება ციკლურ (ფენილეთინილ) კარბინოლებთან 612

ფიზიკური ქიმია

- *გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), თ. ანდრონიკაშვილი, შ. საბელაშვილი, ზ. ქორიძე. მკავეური დამუშავებით მოდიფიცირებული კლნობტილოლითშემცველი ტუფის ქრომატოგრაფიული თვისებები 615
- *ა. ნადირაძე, გ. გველესიანი, ი. ოშიაძე, ლ. ჭანტურიშვილი. ეროზიუმის ვოლფრამატის Eu₆WO₁₂ ვიბსის თვისუფალი ენერჯის გაზომვა 619
- *გ. ბაგრატიშვილი, რ. ჯანელიძე, დ. ჯიშიაშვილი, ლ. პისკანოესკი, ზ. შიოლაშვილი. ბორსილიკატური მინის თხელი ფირების ფიზიკური ქიმიური თვისებები 624
- *ი. ბარათაშვილი, ი. მახარაძე, ვ. ვარაზაშვილი, მ. ცარახოვი, დ. ცაგარეიშვილი. MnP და Mn₂P სტანდარტული ენტროპიები 627

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ე. უშარაული, გ. ხიტრი. სამგორის ნავთობის შესწავლა საქონლის საკვები ცილების მისაღები ნედლეულის — პარაფინული ნახშირწყალბადების შემცველობის თვალსაზრისით 632
- *ა. დიდიძე, ო. არფთევი, თ. შაქარაშვილი, ნ. ბეჭაური. C₁₁—C₁₃ რიგის ნაჭერი ნახშირწყალბადების გამოკვლევა ნორიოს, მირზანისა და სართიქალის ნავთობფრაქციებში 635

ფიზიკური გეოგრაფია

- დ. მუმლაძე. სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება კახეთში 637

ბიოქიმია

- *გ. სუბატაშვილი, ნ. ლორია, ნ. გოლიაძე. ენადიმის განაწილება საქართველოს წყალსატევების შეტენარებულ ნივთიერებებსა და ფსკერულ დანალექებში 644

სამშენებლო მექანიკა

- *მ. მუხაძე. ხისტ ლეკალოზე თხელი ღეროს ღუნვის ამოცანის ერთი ამოხსნის შესახებ 648

საბადოთა დამუშავება და გამომცემება

*ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ქოლიკიძე, ნ. დურმიშიძე. სამთო გამონამუშევრებში — მეტროპოლიტენის გვირაბებში შემადგენლობის მოძრაობისას ჰაერის გადაადგილების პროცესის კვლევის საკითხისათვის 652

*შ. ონიანი, ს. ბოლქვაძე. შემოუსაზღვრელი სამშრანი სისტემის არასტაციონარული სითბოგამტარობის ერთი ამოცანის შესახებ 656

მეტალურგია

*კ. ოგანეზოვი, ი. ბაირამაშვილი. მყარ სხეულში წყალბადის ცალკეული ფორმების რაოდენობრივი განსაზღვრა ინერტული გაზის ნაქადში „იმპულსური გახურების“ მეთოდით 659

*ნ. ხოფერია, თ. შენგელია. რეალგარის ნაჯერი ორთქლის წნევის ექსპერიმენტული განსაზღვრა 663

მანქანათმშენობლობა

*დ. თაყეხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი. ბრტყელ შეიდრგოლა სახსრიან მექანიზმში ორი მრუდმხარას არსებობის პირობები 668

*თ. მჭედლიშვილი. ჰიდრავლიკური ძალობრივანაწილიანი არაწრფივი დინამიკური სისტემების სინთეზის საკითხისათვის 672

თბოტექნიკა

*ვ. გომელაური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. მაგრაქველიძე, ს. დვალაძე. წყლის დუღილის კრიზისზე გადაციების ზეგავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა ორგანზომილებიანი ხაოიანობის მქონე ზედაპირის იძულებითი გარსდენის პროცესში 674

ელექტროტექნიკა

*ვ. ბარიშნიკოვი, ჯ. დოჰვირი, ს. კულიკოვი. ქაღალდმკეთებელი მანქანის სექციის დრეკადი მექანიკური კავშირებიანი ელექტროამძრავის სიჩქარის რეგულატორისა და მკორექტირებელი წრედების ასაწყობი პარამეტრების განსაზღვრა 679

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

*ე. სიტნიკოვი. მაგნიტურად მართვადი კლავიშები ოპტიმალური მექანიკური მახასიათებლებით 684

ნიადაგთმშენობლობა

*შ. დარასელია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. დლონტი, ნ. ბაბილოძე. სასუქების გავლენა აზოტის შემცველობის გადიდებაზე სასმელ წყლებში 687

*ა. ბობროვიცკი. კოლხეთის დაბლობის დაჭაობებული ნიადაგების გრანულომეტრიულ ფრაქციებში სილიციუმმაჟეების და ნახევარჯანგულეების გავრცელების თავისებურებანი 692

ბოტანიკა

გ. ქიქავა. არავის აუზის სუბალპური ტყისა და მაღალმთის ბუჩქნართა ზოგიერთი ფორმაციის ანთროპოგენური ცვლის ძირითადი მიმართულებანი 693

ბენეფიკა და სილამცია

- პ. ნასყიდაშვილი, ც. სამადაშვილი. საქართველოს რბილი ხორბლის ჯი-
ჯებში ჰიბრიდული ქონდარობის გენების შესწავლის საკითხისათვის 697

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ნ. ჭავჭავაძე. ერთობოვების ჰუმორული რეგულაციის საკითხისათვის მწვავე და
ქრონიკული გლომერულონფრიტით დაავადებულებში 704

ბიოქიმია

- *მ. ტინაძე, ე. მიშენევა, თ. გორიუხინა. ვინა-ალკალიდების და პრედ-
ნიზოლონის მოქმედების ეფექტი ექსპერიმენტული სიმსივნეების ასციტური უჯ-
რედების ენერგეტიკაზე 708

ფიტოკათოლოგია

- *გ. ყალიჩაძე, დ. შარვაშიძე, ე. იმედიძე. თიშ ცილის აგრეგაციული ფორ-
მების ფლუორესცენცია 711
- *გ. სიმონიანი, ა. დოლიაგინი, გ. ყალიჩაძე. მარ სიგნალის დრედამური
რიტმულობა კარტოფლის დაავადებულ ქსოვილებში 715
- *ჯ. ჩხეიძე. ფუნგიციდების გამოცდის შედეგები ყურძნის ნაცრისფერი სიღამპლის
წინააღმდეგ დასავლეთ საქართველოს პირობებში 719

მასპერიმენტული მორფოლოგია

- *დ. ჯებენაძე, ლ. გოგიაშვილი. ანალური მიღამოს წყლულის ელექტრონულ-
მიკროსკოპული გამოკვლევა ჰელიუმ-ნეონის ლაზერით მკურნალობის შემდეგ
ექსპერიმენტში 723

მასპერიმენტული მიღამინა

- *ბ. ზარგარიანი, გ. გიგინეიშვილი, კ. კარაკოზოვი. ფოტოელექტრუ-
ლი ნისტაგმოგრაფიის მეთოდისათვის 727
- *ჯ. ბენიაშვილი. პერიფერიული ნერვული სისტემის სიმსივნეების განვითარება
კურდღლებში და ვირთავებში საკვერცხეების ფუნქციების დარღვევისას 732

პალეობიოლოგია

- *დ. ჯილაური, ლ. ქელიძე, ბ. ყარაშვილი. გოდერძის წყების პალინოლოგი-
ური დახასიათებისათვის 735

ენათმეცნიერება

- *ლ. გეგეჭკორი. ინტუიციური და შეგნებული სწავლების ადეკვატური შეფარ-
დება როგორც ენების ინტენსიური სისტემურ-სტრუქტურული მეთოდით სწავ-
ლების საფუძველი 739
- ბ. ჯორბენაძე. ფორმანტა იდენტიფიკაციის საკითხი ენაში 741
- კ. კუბლაშვილი. ისევ შუაიმერულის საკითხისათვის 745

ფილოლოგია

- ნ. კილაძე. იბნ რუშდისა და იოანე პეტრიწის ზოგიერთი ტერმინი ერთბუნებოვნე-
ბის შესახებ 759

მეცნიერების ისტორია

- *ე. ჯუღელი, ნ. მუსკერიძე, ნ. ჩაჩუა. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერე-
ბათა აკადემიის მოამბის“ მეცნიერმეტრიკული მეთოდებით გამოკვლევის შე-
სახებ 756

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Л. В. Ревшвили. О численном исследовании оценки спектральной плотности и функции корреляции методом регуляризации	529
З. Н. Вахания. Об одной теореме теории динамических систем в евклидовом пространстве	533
Г. Г. Кемхадзе. О расходимости шаровых частичных сумм кратных рядов Фурье—Хаара	537
Л. Г. Замбахидзе. О пространствах, допускающих непрерывные отображения на биокомпактные и метрические пространства	541
Нгуен Суан Туен. О когомологиях моноидов	545
Р. И. Гуриелашвили. О коэффициентах Фурье	549
Л. Р. Рухадзе. О локальных гомологиях и когомологиях над парой копредпучков и предпучков	553

КИБЕРНЕТИКА

Л. В. Ревшвили. Об одном методе оценки спектральной плотности в широком смысле стационарной последовательности	557
Г. М. Бегалишвили. Об управлении системой с каскадно отклоняющимся аргументом при переменной области регулирования	561
Н. Д. Нанобашвили. Об одном алгоритме сжатия дискретной информации в четырехзначной системе кодирования	565
З. Н. Демуришвили. Планирование эксперимента для минимизации общей ошибки	569

ФИЗИКА

М. Б. Воскобойник, Р. Е. Казаров, Э. Р. Кутелия, А. Е. Шульман. Исследование влияния термических воздействий на электрофизические параметры гетероэпитаксиальных слоев кремния на сапфировых подложках	573
В. Н. Качибая, Л. С. Штейнлухт, Б. И. Сепашвили, Т. Б. Гавриленко. Влияние висмута на катодолуминесценцию и устойчивость к электронному облучению люминофоров $YVO_4:Eu$	577
Г. В. Гуджабидзе. К вопросу о косом обтекании пластинки	581
Т. Г. Адамашвили. Спиновая диффузия в условиях магического угла и спин-решеточная релаксация	585
Э. Х. Халваши. Влияние насыщающего СВЧ поля на поляризацию ядер	589

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

АСТРОНОМИЯ

- Е. И. Зайцева. О функции светимости звезд в направлении на северный галактический полюс 593

ГЕОФИЗИКА

- Ф. А. Гонгадзе, Р. В. Данелия, Р. Г. Инджиа. К расчету некоторых оптических характеристик атмосферы 597
- К. Э. Картвелишвили, В. И. Мирианшвили. Наблюдения наклонов поверхности Земли, вызванных изменениями атмосферного давления 601

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. А. Тевзадзе, Н. И. Пирцхалава, А. Д. Гарновский. Комплексные соединения $Ga(NO_3)_3$ с азотинами 605

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. И. Кахнишвили, Д. Ш. Иорамашвили, М. Д. Надирашвили, Н. К. Артилакვა. Взаимодействие фенолов с циклическими (фенилэтинил)карбинолами 600

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, З. И. Коридзе. Хроматографические свойства клиноптилолитсодержащего туфа, модифицированного кислотной обработкой 613
- А. А. Надирадзе, Г. Г. Гвелесиани, И. С. Омиадзе, Л. Д. Чантуришвили. Измерение свободной энергии Гиббса вольфрамата европия — $Eu_6 WO_{12}$ 617
- Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джанелидзе, Д. А. Джишиашвили, Л. В. Пискановский, З. Н. Шиолашвили. Физико-химические свойства тонких пленок боросиликатного стекла 621
- Н. Б. Багратишвили, И. А. Махарадзе, В. С. Варазашвили, М. С. Царахов, Д. Ш. Цагарейшвили. Стандартные энтропии MnP и Mn_2P 625

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Э. А. Ушараули, Г. Ш. Хитри. Исследование самгорской нефти на содержание парафиновых углеводородов для получения кормового белка 629
- А. В. Дидидзе, О. А. Арефьев, Т. С. Шакарашвили, Н. Г. Бекаури. Исследование насыщенных углеводородов состава $C_{11}-C_{13}$ нефтей грузинских месторождений Норно, Мирзаани, Сартчала 633

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- * Д. Г. Мумладзе. Многолетнее изменение градобития в Кахетии 640

ГЕОХИМИЯ

- Г. Д. Супаташвили, Н. В. Лория, Н. С. Голиадзе. Распределение ванадия во взвесах и донных отложениях водоемов Грузии 641

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- М. Г. Мухадзе. Об одном решении задачи изгиба тонкого стержня по лекалу 645

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), Г. В. Чоликидзе, Н. Ш. Дурмишидзе. К вопросу исследования процесса перемещения воздуха при движении состава в горных выработках — тоннелях метрополитенов 649
- Ш. И. Ониани, С. Л. Болквадзе. Об одной задаче нестационарной теплопроводности неограниченной трехслойной системы 653

МЕТАЛЛУРГИЯ

- К. А. Оганезов, И. А. Байрамашвили. Количественное определение различных состояний водорода в твердых телах методом «импульсного нагрева» в потоке инертного газа 657
- Н. Н. Хоперия, О. В. Шенгелия. Экспериментальное определение давления насыщенного пара реального 661

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиашвили. Условия существования двух кривошипов в семизвенном плоском шарнирном механизме 665
- Т. Ф. Мchedlishvili. К вопросу синтеза нелинейных динамических систем регулирования с гидравлической силовой частью 669

ТЕПЛОТЕХНИКА

- В. И. Гомелаури (член-корреспондент АН ГССР), Т. Ш. Маграквелидзе, С. В. Дваладзе. Экспериментальное исследование влияния недогрева на кризис кипения воды при вынужденном обтекании поверхности с двухразмерной шероховатостью 673

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- В. Д. Барышников, Дж. Н. Дочвири, С. Н. Куликов. Определение параметров регулятора скорости и корректирующих цепей секционного электропривода бумагоделательной машины с упругими механическими связями 677

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Э. К. Ситников. Магнитоуправляемые клавиши с оптимальными механическими характеристиками 681

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- М. К. Дараселия (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. Глonti, Н. С. Бабилодзе. Влияние удобрения на повышение содержания азота в источниках питьевой воды 685
- А. В. Бобровицкий. Особенности распределения кремнекислоты и полуторных окислов в гранулометрических фракциях заболоченных почв Колхидской низменности 689

БОТАНИКА

- * Г. С. Кикава. Основные направления антропогенных смен субальпийских лесов и некоторых высокогорных кустарниковых формаций бассейна р. Арагвы 696

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- * П. П. Наскидашвили, Ц. Ш. Самадашвили. К вопросу изучения генов гибридной карликовости в сортах мягкой пшеницы Грузии 698

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. Ш. Чавчанидзе. К вопросу о гуморальной регуляции эритропоэза у больных острым и хроническим гломерулонефритом 701

БИОХИМИЯ

- М. В. Чичинадзе, В. С. Мишенева, Т. А. Горюхина. Эффект действия винка-алкалоидов и преднизолона на энергетiku асцитных клеток экспериментальных опухолей 705

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Г. С. Каличава, Д. И. Шарвашидзе, Э. А. Имедидзе. Флуоресценция агрегационных форм белка ВТМ 709
- Г. Г. Симонян, А. Б. Долягин, Г. С. Каличава. Суточная ритмичность сигнала ЭПР в опухолевых тканях картофеля 713
- Д. В. Чхеидзе. Результаты испытания фунгицидов против серой гнили винограда в условиях Западной Грузии 717

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Д. Г. Джвებენავა, Л. Е. Гогнашвили. Электронномикроскопическое исследование анальной язвы, леченной гелий-неоновым лазером в эксперименте 721

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Б. М. Заргарян, Г. М. Гигинейшвили, К. Г. Каракозов. К методике фотоэлектрической нистагмографии 725
- Д. Ш. Белиашвили. Развитие опухолей периферической нервной системы у кроликов и крыс при нарушении функции яичников 729

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Д. Г. Джигаури, Л. Т. Челидзе, Б. Д. Карашвили. К палинологической характеристике годердзской свиты 733

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- Л. Ш. Гегечкори. Адекватное соотношение интуитивного и сознательного обучения как основа интенсивного системно-структурного метода обучения языкам 737
- * Б. А. Джорбенадзе. К вопросу идентификации формантов в языке 744
- * К. М. Кублашвили. Еще раз о среднемеретинском говоре 747

ФИЛОЛОГИЯ

- * Н. Б. Киладзе. О соприродности некоторых терминов Ибн Рушда и Иоанна Петрици 751

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Э. П. Джугели, Н. С. Мусеридзе, Н. С. Чачуа. О наукометрическом исследовании журнала «Сообщения Академии наук Грузинской ССР» 753

CONTENTS*

MATHEMATICS

L. V. Revishvili. On the numerical investigation of the estimation of spectral density and function of correlation by the method of regularization	532
Z. N. Vakhanian. On a theorem of the theory of dynamic systems in an Euclidean space	536
G. G. Kemkhadze. On the divergence of spherical partial sums of Fourier-Haar multiple series	538
L. G. Zambakhidze. On spaces continuously mappable onto bicomact or metrical spaces	544
Nguyen Xuan Tuyen. On the cohomology of monoids	548
R. I. Gurielashvili. On Fourier coefficients	552
L. R. Rukhadze. On local homologies and cohomologies over pairs of copresheaves and presheaves	556

CYBERNETICS

L. V. Revishvili. On a method of spectral density estimation in the wide sense of stationary succession	560
G. M. Begalishvili. On the system management with a cascade deviating argument in the case of variable region of regulation	564
N. D. Nanobashvili. On one algorithm data compression of discrete information in a four-letter system coding	568
Z. N. Demurishvili. The design of experiments for general error minimization	572

PHYSICS

M. B. Voskoboynik, R. E. Kazarov, E. R. Kutelia, A. E. Shul'man. The influence of thermal effects on electrophysical parameters of heteroepitaxial silicon layers on sapphire substrates	576
V. N. Kachibaia, L. S. Steinlukht, B. I. Sepashvili, T. B. Gavrilenko. The influence of bismuth on cathode luminescence and stability in the electron irradiation of $YVO_4 \cdot Eu$ luminophors	580
G. V. Gujabidze. Concerning the oblique streamling of a flat plate	584
G. T. Adamashvili. Spin diffusion under magic angle condition and spin-lattice relaxation	588
E. Kh. Khalvashi. The effect of a saturating UHF field on nuclear polarization	592

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

ASTRONOMY

- E. I. Zaitseva. On the luminosity function of stars toward the north galactic pole 595

GEOPHYSICS

- Yu. A. Gongadze, R. V. Danelia, R. G. Injgia. On the calculation of some optical characteristics of the atmosphere 600
- K. Z. Kartvelishvili, V. I. Mirianashvili. Observations of the Earth's surface tilts caused by atmospheric pressure variations 604

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- L. A. Tevzadze, N. I. Pirtskhalava, A. D. Garnovsky. Complex compounds of $Ga(NO_3)_3$ with azomethines 607

ORGANIC CHEMISTRY

- A. I. Kakhniashvili, D. Sh. Ioramashvili, M. D. Nadirashvili, N. K. Artilakva. Interaction of phenols with cyclic (phenylethynyl)-carbinols 612

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, T. G. Andronikashvili, Sh. D. Sabelashvili, Z. I. Koridze. Chromatographic properties of cliroptilolite-containing tuff modified by acid treatment 616
- A. A. Nadiradze, G. G. Gvelesiani, I. S. Omiadze, L. D. Chanturishvili. The Gibbs free energy measurements of europium tungstates — Eu_6WO_{12} 620
- G. D. Bagratishvili, R. B. Janelidze, D. A. Jishiashvili, L. V. Piskankovski, Z. N. Shiolashvili. Physico-chemical properties of thin films of borosilicate glass 624
- I. B. Baratashvili, I. A. Makharadze, V. S. Varazashvili, M. S. Tsarakhov, D. Sh. Tsagareishvili. Standard entropies of MnP and Mn_2P 628

CHEMICAL TECHNOLOGY

- L. D. Melikadze, E. A. Usharauli, G. Sh. Khitiri. Study of the n-paraffin hydrocarbon content of Samgori oil with a view to obtaining animal feed proteins 632
- A. V. Dididze, O. A. Arefyev, T. S. Shakarashvili, N. G. Bekauri. Investigation of saturated hydrocarbons of the C_{11} - C_{13} group in the oil fractions of Norio, Mirzaari and Sartichala 635

PHYSICAL GEOGRAPHY

- D. G. Mumladze. Long-term change of hailstorm in Kakheti 640

GEOCHEMISTRY

- G. D. Supatashvili, N. V. Loria, N. S. Goliadze. The distribution of vanadium in reservoir suspensions and bottom sediments in Georgia 644

STRUCTURAL MECHANICS

- M. G. Mukhadze. On one solution of the problem of thin rod bending on rigid curve 648

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- A. A. Dzidziguri, G. V. Cholikidze, N. Sh. Durmishidze. On the problem of the air flow process during the train movement in underground tunnel-workings 652
- Sh. I. Oniani, S. L. Bolkvadze. On a problem of non-stationary heat conduction of an unbounded three-layered system 656

METALLURGY

- K. A. Oganezov, I. A. Bairamashvili. Quantitative determination of different states of hydrogen in solids by "pulse heating" in inert gas stream 659
- N. N. Khoperia, O. V. Shengelia. Experimental determination of the pressure of saturated vapour of realgar 663

MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. Conditions for the existence of two cranks in a seven-link plane hinged mechanism 668
- T. F. Mchedlishvili. Concerning the synthesis of a nonlinear dynamic system with hydraulic power part 672

HEAT ENGINEERING

- V. I. Gomelauri, T. Sh. Magrakvelidze, S. V. Dvaladze. Experimental investigation of the influence of subcooling on the critical heat flux for forced flow of water past a surface with two-dimensional roughness 675

ELECTROTECHNICS

- V. D. Barishnikov, J. N. Dochviri, S. N. Kulikov. Determination of the parameters of speed regulator and correcting circuits of sectional electric drive of paper machine with elastic ganging 680

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- E. K. Sitnikov. Magneto-controlled keys with optimum mechanical characteristics 684

SOIL SCIENCE

- M. K. Daraselia, T. A. Glonti, N. S. Babilodze. Effect of fertilization on the rise of nitrogen content in sources of drinking water 688
- A. V. Bobrovitski. Distribution of silicic acid and sesquioxides in the granulometric fractions of Kolkheti lowland swamped soils 692

BOTANY

- G. S. Kikava. The main trends in the anthropogenic changes of subalpine forests and some high-mountain shrub formation in the Aragvi river basin 696

GENETICS AND SELECTION

- P. P. Naskidashvili, Ts. Sh. Samadashvili. Towards the study of hybrid dwarfness genes in Georgian soft wheat 699

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. Sh. Chavchanidze. Concerning the humoral control of erythropoiesis in patients with acute and chronic glomerulonephritis 704

BIOCHEMISTRY

- M. V. Chichinadze, V. S. Misheneva, T. A. Goryukhina. The effect of *Vinca* alkaloids and prednisolone on the energetics of the experimental tumours of ascitic cells 708

PHYTOPATHOLOGY

- G. S. Kalichava, D. I. Sharvashidze, E. A. Imedidze. Study of the fluorescence of aggregated forms of TMV protein 711
- G. G. Simonian, A. B. Dolyagin, G. S. Kalichava. Twenty-four-hour fluctuations of EPR signal in potato tumour tissues 715
- J. V. Chkheidze. Results of fungicide testing against gray mould of grapes in western Georgia 719

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- D. G. Jvebenava, L. E. Gogiashvili. Electron microscopic study of the anal ulcer treated by helium-neon laser in the experiment 724

EXPERIMENTAL MEDICINE

- B. M. Zargaryan, G. M. Gigineishvili, K. G. Karakozov. Toward the method of photoelectric nystagmography 728
- D. Sh. Beniashvili. Development of the peripheral nervous system tumours in rabbits and rats with disturbed function of the ovaries 732

PALAEOBIOLOGY

- D. G. Jigauri, L. T. Chelidze, B. D. Karashvili. On the palynological characterization of the Goderdzi suite 736

LINGUISTICS

- L. Sh. Gegechkori. Adequate correlation between intuitive and conscious teaching as the basis of intensive system-structural method of teaching foreign languages 739
- B. A. Jorbenadze. On the Identification of formants in a language 744
- K. M. Kublashvili. Once again on the Middle-Imeretian dialect 748

PHILOLOGY

- N. V. Kiladze. On the homogeneity of the terms used by Ibn Rusld and Ioane Petritsi 751

HISTORY OF SCIENCE

- E. P. Jugeli, N. S. Museridze, N. S. Chachua. Towards the study of the sciencemetric parameters of the "Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR" 756



Л. В. РЕВИШВИЛИ

О ЧИСЛЕННОМ ИССЛЕДОВАНИИ ОЦЕНКИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ И ФУНКЦИИ КОРРЕЛЯЦИИ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 7.12.1976)

Пусть $B(\tau)$ и $f(\lambda)$ — соответственно функция корреляции и спектральная плотность вещественной стационарной последовательности ξ_k , $k \geq 1$, с математическим ожиданием $M\xi_k = 0$; $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ — наблюдаемая реализация ξ_k , $k \geq 1$ процесса, а $B_n(\tau)$, $\tau = 0, 1, 2, \dots, n$ — состоятельная оценка функции $B(\tau)$:

$$B_n(\tau) = \frac{1}{n-\tau} \sum_{k=1}^{n-\tau} \eta_k \eta_{k+\tau}, \quad \tau = 0, 1, \dots, n. \quad (1)$$

$B(\tau)$ как положительно определенная функция определяется формулой

$$B(\tau) = \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) f(\lambda) d\lambda, \quad (2)$$

где $f(\lambda) \geq 0$, $0 \leq \lambda \leq \pi$.

Если вместо $B(\tau)$ в (2) возьмем оценку $B_n(\tau)$, то будем иметь

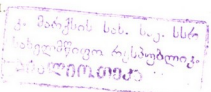
$$\int_0^\pi \cos(\tau\lambda) f(\lambda) d\lambda = B_n(\tau). \quad (3)$$

Относительно $f(\lambda)$ (3) в известных условиях является интегральным уравнением Фредгольма первого ряда. Его решение принадлежит к числу некорректно поставленных задач, так как $B_n(\tau)$ дискретна, а при рассмотрении непрерывной аппроксимации вообще говоря, не является положительно определенной, но при этих условиях уравнение (3) не имеет решения в классе неотрицательных функций [1].

Уравнение (3) решим методом А. Н. Тихонова [2]. В нашем случае сглаживающий функционал будет иметь вид

$$M^\alpha [f(\lambda), B_n(\tau)] = \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) f(\lambda) d\lambda \right]^2 + \\ + \alpha \int_0^\pi [k(\lambda) f'^2(\lambda) + p(\lambda) f^2(\lambda)] d\lambda, \quad (k(\lambda) > 0, \quad p(\lambda) > 0),$$

где α — параметр регуляризации.



22587

Искомая $f^a(\lambda)$ функция, реализующая минимум сглаживающего функционала, определяется уравнением Эйлера для этого же функционала

$$\widehat{L}^a[f] = \alpha \left\{ \frac{d}{d\lambda} \left[k \frac{df}{d\lambda} \right] - pf \right\} - \left\{ \int_0^\pi \overline{K}(\lambda, z) f(z) dz - \overline{b}(\lambda) \right\} = 0,$$

$$f'(0) = f'(b) = 0,$$

где

$$K(\tau\lambda) = \cos(i\lambda), \quad \overline{K}(\lambda, z) = \sum_{i=0}^n \cos(i\lambda) \cos(iz), \quad \overline{b}(\lambda) = \sum_{i=0}^n K(i\lambda) B_n(i).$$

Для численного решения уравнения Эйлера введем разностную схему на

$$(0, \pi) : \lambda_j = 0 + jh - 0,5h \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad \text{и} \quad \tau_j = i, \quad (i=0, 1, 2, \dots, n).$$

Обозначим $f_j = f(\lambda_j)$. Тогда сетчатая функция f^a определяется из системы уравнений

$$\widehat{L}^a[f] = \alpha \left\{ \frac{1}{h^2} [k_j(\widehat{f}_{j+1} - \widehat{f}_j) - k_{j-1}(\widehat{f}_j - \widehat{f}_{j-1})] - p_j \widehat{f}_j \right\} -$$

$$- \left\{ \sum_{l=0}^m \overline{K}_{jl} \widehat{f}_l h - \widehat{b}_j \right\} = 0, \quad \widehat{f}_0 = \widehat{f}_1, \quad \widehat{f}_{m+1} = \widehat{f}_m.$$

$$K_{ij} = \cos(i\lambda_j), \quad \overline{K}_{jl} = \sum_{i=0}^n K_{ij} K_{il} h,$$

$$\widehat{b}_j = \sum_{i=0}^n K_{ij} B_n(i), \quad k_j = k(\lambda_j + 0,5h), \quad p_j = p(\lambda_j).$$

Решение $\widehat{f}^a(\lambda)$ интегрального уравнения (3) методом А. Н. Тихонова вообще не является положительным. Поэтому для нашей задачи возьмем положительную часть решения, а в качестве оценки $B(\tau)$ естественно взять

$$\int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_+(\lambda) d\lambda = B_n^+(\tau), \quad \text{которая будет положительно}$$

определенной, т. е. функцией корреляции.

Оценим среднеквадратичную погрешность

$$D = \sum_{\tau=0}^n [B_n^+(\tau) - B_n(\tau)]^2 = \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_+(\lambda) d\lambda \right]^2 =$$

$$= \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda + \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda - \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_+(\lambda) d\lambda \right]^2 =$$

$$= \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda + \int_0^\pi \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_-(\lambda) d\lambda \right]^2 =$$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda \right]^2 + \sum_{\tau=0}^n \left[\int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_-(\lambda) d\lambda \right]^2 + \\
 &+ 2 \sum_{\tau=0}^n \left\{ \left[B_n(\tau) - \int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda \right] \int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_-(\lambda) d\lambda \right\} \leq \\
 &\leq I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2 \leq 2(I_1 + I_2),
 \end{aligned}$$

где

$$I_1 = \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}(\lambda) d\lambda \right]^2, \quad I_2 = \sum_{\tau=0}^n \left[\int_0^{\pi} \cos(\tau\lambda) \widehat{f}_-(\lambda) d\lambda \right]^2.$$

В каждом конкретном случае, после решения интегрального уравнения (3) можно вычислить численные значения I_1 и I_2 и оценить погрешность полученного решения.

При численном решении этой задачи возникают затруднения в подборе некоторых параметров.

Рассмотрим следующую задачу. Пусть

$$B(\tau) = \sigma^2 e^{-\beta|\tau|}, \quad f(\lambda) = \frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1 - e^{-2\beta}}{1 + e^{-2\beta} - 2e^{-\beta} \cos \lambda}$$

соответственно являются теоретической функцией корреляции и спектральной плотностью вещественного случайного процесса $\xi(t)$ [3]. Выборочные значения x_1, x_2, \dots, x_n получим с помощью соотношений

$$x_1 = \xi_1, \dots, x_{k+1} = r_1 x_k + \sqrt{1 - r_1^2} \xi_{k+1}, \quad k=1, 2, \dots, n,$$

где $r_1 = e^{-\beta}$, а $\xi_k, k=1, 2, \dots, n$ — нормально распределенная независимая случайная последовательность с параметрами $(0, 1)$. Таким путем построенная реализация представляет собой реализацию стационарного вещественного случайного процесса с функцией корреляции $B(\tau)$ и спектральной плотностью $f(\lambda)$. С помощью величин x_1, x_2, \dots, x_n и по формуле (1) получим значения $B_n(0), B_n(1), \dots, B_n(n)$. Подставив эти значения в (3), находим неизвестные значения $f(\lambda)$ вышеизложенным методом А. Н. Тихонова.

Для этой задачи составлена программа на языке ФОРТРАН (для машины GE-130).

В программу вводятся следующие входные данные:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= 1, \quad r_1 = 0,5, \quad a = -3,142, \quad b = 3,142, \quad c = -10,5, \quad d = 10,5, \\
 n &= 15, \quad m = 21, \quad m_1 = 200, \quad k(\lambda) \equiv 1, \quad p(\lambda) \equiv 1.
 \end{aligned}$$

Для решения этого примера понадобилось пять минут машинного времени (время счета).

Квадратичное отклонение функции $B_n(\tau)$ от $B(\tau)$ имеет значение

$$\delta = \|B_n(\tau) - B(\tau)\| = 0,05.$$

Для такого приближения $B_n(\tau)$ получены значения искомой функции $\hat{f}^\alpha(\lambda)$. При многократном применении программы нахождения спектральной плотности были установлены наиболее вероятно допустимые значения α . Параметр регуляризации α первоначально определялся из условия

$$\delta_1 = \|B_n(\tau) - A\hat{f}^\alpha\|.$$

Полученное значение $\alpha=0,01$ было принято в качестве исходного значения. При уменьшении α искомая функция приближалась к истинному значению. δ_1 сначала уменьшается, а затем возрастает, не превышая δ . Но начиная с $\alpha=10^{-4}$, картина заметно ухудшилась, хотя некоторое время δ_1 оставалась меньше δ . Таким образом, как показали вычисления, лучшие результаты были достигнуты при $\alpha=10^{-4}$, $\delta=0,02$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 9.12.1976)

მათემატიკა

ლ. რევიშვილი

რეგულარიზაციის მეთოდით სპექტრალური სიმკვრივისა და
 კორელაციის ფუნქციის შეფასებათა რიცხვითი
 გამოკვლევის შესახებ

რეზიუმე

სპექტრალური სიმკვრივის შეფასების ამოცანა მიიყვანება 1 გვარის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნამდე.

მოცემული ინტეგრალური განტოლება ამოხსნილია ა ტიხონოვის რეგულარიზაციის მეთოდით. შედგენილია პროგრამა ფორტრანის ენაზე GE-130-სათვის. შეფასებულია ცდომილება $\|B_n^*(\tau) - B_n(\tau)\|$. განსაზღვრულია რეგულარიზაციის პარამეტრები α და δ , δ_1 . მოყვანილია საკონტროლო ამოცანა.

MATHEMATICS

L. V. REVISHVILI

ON THE NUMERICAL INVESTIGATION OF THE ESTIMATION OF SPECTRAL DENSITY AND FUNCTION OF CORRELATION BY THE METHOD OF REGULARIZATION

Summary

Estimation of spectral density and function of correlation leads to the solution of an integral equation of the first kind.

Tikhonov's method of regularization is used to solve this integral equation. The programme was compiled in Fortran. The error $\|B_n^*(\tau) - B_n(\tau)\|$ is estimated. The parameters of regularization α , δ and δ_1 are defined. a control example is adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Ревшвили. Сообщения АН ГССР, 85, № 3, 1977.
2. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 151, 3, 1963.
3. Ю. А. Розанов. Стационарные случайные процессы. М., 1963.



З. Н. ВАХАНИЯ

ОБ ОДНОЙ ТЕОРЕМЕ ТЕОРИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
 В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 9.12.1976)

Задана область $U \subset \mathbb{R}^n$ и векторное поле $f: U \rightarrow \mathbb{R}^n$, которое порождает фазовый поток (подгруппу диффеоморфизмов U)

$$\{g\}: \{g\} = \{t \rightarrow g(t, x_0) = g_t(x_0), t \in \mathbb{R}^1, g(0, x_0) = x_0 | x_0 \in U\}.$$

Борелевская мера μ называется инвариантной, если $(\forall t \in \mathbb{R}^1) \forall E \in \mathcal{B}_U \mu(E) = \mu(g_t(E))$; неотрицательная измеримая функция ρ называется интегрально инвариантной, если инвариантна мера с плотностью ρ .

В определенных условиях (см. ниже) существует критерий инвариантности меры с плотностью $\rho \geq 0$:

$$\operatorname{div}(\rho f) = 0. \quad (*)$$

Это — фундаментальная теорема, которая имеет многочисленные следствия (например, теорема Лиувилля или уравнение неразрывности) и широко используется в качественной теории дифференциальных уравнений.

Доказывалась эта теорема в следующих условиях: (a) U — ограничена; (b) $\rho \in L_1(U) \cap C^1(U)$; (c) $f \in C^1(\bar{U})$ (\bar{U} — замыкание U) или (c') $f \in \operatorname{Lip}(U)$ (в случае (c') (*) выполняется почти всюду, см., например, [1]).

Используя теорию меры, здесь мы доказываем более сильную теорему: ограничение (a) отбрасывается, (b) значительно ослабляется, а для f допускаются особенности на границе U и в некоторых внутренних точках.

Кроме того, в условиях (a), (b), (c) предлагаемым методом теорему можно доказать значительно проще и яснее (см. ниже замечание), чем это делалось раньше — оказывается, все существо дела в формуле (**), а для ее доказательства нужно только применить формулу замены переменной и «продифференцировать интеграл по параметру».

Функцию $h: U \rightarrow \mathbb{R}^1$ будет называть почти ограниченной (п. о.), если для любого $\varepsilon > 0$ существует такое открытое множество V из U , что h ограничена на V и $m_n(U \setminus V) < \varepsilon$. П. о. — требование весьма слабое, построить пример не п. о. функции — не очень легко.

¹ В статье используются обозначения: \mathcal{B}_U — класс всех борелевских множеств из U , m_n — мера Лебега в \mathbb{R}^n .

Теорема. Предположим, что $f \in C^1(U')$, где U' — открытое множество полной лебеговой меры в U , а ρ — всюду в U' дифференцируемая функция, производная ρ' которой п. о. Тогда для того, чтобы ρ была интегрально инвариантной, необходимо, а при $\rho \in L_1(U)$ и достаточно выполнение (*) п. в. $[m_n]$.

Из теории дифференциальных уравнений известно, что $\partial g/\partial x_j(t, \cdot)$, ($j=1, \dots, n$) существует и непрерывна в U' , т. е. поток определен почти всюду. Примем его равным нулю в $U \setminus U'$. По определению потока имеем $\partial g/\partial t(t, x) = f(g(t, x))$. Отсюда легко следует, что $\partial g/\partial t \in C^1(\mathbb{R}^1 \times U')$.

При $E \in \mathbf{B}_U$ определим функцию $\varphi_E: \mathbb{R}^1 \rightarrow \mathbb{R}^1$ равенством

$$\varphi_E(t) = \mu(g_t(E)) = \int_{g_t(E)} \rho \, dm_n.$$

Пусть $\varepsilon > 0$ и U_ε — открытое множество из U' , $m_n(U \setminus U_\varepsilon) < \varepsilon$, на котором ρ' ограничена.

Лемма. Для любого компакта K из $g_{-t}(U_\varepsilon)$ имеем

$$\varphi'_K(t) = \int_{g_t(K)} \operatorname{div}(\rho f) \, dm_n. \quad (**)$$

Доказательство. Якобиан $\det g'_t$ в U' не меняет знака.

Поэтому (см., например, [2])

$$\varphi'_K(t) = \pm \int_K \rho(g(t, x)) \cdot \det g'_t(x) \, dm_n(x).$$

После громоздких, но элементарных вычислений получим, что производная подынтегральной функции равна $\det g'_t(x) \cdot \operatorname{div}(\rho f)(g(t, x))$. Далее, $g_t(K) \subset U_\varepsilon$, U_ε открыто и g_t — диффеоморфизм, поэтому $\exists \delta > 0$: $(|t - \tau| < \delta \Rightarrow g_\tau(K) \subset U_\varepsilon)$. Так что, полученная производная ограничена на компакте $[t - \delta, t + \delta] \times K$. Следовательно, законно „дифференцированное под знаком интеграла“ по t (см. [2]) и

$$\varphi'_K(t) = \pm \int_K \det g'_t(x) \cdot \operatorname{div}(\rho f)(g(t, x)) \, dm_n(x) = \int_{g_t(K)} \operatorname{div}(\rho f) \, dm_n.$$

Лемма доказана.

Докажем теперь теорему. Если μ — инвариантна, то: ($\forall E \in \mathbf{B}_U$)

$\varphi'_E = 0$, т. е. $\int_{g_t(E)} \operatorname{div}(\rho f) \, dm_n = 0$, если компакт $K \subset g_{-t}(U_\varepsilon)$. Поэтому

$(\forall E \in \mathbf{B}_U) \int_E \operatorname{div}(\rho f) \, dm_n = 0$. Отсюда $\operatorname{div}(\rho f) = 0$ п. в. в U_ε при любом

$\varepsilon > 0$, а значит и п. в. в U .

Обратно, пусть $\operatorname{div}(\rho f) = 0$ п. в. в U . Тогда для любого компакта K из $g_{-t}(U_\varepsilon)$ $\varphi'_K(t) = 0 \Rightarrow ((\forall t \in \mathbb{R}^1) \mu(K) = \mu(g_t(K)))$, т. е. $(\forall K \subset U_\varepsilon) \mu(K) =$

$=\mu(g_t(K))$. Пусть H — компакт из U' . Покажем, что $\mu(H) = \mu(g_t(H))$. Отсюда¹⁾ будет следовать сохранение μ и для любого $E \in \mathbf{B}_{U'}$, и, следовательно, для любого $E \in \mathbf{B}_U$. Зафиксируем t , $\forall \delta > 0$ и $\forall \eta > 0$. $H = H_1 \cup H_2$, где $H_1 \subset U_\varepsilon$, $H_2 \subset U \setminus U_\varepsilon$ и $g_t(H) = A_1 \cup A_2$, $A_i = g_t(H_i)$, $(i=1, 2)$, $H_1 \cap H_2 = A_1 \cap A_2 = \emptyset$. Далее,

$$m_n(H_2) < \varepsilon \text{ и } m_n(A_2) = \int_{H_2} |\det g'_t| \leq \varepsilon \sup_H |\det g'_t|.$$

Значит, $\exists \varepsilon > 0 : \mu(A_2) < \eta$, так как $\rho \in L_1(U)$ (до сих пор это нигде не использовалось). $A_1 = \bigcup_{j=1}^{\infty} B_j$, $B_i \cap B_j = \emptyset$ и $m_n(B_j) < \infty$. Значит, $\exists K_j \subset B_j : m_n(B_j \setminus K_j) < \delta \cdot 2^{-j}$, где K_j — компакт. Если $F_j = g_{-t}(K_j) \subset U_\varepsilon$, то F_j — компакт, и $\mu(F_j) = \mu(g_t(F_j)) = \mu(K_j)$. Теперь $\bigcup_{j=1}^{\infty} F_j \subset H$, $\mu(g_t(H)) \leq \sum_{j=1}^{\infty} \mu(B_j) + \mu(A_2) \leq \sum_{j=1}^{\infty} (\mu(F_j) + \delta \cdot 2^{-j}) + \eta \leq \mu(H) + \delta + \eta$. Следовательно, $\mu(g_t(H)) \leq \mu(H)$. Отсюда в силу группового свойства потока следует и обратное неравенство. Доказательство окончено.

Замечание. В условиях (a), (b), (c) или (c') (т. е. когда особенностей нет), как легко видеть, доказательство леммы проходит и для любого измеримого множества E из U , вместо компакта K из $g_{-t}(U_\varepsilon)$. А отсюда уже сразу, без дополнительных рассуждений следует и теорема. Кроме того, легко видеть, что если $f, \rho \in C^1(\bar{U})$, то выражение „почти всюду“ в формулировке теоремы автоматически отпадает и получаем известную формулировку.

Как известно, из этой теоремы вытекает и более общая теорема, касающаяся неавтономного случая (векторное поле и плотность меняются во времени). Идея довольно ясна: t «заменяется» на x_{n+1} и «добавляется» уравнение $x'_{n+1} = 1$. Докажем в наших терминах (тем более, что формальное доказательство обычно отсутствует и в известных случаях). Имеем плотность $\rho_t : U \rightarrow \mathbf{R}_+^1$, ($\forall t \in P \in \mathbf{B}_{\mathbf{R}^1}$); $\partial g / \partial t(t, x) = f(g(t, x), t)$; $x \in U$. Рассмотрим $\tilde{U} = U \times P$; $\tilde{x} = (x, x_{n+1})$; $\tilde{f} : \tilde{U} \rightarrow \mathbf{R}^{n+1}$, $\tilde{f}(\tilde{x}) = (f(x), 1)$. Тогда \tilde{f} — автономное поле в $\tilde{U} \subset \mathbf{R}^{n+1}$ и $\partial \tilde{g} / \partial t(t, \tilde{x}) = \tilde{f}(\tilde{g}(t, \tilde{x}))$, где поток \tilde{g} определяется равенством $\tilde{g}(t, \tilde{x}) = (g(t, x), x_{n+1})$. Итак, получили автономную систему в \mathbf{R}^{n+1} , проектированием которой получается исходная система. Суть дела в том, что нужно доказать (это не сложно, но и не очевидно), что $\tilde{\rho} : \tilde{\rho}(\tilde{x}) = \rho_{x_{n+1}}(x)$ интегрально инвариантна относительно потока \tilde{g} тогда и только тогда, когда ρ_t — относительно $\{g\}$ для любого $t \in P$. Из того, что класс множеств, инвариантных относительно фазового потока, есть σ -алгебра, следует, что можем исследовать сохранение меры только из-

¹⁾ В силу теоремы о продолжении меры.

меримых прямоугольников из \tilde{U} , $\tilde{E} = E \times A$. Легко видеть, что $\tilde{g}_t(\tilde{E}) = g_t(E) \times A$. Поэтому (по теореме Фубини)

$$\mu(\tilde{g}_t(\tilde{E})) = \int_{\tilde{g}_t(\tilde{E})} \tilde{\rho} \, dm_{n+1} = \int_A \left(\int_{g_t(E)} \rho_t \, dm_n \right) dm_1(t) = \int_A \mu(g_t(E)) \, dm_1(t).$$

Отсюда и вытекает желаемое.

Значит, критерий интегральной инвариантности в неавтономном случае (в условиях, аналогичных условиям теоремы) имеет вид

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho f_j) = 0.$$

В заключение отметим, что доказательство теоремы содержит некоторый резерв ее усиления. Однако, дальнейшее продвижение возможно лишь за счет заметного осложнения как доказательства, так и формулировки теоремы.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.12.1976)

მათემატიკა

ზ. ვახანიას

ივკლიდეს სივრცეში დინამიური სისტემების თეორიის
ერთი თეორემის უმსახებ

რეზიუმე

ზომის თეორიის მეთოდით გაუმჯობესებულია დინამიური სისტემების ინტეგრალური ინვარიანტის არსებობის თეორემა. გარდა ამისა, შეთავაზებული მეთოდი ცნობილი ფორმულირებისას იძლევა დამტკიცების მნიშვნელოვან გამარტივებას.

MATHEMATICS

Z. N. VAKHANIA

ON A THEOREM OF THE THEORY OF DYNAMIC SYSTEMS
IN AN EUCLIDEAN SPACE

Summary

The theorem about the existence of the integral invariant of dynamic systems is improved using the measure theory method. Besides, the suggested method considerably simplifies the proof for the known formulation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Немыцкий и В. В. Степанов. Качественная теория дифференциальных уравнений. М.—Л., 1949.
2. W. Rudin. Real and Complex Analysis. McGraw-Hill, 1966.



Г. Г. КЕМХАДЗЕ

О РАСХОДИМОСТИ ШАРОВЫХ ЧАСТИЧНЫХ СУММ КРАТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ—ХААРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 30.12.1976)

Пусть задана s -кратная, $s \geq 1$, система Хаара

$$\{\chi_{m_1}(x_1) \chi_{m_2}(x_2), \dots, \chi_{m_s}(x_s)\}_{m_1, m_2, \dots, m_s=1}^{\infty}$$

где χ_{m_i} , $i = 1, 2, \dots, s$ —функции Хаара (определение функций Хаара см. в [1], стр. 57), $(x_1, x_2, \dots, x_s) \in [0, 1]^s$.

Для s -кратных, $s \geq 1$, рядов Фурье—Хаара рассматривают сходимость по Прингсхейму и сходимость шаровых частичных сумм этих рядов. В случае $s=1$ эти сходимости совпадают с обычной сходимостью одномерных рядов.

Хорошо известно (см. [1], стр. 143), что ряд Фурье—Хаара функции из класса $L(0, 1)$ сходится почти всюду на $[0, 1]$.

Однако для s -кратных, $s > 1$, рядов Фурье—Хаара их поведение с точки зрения сходимости по Прингсхейму и сходимости шаровых частичных сумм ухудшается.

Известно (см. [2]) следующее: 1) двойной ряд Фурье—Хаара функции $g \in L \lg L(0, 1; 0, 1)$ сходится по Прингсхейму почти всюду на $[0, 1; 0, 1]$; 2) существует функция $f \in L(0, 1; 0, 1)$, двойной ряд Фурье—Хаара которой расходится по Прингсхейму почти всюду на $[0, 1; 0, 1]$.

В работе [3] нами доказано следующее утверждение: шаровые частичные суммы s -кратного, $s > 1$, ряда Фурье—Хаара функции $f \in L \lg^{s-1} L([0, 1]^s)$ сходятся почти всюду на $[0, 1]^s$.

Это утверждение перестает быть верным для функций из класса $L([0,1]^s)$, так как справедлива следующая теорема.

Теорема. Для сколь угодно малого числа $\varepsilon > 0$ существует функция $f \in L([0,1]^s)$ и множество $E \subset [0,1]^s$, $s > 1$, $\mu E > 1 - \varepsilon$ (μ — мера Лебега), такие, что шаровые частичные суммы s -кратного ряда Фурье—Хаара функции f расходятся на E .

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

(Поступило 30.12.1976)

მათემატიკა

ბ. ჰემხაძე

ფურეი—ჰაარის ჯერადი მრავლობის სფერული კერძო ჯამების
 განშლადობის შესახებ

რეზიუმე

რა გინდ მცირე $\varepsilon > 0$ რიცხვისათვის არსებობს $f \in L([0,1]^s)$ ფუნქცია და სიმრავლე $E \subset [0,1]^s$, $s > 1$, $\mu E > 1 - \varepsilon$ (μ —ლებეგის ზომა), ისეთი, რომ f ფუნქციის ფურეი—ჰაარის მრავლობის სფერული კერძო ჯამები განშლადია E -ზე.

MATHEMATICS

G. G. KEMKHADZE

ON THE DIVERGENCE OF SPHERICAL PARTIAL SUMS OF
 FOURIER-HAAR MULTIPLE SERIES

Summary

For any $\varepsilon > 0$ there exist a function $f \in L([0,1]^s)$ and a set $E \subset [0,1]^s$, $s > 1$, $\mu E > 1 - \varepsilon$ (μ —the Lebesgue measure) such that Fourier-Haar spherical partial sums of f are divergent on E .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Качмаж, Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1958.
2. О. П. Дзагидзе. Сообщения АН ГССР, 34, № 2, 1964.
3. Г. Г. Кемхадзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 55, 1977.



Л. Г. ЗАМБАХИДЗЕ

О ПРОСТРАНСТВАХ, ДОПУСКАЮЩИХ НЕПРЕРЫВНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ НА БИКОМПАКТНЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ПРОСТРАНСТВА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 27.12.1976)

П. 0. В дальнейшем все рассматриваемые пространства предполагаются, по крайней мере, хаусдорфовыми, отображения — непрерывными и «на», а расширения — хаусдорфовыми и бикомпактными. $C^*(X)$ обозначает кольцо всех непрерывных ограниченных вещественных функций, заданных на пространстве X , τ — произвольное кардинальное число, βX — стоун-чеховское расширение пространства X , $E(X)$ — класс всех бикомпактных расширений пространства X , а $|M|$ — мощность множества M . Понятия, определения которых имеются в [1–3], предполагаются известными.

Будем говорить, что пространство X субметризуемо (суббикомпактно), если существует уплотнение пространства X на некоторое метрическое (соответственно, бикомпактное) пространство. Если пространство X уплотняется на не более чем n -мерное, в смысле \dim , метрическое (бикомпактное) пространство, то X будем называть n -субметризуемым (соответственно, n -суббикомпактным).

П. 1. В работе [4], отрицательно отвечая на вопрос, поставленный в [5], мы построили пример нормального 0-суббикомпактного пространства X , для которого $\dim X > 0$, $\text{ind } X > 0$, $\text{Ind } X > 0$ (пространство X имеет $r(X) = 1$; оно принадлежит даже классу K_2 в смысле [6]).

В связи с изложенным представляет интерес следующая

Теорема 1. Пусть X — нормальное пространство, такое, что $\dim X \leq \dim bX$ для каждого $bX \in E(X)$, а $f: X \rightarrow Y$ — уплотнение X на некоторый бикомпакт Y . Тогда $\dim X \leq \text{def}_\beta X + \dim Y$, где $\text{def}_\beta X = \inf \{ \dim \beta (bX \setminus X) : bX \in E(X) \}$.

Следствие. Пусть X — π -бикомпактное 0-суббикомпактное локально вполне паракомпактное нормальное чешуйчатое (см., например, [7]) пространство счетного типа. Тогда $\dim X = \text{Ind } X = \text{ind } X = 0$.

Замечание 1. Можно построить пример, показывающий существенность условия, накладываемого на пространство X в теореме 1.

П. 2. Будем говорить, что пространство X обладает c -разделяющим семейством мощности $\leq \tau$, если существует множество $F \subseteq C^*(X)$, удовлетворяющее следующим условиям: 1) $|F| \leq \tau$; 2) для каждой пары пересекающихся бикомпактов A и B из X , найдется разделяющая их функция $f \in F$, т. е. $f(A) \cap f(B) = \emptyset$.

Имеют место следующие предложения, существенно используемые в дальнейшем.

1. Каждое вполне регулярное пространство веса $\leq \tau$ обладает c -разделяющим семейством мощности $\leq \tau$, где $\tau \geq \aleph_0$.

2. Если пространство X уплотняется на пространство Y , обладающее c -разделяющим семейством мощности $\leq \tau$, то X также обладает c -разделяющим семейством мощности $\leq \tau$, где $\tau \geq \aleph_0$.

3. Если нормальное пространство X субметризуемо и имеет $\dim X \leq n$, то оно n -субметризуемо.

Теорема 2. Если $f: X \rightarrow Y$ — открытое и совершенное отображение вполне регулярного пространства X на пространство Y , то Y также вполне регулярно.

Следствие. Если на вполне регулярном пространстве X непрерывно действует слева бикомпактная группа K , то пространство орбит $Z = X/K$ вполне регулярно.

Замечание 2. Следствие теоремы 2 является положительным ответом на вопрос, поставленный Б. А. Пасынковым (см. [8], стр. 25).

Теорема 3. Открытый и совершенный образ вполне регулярного пространства, уплотняющегося на вполне регулярное пространство веса $\leq \tau$, так же уплотняется на вполне регулярное пространство веса $\leq \tau$, ($\tau \geq \aleph_0$).

Замечание 3. Из теоремы 3 при $\tau = \aleph_0$ получается частичное решение (положительное) одного вопроса, поставленного Г. Мартиним (см. [9], стр. 216). В этом же случае $\tau = \aleph_0$ Y можно считать n -субметризуемым, если Y нормально и $\dim Y \leq n$.

Замечание 4. Пользуясь результатами [10, 11] можно показать существенность условий, накладываемых на отображения в теоремах 2 и 3.

Замечание 5. Теоремы 2 и 3 являются следствиями более общей теоремы, полученной нами, касающейся пространств, обладающих расчлняющими отображения в линейно упорядоченные бикомпакты. Эта теорема в дальнейшем нам не понадобится и поэтому мы ее не приводим.

П. 3. Обозначим через P класс паракомпактных p -пространств, допускающих вполне несвязные отображения в метрические пространства, а через P' — класс всех финально компактных пространств из класса P . Из [12, 13] следует, что $\dim X = \text{Ind } X = \text{ind } X = \Delta X = dX$ (определение ΔX см. в [1], а dX в [14]), если $X \in P'$ и $\dim X = \text{Ind } X = \Delta X = dX$, если $X \in P$.

Имеют место следующие предложения.

1. Пусть $X \in P$ и совершенно нормально. Тогда для каждого $A \subseteq X$ существует такое $H \subseteq X$ типа G_δ в X , что $A \subseteq H$ и $\dim A = \dim H$.

2. Пусть $X \in P$, а A либо замкнутое, либо типа F_σ , либо финально-компактное подпространство пространства X . Тогда существует множество $H \subseteq X$ типа G_δ в X , для которого $A \subseteq H$ и $\dim A = \dim H$. В случае замкнутого A множество H также можно считать замкнутым.

Замечание 6. Используя результаты работы [15] можно показать существенность условий, накладываемых на X и A в вышеприведенных предложениях.

На основании результатов, указанных выше, можно дать аксиоматическую характеристику размерности в классе P' , аналогично тому, как это сделано для метрических пространств в [16].

За неимением места мы не можем привести полную формулировку указанного результата. Этот вопрос подробно будет изложен в другой работе.

Более широким, чем класс P' является класс т. н. совершенно финально-компактных пространств, введенных А. В. Архангельским [17]. Здесь мы дадим отрицательное решение вопроса А. В. Архангельского (см. [17], стр. 28) о сохранении совершенной финальной компактности при непрерывных отображениях.

Пример совершенно финально-компактного пространства, непрерывный образ которого не является совершенно финально-компактным.

Пусть I_1 и I_2 обозначают противоположные стороны единичного квадрата. Введем в множество $X = I_1 \cup I_2$ следующую топологию. Каждую точку $x \in I_2$ объявим изолированной, а для точек $x \in I_1$ окрестности зададим соотношением: $Ox = Vx \cup \{P(Vx) \setminus A\}$, где Vx — окрестность точки x в обычной топологии отрезка I_1 , $P(Vx)$ — проекция множества Vx на I_2 , а A — либо пустое, либо конечное подмножество I_2 . Пусть, далее $X^* = I'_1 \cup I'_2$, где I'_1 и I'_2 — множества, полученные из I_1 (соответственно из I_2), удалением концевых точек, в индуцированной из X топологии. Можно показать, что X^* регулярное, локально бикompактное и финально-компактное пространство. Фактор-пространство Y , полученное склеиванием в одну точку множества I'_1 , является непрерывным образом X^* . Однако Y невозможно совершенно отобразить ни на какое пространство со счетной сетью.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.12.1976)

მათემატიკა

ლ. ზამბახიძე

ბიკომპაქტურ და მეტრიკულ სივრცეებზე უწყვეტად ასახვადი სივრცეების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია სივრცეთა კლასები (კერძოდ, მათში განზომილების ფუნქციების ყოფაქცევა), რომელთა ობიექტები ურთიერთცალსახად და უწყვეტად შეიძლება აისახოს ან ბიკომპაქტურ ან მეტრიკულად სივრცეებზე. მიღებული შედეგები გამოყენება [8, 9, 17] შრომებში დასმული ამოცანების გადასაწყვეტად.

L. G. ZAMBAKHIDZE

ON SPACES CONTINUOUSLY MAPPABLE ONTO BICOMPACT
OR METRICAL SPACES

Summary

The properties (*viz.* dimensional) of spaces, which can be one to one and continuously mapped onto a metrical or bicomcompact space, are studied. The results obtained permit to solve some problems posed in [8, 9, 17].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
2. А. В. Архангельский, В. И. Пономарев. Основа общей топологии в задачах и упражнениях. М., 1974.
3. R. Engelking. Outline of General Topology. Amsterdam, 1968.
4. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 2, 1976.
5. S. V. Nadler, Jr. J. Quinn. H. Reiter. Fund. Math. LXXXIX, № 1, 1975.
6. X. H. Инасаридзе. ДАН СССР, 166, № 5, 1966.
7. Л. Г. Замбахидзе, Б. А. Пасынков. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.
8. Б. А. Пасынков. ДАН СССР, 231, № 1, 1976.
9. H. W. Martin. Pac. J. Math., 61, № 1, 1975.
10. Ю. М. Смирнов. Учен. зам. МГУ, сер. матем., 155, № 5, 1952.
11. M. Henriksen, J. R. Isbell. Duke Math. J., 25, № 1, 1958.
12. М. М. Чобан. ДАН СССР, 228, № 3, 1976.
13. Б. А. Пасынков. УМН, 31, № 5, 1976.
14. А. В. Зарелуа. Матем. сб., 62, № 3, 1962.
15. В. В. Федорчук. Матем. сб., 72, № 1, 1973.
16. S. Sakai. Proc. J. Acad. Sci., 44, 1968.
17. А. В. Архангельский. УМН, 31, № 5, 1976.



УДК 512+519.4

МАТЕМАТИКА

НГУЕН СУАН ТУЕН

О КОГОМОЛОГИЯХ МОНОИДОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.1.1977)

Изучаются контравариантные функторные свойства групп когомологий моноидов. Получены теорема о точности (теорема 1), теорема о перестановочности когомологий с прямой суммой моноидов (теорема 3), представления когомологий моноидов при помощи когомологий относительно свободной котройки в категории моноидов (теорема 2) и при помощи расширений моноидов конечных порядков (теорема 4). Получено вычисление когомологий конечной циклической группы с присоединенным нулем (теорема 5).

Пусть M —моноид и \mathbf{M}_M —категория левых M -модулей. Пусть $\Phi: T \rightarrow M$ —моноидный гомоморфизм. Для любого левого M -модуля A из \mathbf{M}_M рассмотрим множество отображений

$$\text{Der}_\Phi(T, A) = \{f \in \text{Hom}(T, A) \mid f(tt') = \Phi(t)f(t') + f(t)\}.$$

Относительно обычного сложения отображений $\text{Der}_\Phi(T, -)$ является ковариантным точным слева функтором из \mathbf{M}_M в категорию абелевых групп. Обозначим через $R^n \text{Der}_\Phi(T, -)$ n -й правый производный функтор от функтора $\text{Der}_\Phi(T, -)$. Когда $\Phi: M \rightarrow M$ —тождественный гомоморфизм, пишем $\text{Der}(M, -)$ и $R^n \text{Der}(M, -)$ вместо $\text{Der}_\Phi(M, -)$ и $R^n \text{Der}_\Phi(M, -)$ соответственно. Можно проверить, что $R^n \text{Der}(M, -)$ изоморфен $H^{n+1}(M, -)$.

Пусть $\Phi: T \rightarrow M$ —такой сюръективный моноидный гомоморфизм, что его ядро G является подгруппой моноида T , причем для любых $t, t' \in T$, таких, что $\Phi(t) = \Phi(t')$, существует единственный элемент $s \in G$, такой, что $t' = ts$. Пусть G^2 —коммутант группы G . Тогда имеет место

Теорема 1. Для произвольного левого M -модуля A последовательность

$$\begin{aligned} \dots \rightarrow R^n \text{Der}(M, A) \rightarrow R^n \text{Der}_\Phi(T, A) \rightarrow \\ \rightarrow \text{Ext}_M^n(G/G^2, A) \rightarrow R^{n+1} \text{Der}(M, A) \rightarrow \dots \end{aligned}$$

точна.

Пусть Mop —категория моноидов, и F —свободный функтор. Рассмотрим свободную котройку $\mathbf{F} = (F, \varepsilon, \delta)$ в Mop , где $\varepsilon: F \rightarrow 1$ и $\delta: F \rightarrow F^2 [1]$. Пусть M —моноид и A —левый M -модуль. Возьмем скрещенное произведение $Y = A \# M$ и гомоморфизм $p: Y \rightarrow M$, где $p(a, m) = m$. Пусть $\text{Hom}_M(F^{n+1}(M), Y)$ —множество всех таких гомоморфизмов $f: F^{n+1}(M) \rightarrow Y$, что $pf = q^{n+1}$, где $q^{n+1}: F^{n+1}(M) \rightarrow M$ определяется при помощи F и ε .

Имеем коцепной комплекс K абелевых групп $K^n(M) = \text{Hom}_M(F^{n+1}(M), Y)$, $n \geq -1$, с кограничным оператором $d = \sum_i (-1)^i \text{Hom}_M(d_i^n, Y)$, где

$d_i^n = F^i \varepsilon F^{n-i} : F^{n+1} \rightarrow F^n$ при $0 \leq i \leq n$. Пусть $H_M^n(M, Y)$ — n -мерная группа гомологии комплекса K , $\text{Deg}(M, A)$ — абелева группа, состоящая из дифференцирований $f : M \rightarrow A$, где $f(m_1 m_2) = f(m_1) + m_1 f(m_2)$, и $H^{n+1}(M, A)$ — обычная группа когомологий левого M -модуля A .

Теорема 2. *Существует естественный изоморфизм*

$$H_M^n(M, Y) \simeq \begin{cases} \text{Deg}(M, A), & n = 0, \\ H^{n+1}(M, A), & n > 0. \end{cases}$$

Теорема 3. *Пусть $M = *_{i \in I} M_i$ — свободное произведение моноидов M_i и пусть A — левый M -модуль. Тогда имеет место изоморфизм*

$$H^n(M, A) \simeq \prod_i H^n(M_i, A), \quad n > 1.$$

Рассмотрим теперь расширения моноидов высших порядков. Для $n > 1$ расширением n -го порядка моноида M при помощи левого M -модуля A называется точная последовательность вида

$$0 \rightarrow A \xrightarrow{\varphi_1} X_1 \xrightarrow{\varphi_2} X_2 \rightarrow \dots \rightarrow X_{n-1} \xrightarrow{\gamma} T \xrightarrow{\Phi} M \rightarrow e,$$

где X_1, X_2, \dots, X_{n-1} — левые M -модули, $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{n-1}$ — M -модульные гомоморфизмы, Φ — такой сюръективный моноидный гомоморфизм, что для $t, t' \in T$, если $\Phi(t) = \Phi(t')$, то существует единственный элемент $a \in \text{Ker } \Phi$, такой, что $t' = at$, и γ — такой гомоморфизм, что для любого $t \in T$ и любого $\gamma(x_{n-1}) \in \gamma(X_{n-1})$ имеем $t\gamma(x_{n-1}) = \gamma[\Phi(t)x_{n-1}]t$. Случай $n=1$ был рассмотрен в [2], а также в [3, 4], а для групп — в [5, 6].

Определение эквивалентности расширений n -го порядка моноида аналогично определению для групп в [6].

Множество классов эквивалентных расширений n -го порядка моноида M при помощи левого M -модуля A обозначим через $E^n(M, A)$. Можно ввести в множество $E^n(M, A)$ баровскую операцию. Стносительно введенной операции множество $E^n(M, A)$ является абелевой группой.

Для каждой точной последовательности левых M -модулей

$$0 \rightarrow A' \xrightarrow{\alpha} A \xrightarrow{\beta} A'' \rightarrow 0$$

имеется естественный связывающий гомоморфизм

$$\delta^n : E^n(M, A'') \rightarrow E^{n+1}(M, A')$$

при $n \geq 1$, определенный формулой $\delta^n[E] = [E']$, где

$$E : 0 \rightarrow A'' \xrightarrow{\varphi_1} X_1 \xrightarrow{\varphi_2} \dots \rightarrow X_{n-1} \xrightarrow{\gamma} T \xrightarrow{\Phi} M \rightarrow e,$$

$$E' : 0 \rightarrow A' \xrightarrow{\alpha} A \xrightarrow{\varphi_1 \beta} X_1 \xrightarrow{\varphi_2} \dots \rightarrow X_{n-1} \xrightarrow{\gamma} T \xrightarrow{\Phi} M \rightarrow e,$$

причем для любой коммутативной диаграммы левых M -модулей с точными строками

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & \longrightarrow & A' & \xrightarrow{\alpha} & A & \xrightarrow{\beta} & A'' \longrightarrow 0 \\ & & \downarrow f' & & \downarrow f & & \downarrow f'' \\ 0 & \longrightarrow & B' & \longrightarrow & B & \longrightarrow & B'' \longrightarrow 0 \end{array}$$

диаграмма

$$\begin{array}{ccc} & \delta^n & \\ E^n(M, A'') & \longrightarrow & E^{n+1}(M, A') \\ E^n(M, f'') \downarrow & & \downarrow E^{n+1}(M, f') \\ E^n(M, B'') & \xrightarrow{\delta_1^n} & E^{n+1}(M, B') \end{array}$$

коммутативна.

Теорема 4. *Имеем естественный изоморфизм между связанной последовательностью функторов $\{E^n(M, -), \delta^n\}$ и связанной последовательностью функторов $\{H^{n+1}(M, -), \bar{\delta}^{n+1}\}$.*

Для групп теоремы 1, 2, 3, 4 были получены в [5, 1, 7, 6] соответственно.

Наконец, вычислим когомологию конечной циклической группы с присоединенным нулем. Пусть $M = Z_n(t) \cup t_0$, где $t_0 t = t t_0 = t_0$ и

$$t_2 t_0 = t_0. \text{ Положим } \Gamma = Z(M), N^* = \sum_{i=0}^{n-1} t^i - n t_0, T^* = t - 1 + t_0 \text{ и } \varepsilon: \Gamma \rightarrow Z,$$

где $\varepsilon(t) = 1$ и $\varepsilon(t_0) = 0$. Тогда отображения N^* и T^* являются M -модульными гомоморфизмами, а ε — кольцевым гомоморфизмом.

Имеем точную последовательность

$$\dots \longrightarrow \Gamma \xrightarrow{T^*} \Gamma \xrightarrow{N^*} \Gamma \xrightarrow{T^*} \Gamma \xrightarrow{\varepsilon} Z \longrightarrow 0. \quad (1)$$

Пусть A — левый M -модуль и пусть $\varphi: M \rightarrow \text{End } A$ — соответственный гомоморфизм моноида M в моноид эндоморфизмов группы A . Тогда $\varphi(t)$ — автоморфизм, $\varphi(t_0)$ — некоторый эндоморфизм группы A , а группа A^M является прямым слагаемым группы A .

Для произвольного левого M -модуля A последовательность (1) индуцирует коцепной комплекс

$$0 \longrightarrow A^M \xrightarrow{\bar{\varepsilon}} A \xrightarrow{\bar{T}^*} A \xrightarrow{\bar{N}^*} A \xrightarrow{\bar{T}^*} A \longrightarrow \dots$$

Отсюда следует, что имеется

Теорема 5.

$$H^0(M, A) = A^M,$$

$$H^{2k}(M, A) = [a \mid \bar{T}^* a = 0] / \bar{N}^* A, \quad k > 0,$$

$$H^{2k+1}(M, A) = [a \mid \bar{N}^* a = 0] / \bar{T}^* A, \quad k \geq 0.$$

Из этой теоремы следует, во-первых, что, если M действует тривиально на A , то $H^0(M, A) = A$ и $H^q(M, A) = 0$ для $q > 0$, и, во-вторых, если $\varphi(t_0)$ — тривиальный гомоморфизм, то $H^q(M, A) = H^q(Z_n, A)$. Ясно, что существует такой гомоморфизм φ , когда $\varphi(t_0)$ не является ни тождественным, ни тривиальным эндоморфизмом группы A .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.1.1977)

მათემატიკა

მათემატიკის მეცნიერებათა

მონოიდების კოჰომოლოგიის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია მონოიდების კოჰომოლოგიის კონტრავარიანტული ფუნქტორული თვისებები. მიღებულია შემდეგი თეორემები: თეორემა სიზუსტის შესახებ (თეორემა 1), თეორემა მონოიდთა პირდაპირი ჯამის კოჰომოლოგიის შესახებ (თეორემა 3), მონოიდთა კოჰომოლოგიის წარმოდგენები მონოიდების კატეგორიაში თავისუფალი კოსამეულის მიმართ კოჰომოლოგიის საშუალებით (თეორემა 2) და მონოიდების სასრული რიგის გაფართოებების საშუალებით (თეორემა 4).

გამოთვლილია კოჰომოლოგიები სასრული ციკლური ჯგუფისა მიერთებული ნულით (თეორემა 5).

MATHEMATICS

NGUYEN XUAN TUYEN

ON THE COHOMOLOGY OF MONOIDS

Summary

Contravariant functor properties of the cohomology of monoids are investigated. The following theorems are obtained: *a/* theorem on exactness (Theorem 1), *b/* theorem on the cohomology of the direct sum of monoids (Theorem 3), *c/* representations of the cohomology of monoids by the cohomology of the free cotriple in the category of monoids (Theorem 2) and with the help of extensions of monoids of finite orders (Theorem 4). The cohomology of a finite cyclic group with zero is calculated (Theorem 5).

ლიტერატურა -- ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. M. Barr, J. Beck. Acyclic Models and Triples, Proc. Conf. on Categorical Algebra, Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1966, 336—343.
2. Нгуен Суан Туен. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
3. X. Н. Инасаридзе. Сообщения АН ГССР, 33, № 2, 1964, 263—269.
4. Нгуен Суан Туен. Сообщения АН ГССР, 83, № 1, 1976.
5. M. Barr, G. S. Rinehart. Trans. Am. Soc., 122, 1966, 416—426.
6. X. Н. Инасаридзе. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, 48, 1975.
7. K. W. Gruenberg. Cohomological Topics in Group Theory, Springer Lecture Notes, № 143, 1970.



Р. И. ГУРИЕЛАШВИЛИ

О КОЭФФИЦИЕНТАХ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 20.12.1976)

Пусть $c_n(f)$ — n -ый коэффициент Фурье 2π -периодической интегрируемой функции f

$$c_n(f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x) e^{-inx} dx, \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Известно, что интегрируемость функции $|f|^2$ гарантирует сходимость ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2. \tag{1}$$

Можно ли утверждать больше, чем сходимость ряда (1), если функция f принадлежит более узкому интегральному классу функций, чем L^2 ? Этому вопросу посвящено много работ, в которых по разному понимается требование «больше, чем сходимость ряда (1)» и всегда дается отрицательный ответ (см., например, [1], стр. 311).

Предлагаемые нами теоремы относятся к этому кругу вопросов и показывают, что никакие условия, налагаемые на модуль функции f (предполагая, что $f \neq 0$), а также на ее функцию распределения

$$t \rightarrow \mu(x : f(x) > t), \quad t \in (-\infty, \infty)$$

(в предположении, что $f \neq \text{const}$, μ — мера Лебега), не достаточны для сходимости ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n, \tag{2}$$

где $\{\lambda_n\}$ — последовательность неотрицательных чисел, удовлетворяющих условию $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$.

Теорема 1. Для любой функции $f, f \neq 0$, множества $G, G \subset \{x : f(x) \neq 0\}$, $\mu G > 0$ и любой неотрицательной последовательности чисел $\{\lambda_n\}$, удовлетворяющей условию $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$, существует такая функция g , что

$$\begin{aligned} |f(x)| &= |g(x)|, \quad x \in [0, 2\pi). \\ (x : f(x) \neq g(x)) &\subset G \end{aligned}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^2 \lambda_n = \infty.$$

Теорема 2. Для любой функции f , $f \neq \text{const}$, любой последовательности неотрицательных чисел $\{\lambda_n\}$, удовлетворяющей условию $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$ и любого $\varepsilon > 0$ существует такое сохраняющее меру и обратимое преобразование η интервала $[0, 2\pi)$, что $\mu(x: \eta(x) \neq x) < \varepsilon$ и

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f \circ \eta)|^2 \lambda_n = \infty.$$

Пусть f — дифференцируемая функция. Ясно, что, накладывая условия на f' , можно достичь сходимости ряда (2). Однако, как показывает следующая теорема, одна лишь дифференцируемость функции f не гарантирует сходимости ряда (2).

Теорема 3. Для любой последовательности неотрицательных чисел $\{\lambda_n\}$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$ и любого интервала $\Delta \subset [0, 2\pi)$ существует такая всюду дифференцируемая функция f , что f' непрерывна всюду, кроме, быть может, одной точки, $(x: f(x) \neq 0) \subset \Delta$ и

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n = \infty.$$

Как следствие, из теоремы 1 получается следующая

Теорема 4. Пусть $p > 2$ и λ_n , $n=1, 2, \dots$, такая последовательность чисел, что

$$\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n^{-\frac{2}{p-2}} < \infty. \quad (3)$$

Тогда, для любой функции f , $f \neq 0$, и множества G , $G \subset (x: f(x) \neq 0)$, $\mu G > 0$ существует такая функция g , что

$$|f(x)| = |g(x)|, \quad x \in [0, 2\pi),$$

$$(x: f(x) \neq g(x)) \subset G,$$

и

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^p \lambda_n = \infty.$$

Доказательство. Так как ряд (3) сходится, то (см., например, [1], стр. 906) существует такая последовательность чисел β_n , $n=1, 2, 3, \dots$, что $\beta_n \uparrow \infty$ и

$$\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n^{-\frac{2}{p-2}} \beta_n^{\frac{p}{p-2}} < \infty. \quad (4)$$

В силу теоремы 1 существует такая функция g , что $|f(x)| = |g(x)|$, $x \in [0, 2\pi)$, $(x: f(x) \neq g(x)) \subset G$ и

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^2 \beta_n = \infty.$$

Применяя неравенство Гельдера, получаем

$$\begin{aligned} \infty &= \sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^2 \beta_n = \sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^2 \lambda_n^{\frac{2}{p}} \beta_n \lambda_n^{-\frac{2}{p}} \leq \\ &\leq \left(\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^p \lambda_n \right)^{\frac{2}{p}} \left(\sum_{n=1}^{\infty} \beta_n^{\frac{p}{p-2}} \lambda_n^{-\frac{2}{p-2}} \right)^{\frac{p-2}{p}}. \end{aligned}$$

Отсюда и из (4) следует, что

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(g)|^p \lambda_n = \infty.$$

Теорема 4 доказана.

Аналогично с помощью теорем 2 и 3 доказываются следующие теоремы.

Теорема 5. Пусть $p > 2$ и последовательность чисел $\lambda_n, n=1, 2, 3, \dots$ удовлетворяет условию (3). Тогда для любой функции $f, f \neq \text{const}$ и любого числа $\varepsilon > 0$ существует такое сохраняющее меру и обратимое преобразование η интервала $[0, 2\pi)$, что $\mu(x: \eta(x) \neq x) < \varepsilon$ и

$$\sum |c_n(f \circ \eta)|^p \lambda_n = \infty.$$

Теорема 6. Пусть $p > 2$ и последовательность чисел $\lambda_n, n=1, 2, \dots$ удовлетворяет условию (3). Тогда для любого интервала $\Delta \subset [0, 2\pi)$ существует такая всюду дифференцируемая функция f , что f' непрерывна всюду, кроме, быть может, одной точки, $(x: f(x) \neq 0) \subset \Delta$ и

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^p \lambda_n = \infty.$$

Пусть $p \geq 2$ и последовательность чисел $\lambda_n, n=1, 2, \dots$ такова, что сходимость ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^p \lambda_n$$

влечет безусловную сходимость ряда Фурье функции f . Тогда теорема 2 и, следовательно, теорема 5 легко следует из теоремы 1 работы [2] (см. [2], стр. 24); а теорема 1 и, следовательно, теорема 4 — из теоремы 1 работы [3].

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

(Поступило 23.12.1976)

რ. ბურილაშვილი

ფურიეს კოეფიციენტთა შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ვთქვათ არაუარყოფით რიცხვთა მიმდევრობა $\{\lambda_n\}$ ისეთია, რომ $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$.

მაშინ

1. არსებობს ისეთი წარმოებადი ფუნქცია f , რომ f' უწყვეტია ყველგან, გარდა, შესაძლებელია, ერთი წერტილისა და

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n = \infty.$$

2. არ არსებობს პირობა f ფუნქციის მოდულზე ($f \neq 0$) ან მის განაწილების ფუნქციაზე $t \rightarrow \mu(x : f(x) > t)$, $-\infty < t < \infty$ ($f \neq \text{const}$), რომელიც უზრუნველყოფს, მწკრივის

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n$$

კრებადობას.

MATHEMATICS

R. I. GURIELASHVILI

ON FOURIER COEFFICIENTS

Summary

Let $\{\lambda_n\}$ be a sequence of non-negative real numbers such that $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n = \infty$. Then

1. There exists an everywhere differentiable function f with f' continuous everywhere, with the possible exception of one point, and

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n = \infty.$$

2. there exists no condition on $|f|$, ($f \neq 0$) or the distribution function $t \rightarrow \mu(x : f(x) > t)$, $-\infty < t < \infty$, of f ($f \neq \text{const}$) providing convergence of the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f)|^2 \lambda_n.$$

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Барн. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
3. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 62, № 1, 1971.



Л. Р. РУХАДЗЕ

О ЛОКАЛЬНЫХ ГОМОЛОГИЯХ И КОГОМОЛОГИЯХ НАД ПАРОЙ КОПРЕДПУЧКОВ И ПРЕДПУЧКОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.11.1976)

Как известно, локальные когомологии и гомологии топологического пространства, находящиеся в двойственном отношении, требуются в различных областях топологии, например, в теории обобщенных многообразий [1]. Здесь вводится одна такая пара локальных гомологий и когомологий с коэффициентами в копредпучках и предпучках соответственно, обобщающая некоторые предшествующие построения.

Пусть даны топологическое пространство X , направленное по убыванию множество $\{U_\lambda\}$ всех окрестностей U_λ произвольно заданной точки $x \in X$, направленное по возрастанию множество $\{F_\alpha\}$ всех компактных подмножеств F_α пространства X . Для каждого компакта F_α рассмотрим направленное по вписанности множество $\{U_\alpha\}$ всех открытых покрытий U_α компакта F_α , индексированных точками компакта F_α [2]. Для каждого покрытия U_α компакта F_α рассмотрим виекторисиян K_α покрытия U_α . Множество тех симплексов комплекса K_α , вершины которых принадлежат множеству $F_\alpha - U_\lambda$, представляет собой подкомплекс L_α комплекса K_α . Рассмотрим направленную по возрастанию систему $\{K_{\alpha\alpha}\}$ всех локально-конечных подкомплексов $K_{\alpha\alpha}$ комплекса K_α и систему $\{K_{\alpha\alpha}, L_{\alpha\alpha}\}$ соответствующих пар $(K_{\alpha\alpha}, L_{\alpha\alpha})$, где $L_{\alpha\alpha} = K_{\alpha\alpha} \cap L_\alpha$ для каждого α .

Пусть даны два предпучка A и A' с базой X [3, 4], таких, что для любого открытого множества $u \subset X$ группа $A'(u)$ является подгруппой группы $A(u)$, а гомоморфизмы предпучка A' индуцированы гомоморфизмами предпучка A .

Коцепь размерности r над парой предпучков (A, A') определим как функцию \hat{f}^r , сопоставляющую каждому симплексу t^r , $t^r \in K_{\alpha\alpha}$ элемент из группы A ($|t^r|$) так, чтобы почти для всех t^r эти элементы лежали в подгруппах $A'(|t^r|)$. Здесь $|t^r|$ обозначает носитель симплекса t^r [2]. Группу всех таких коцепей обозначим через $C^r(K_{\alpha\alpha}; A, A')$. Таким образом,

$$C^r(K_{\alpha\alpha}; A, A') = \sum_{\dim t=r} (A(|t|), A'(|t|)).$$

Из группы $C^r(K_{\alpha\alpha}; A, A')$ выде-

ляется подгруппа, состоящая из всех тех коциклов \hat{f}^r , значения которых на симплексах t^r подкомплекса $L_{\alpha\alpha}$ равны нулю. Обозначим ее через $C^r(K_{\alpha\alpha} L_{\alpha\alpha}; A, A')$. Оператор $\delta: C^r(K_{\alpha\alpha}; A, A') \rightarrow C^{r+1}(K_{\alpha\alpha}; A, A')$ определим следующим образом:

$$\delta \hat{f}^r = \sum_j \left(\sum_i \varrho_{t_j^{r+1}}^{t_i^r} x_j^i [t_i^r: t_j^{r+1}] \right) t_j^{r+1},$$

где

$\rho_{t_j^{i-1}}^{t_i^i} : (A(|t_i^i|), A'(|t_i^i|)) \rightarrow (A(|t_j^{i+1}|), A'(|t_j^{i+1}|))$ для каждого i и j . Таким образом, имеем коцепный комплекс $C(K_{aa}, L_{aa}) = \{C_r(K_{aa}, L_{aa}), \delta\}$. Его группу когомологии обозначим через $H^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A')$.

r -Мерной локальной группой когомологии топологического пространства X в точке x над парой предпучков (A, A') назовем группу

$$\begin{aligned} H^r(X, x; A, A') &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{H^r(F_a, F_a - U_\lambda; A, A'), \pi_{\lambda b}^{a\alpha}\} = \\ &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{ \lim_{\rightarrow a} \{H^r(K_a, L_a; A, A'), \pi_\beta^a\}, \pi_{\lambda a}^{\mu b}\} = \\ &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{ \lim_{\rightarrow a} \{ \lim_{\leftarrow a} \{H^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A'), \pi_a^b\}, \pi_\beta^a\}, \pi_{\lambda a}^{\mu b}\}, \\ & \quad a < b, \quad \alpha < \beta, \quad \lambda a < \mu b (=) \lambda < \mu, \quad a < b, \end{aligned}$$

где $\pi_a^b, \pi_\beta^a, \pi_{\lambda a}^{\mu b}$ являются гомоморфизмами высежения соответствующих групп определенными вложениями $(K_{aa}, L_{aa}) \subset (K_{ab}, L_{ab}), (K_\beta, L_\beta) \subset (K_a, L_a), (F_a, F_a - U_\lambda) \subset (F_b, F_b - U_\mu)$, соответственно.

Пусть теперь даны два копредпучка B и B' с базой X [4], таких, что для любого открытого множества $u \subset X$ группа $B'(u)$ является подгруппой группы $B(u)$, а гомоморфизмы копредпучка B' индуцированы гомоморфизмами копредпучка B .

Цель f_r размерности r комплекса K_{aa} над парой копредпучков (B, B') есть, по определению, функция, ставящая в соответствие r -мерным симплексам t^r комплекса K_{aa} значения из группы $B(|t^r|)$ с условием, что почти все такие значения принадлежат соответствующим подгруппам $B'(|t^r|)$. Следовательно, r -мерная группа цепей комплекса K_{aa} над парой копредпучков (B, B') будет $C_r(K_{aa}; B, B') = \sum_{\dim t=r} (B(|t|), B'(|t|))$. Фактор-группу

$C_r(K_{aa}; B, B') / C_r(L_{aa}; B, B')$ обозначим через $C_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B')$. Оператор $\delta : C_r(K_{aa}; B, B') \rightarrow C_{r-1}(K_{aa}; B, B')$ определим следующим образом: $\delta f_r = \sum_j \left(\sum_i \rho_{t_j^{i-1}}^{t_i^i} x_j^i [t_i^i : t_j^{i-1}] \right) t_j^{i-1}$, где $\rho_{t_j^{i-1}}^{t_i^i} : (A(|t_i^i|), A'(|t_i^i|)) \rightarrow (A(|t_j^{i-1}|), A'(|t_j^{i-1}|))$ для каждого i и j . Таким образом, имеем цепной комплекс $C_*(K_{aa}, L_{aa}) = \{C_r(K_{aa}, L_{aa}), \delta\}$. Его группу гомологии обозначим через $H_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B')$.

r -Мерной локальной группой гомологии топологического пространства X в точке x над парой копредпучков (B, B') назовем группу

$$\begin{aligned} H_r(X, x; B, B') &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{H_r(F_a, F_a - U_\lambda; B, B'), Q_{\lambda b}^{a\alpha}\} = \\ &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{ \lim_{\rightarrow a} \{H_r(K_a, L_a; B, B'), Q_\beta^a\}, Q_{\lambda a}^{\mu b}\} = \\ &= \lim_{\leftarrow \lambda a} \{ \lim_{\rightarrow a} \{ \lim_{\leftarrow a} \{H_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B'), Q_a^\beta\}, Q_\beta^a\}, Q_{\lambda a}^{\mu b}\}, \end{aligned}$$

$$a < b, \quad \alpha < \beta, \quad \lambda a < \mu b \Leftrightarrow \lambda < \mu, \quad a < b,$$

где $Q_a^a, Q_a^b, Q_{\mu b}^{\lambda a}$ являются гомоморфизмами вложения соответствующих групп, определенными вложениями $(K_{aa}, L_{aa}) \subset (K_{ab}, L_{ab}), (K_\beta, L_\beta) \subset (K_\alpha, L_\alpha), (F_a, F_a - U_\lambda) \subset (F_b, F_b - U_\mu)$, соответственно. Пределы понимаются в смысле [5 - 7].

Теорема. Если пары предпучков (A, A') и копредпучков (B, B') сопряжены, то r -мерная локальная группа гомологии топологического пространства X в точке x над парой копредпучков (B, B') и r -мерная локальная группа когомологии X в точке x над парой предпучков (A, A') двойственны между собой.

Схема доказательства следующая. Так как пары предпучков (A, A') и копредпучков (B, B') с отмеченными подгруппами $A'(u) \subset A(u), B'(u) \subset B(u)$, где $A = \{A(u)\}, A' = \{A'(u)\}, B = \{B(u)\}, B' = \{B'(u)\}$, сопряжены, то для каждого симплекса t пары $(A(u), A'(u))$ и $(B(u), B'(u))$ являются сопряженными парами групп. Пользуясь сопряженностью пар $(A(|t|), A'(|t|))$ и $(B(|t|), B'(|t|))$ для каждого симплекса t определим произведение групп $C_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B')$ и $C^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A')$ следующим образом: будем считать произведением $(f_r \cdot f^r)$, цепи $f_r = \sum_i b_i t_i^r$ на коцепь $f^r =$

$$= \sum_i a_i t_i^r, \text{ сумму } \sum_i a_i b_i.$$

При сопряженных парах копредпучков и предпучков группы $C_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B')$ и $C^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A')$ двойственны между собой относительно вышеопределенного скалярного произведения, т. е.

$$C_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B') | C^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A'). \quad (1)$$

Доказывается, что имеет место равенство

$$(\partial f_r \cdot f^{r-1}) = (f_r \cdot \delta f^{r-1}), \quad f_r \in C^r(K_{aa}, L_{aa}; B, B'), \quad f^{r-1} \in C^{r-1}(K_{aa}, L_{aa}; A, A'). \quad (2)$$

Из (1), (2) следует двойственность

$$H_r(K_{aa}, L_{aa}; B, B') | H^r(K_{aa}, L_{aa}; A, A'). \quad (3)$$

В свою очередь двойственность (3) и сопряженность гомоморфизмов π_a^b и Q_b^a доказывает двойственность

$$H^r(K_\alpha, L_\alpha; B, B') | H^r(K_\alpha, L_\alpha; A, A'). \quad (4)$$

Из (4) и из сопряженности гомоморфизмов π_β^a, Q_a^β следует двойственность

$$H_r(F_\alpha, F_\alpha - U_\lambda; B, B') | H^r(F_\alpha, F_\alpha - U_\lambda; A, A'). \quad (5)$$

Наконец, двойственность (5) и сопряженность гомоморфизмов $\pi_{\lambda a}^{\mu b}$ и $Q_{\mu b}^{\lambda a}$ доказывает двойственность

$$H_r(X, x; B, B') | H^r(X, x; A, A'). \quad (6)$$

В случае, когда пары предпучков (A, A') и копредпучков (B, B') постоянны, то двойственность (6) дает двойственность локальных групп

гомологии и когомологии над парой групп коэффициентов [6]. Если же, кроме того, $B'=0$ и $A'=A$, то двойственность (6) дает двойственность локальных групп гомологии и когомологии над группой коэффициентов [7].

Тбилисский государственный
 педагогический институт
 им. А. С. Пушкина

(Поступило 23.12.1976)

მათემატიკა

ლ. რუხადე

კოწინაკონებისა და წინაკონების წყვილების მიმართ ალბერტ
 ლოკალურ ჰომოლოგიათა და კოკომოლოგიათა შესახებ

რეზიუმე

აგებულია ტოპოლოგიური სივრცის ლოკალური ჰომოლოგიები და კოკომოლოგიები კოწინაკონებისა და, შესაბამისად, წინაკონების წყვილების მიმართ. ისინი ორადღულ მიმართებაში იმყოფებიან შეუღლებული წყვილებისათვის და ადრინდელ აგებებს აზოგადებენ.

MATHEMATICS

L. R. RUKHADZE

ON LOCAL HOMOLOGIES AND COHOMOLOGIES OVER PAIRS OF COPRESHEAVES AND PRESHEAVES

Summary

Local homologies and cohomologies of topological space over pairs of copresheaves and presheaves are defined respectively. The introduced objects generalize some earlier constructions and are dual for the conjugate pairs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Г. Скляренок. Изв. АН СССР, т. 35, № 4, 1971.
2. Г. Д. Беришвили. Сообщения АН ГССР, XLI:1, 1965.
3. Р. Годеман. Алгебраическая топология и теория пучков. М., 1961.
4. R. Deheuvels. Bull. Soc. Math. France, 90, № 2, 1962.
5. G. Chogoshvili. Proc. Symp., Prague, 1961.
6. Д. О. Баладзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 2, 1972.
7. Л. Р. Рухадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1956.



Л. В. РЕВИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ
 В ШИРОКОМ СМЫСЛЕ СТАЦИОНАРНОЙ
 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 27.10.1976)

Пусть $B(\tau)$, $f(\lambda)$ и $B_n(\tau)$, соответственно, — функция корреляции, спектральная плотность и состоятельная оценка функции корреляции вещественной в широком смысле стационарной последовательности. Класс положительно определенных функций $B(\tau)$ описывается в силу теоремы Хинчина—Брохнера следующим представлением:

$$B(\tau) = \int_0^{\pi} \cos(\tau \lambda) f(\lambda) d\lambda, \quad (1)$$

где

$$f(\lambda) \geq 0, \quad 0 \leq \lambda \leq \pi.$$

Если вместо $B(\tau)$ в (1) возьмем оценку $B_n(\tau)$, то будем иметь

$$\int_0^{\pi} \cos(\tau \lambda) f(\lambda) d\lambda = B_n(\tau). \quad (2)$$

Относительно $f(\lambda)$ в известных условиях (2) является интегральным уравнением Фредгольма первого рода. Его решение принадлежит к числу некорректно поставленных задач, так как $B_n(\tau)$ дискретна относительно τ , а ее произвольная непрерывная аппроксимация может не являться положительно определенной.

Метод решения некорректных задач разработан А. Н. Тихоновым [1]. Согласно этому методу надо найти такую функцию $f_n(\lambda)$, которая минимизирует сглаживающий функционал вида

$$M^{\alpha} [f(\lambda), B_n(\tau)] = \sum_{\tau=0}^n \left[B_n(\tau) - \int_0^{\pi} \cos(\tau \lambda) f(\lambda) d\lambda \right]^2 + \\
 + \alpha \int_0^{\pi} [k(\lambda) f'^2(\lambda) + p(\lambda) f^2(\lambda)] d\lambda, \quad (k(\lambda) > 0, p(\lambda) > 0).$$

Имеет место следующая теорема [2], каково бы ни было $\varepsilon > 0$, для любой функции $\alpha_0(\delta)$, такой, что $\alpha_0(\delta) \rightarrow 0$, при $\delta \rightarrow 0$ и $\alpha_0(\delta) \geq q_0 \delta^2$, су-

существует такая δ_0 , что любой элемент $f_n^\alpha(\lambda)$, реализующий минимум сглаживающего функционала, удовлетворяет условию

$$\max_{0 < \lambda < \pi} |f_n^\alpha(\lambda) - f_n(\lambda)| \leq \frac{\varepsilon}{2} \text{ при } \delta \leq \delta_0,$$

если

$$q_0 \delta^2 \leq \alpha \leq \alpha_0(\delta) \text{ и } \sum_{\tau=0}^n [B_n(\tau) - B(\tau)]^2 \leq \delta.$$

С другой стороны, при любой малой δ можем найти такое N , что с вероятностью 1

$$\sum_{\tau=0}^n [B_n(\tau) - B(\tau)]^2 \leq \delta,$$

при $n \geq N$, если $B_n(\tau)$ — оценка функции корреляции $B(\tau)$ стационарного в широком смысле дискретного случайного процесса, удовлетворяющего определенным условиям [3]. Тогда при любом $\varepsilon > 0$ с вероятностью 1

$$\max_{0 < \lambda < \pi} |f_n(\lambda) - f(\lambda)| < \frac{\varepsilon}{2}, \text{ при } n \geq N.$$

Если примем во внимание неравенство

$$|f_n^\alpha(\lambda) - f(\lambda)| \leq |f_n^\alpha(\lambda) - f_n(\lambda)| + |f_n(\lambda) - f(\lambda)|,$$

то можем сформулировать следующую теорему.

Теорема 1. Если оценка стационарного в широком смысле дискретного случайного процесса $B_n(\tau) \rightarrow B(\tau)$, при $n \rightarrow \infty$ с вероятностью 1, то для любого $\varepsilon > 0$ можно найти такие числа δ_0 и натуральное N , что элемент $f_n^\alpha(\lambda)$, реализующий минимум сглаживающего функционала, удовлетворяет условию

$$\max_{0 < \lambda < \pi} |f_n^\alpha(\lambda) - f(\lambda)| < \varepsilon,$$

с вероятностью 1, при $n \geq N$, $\delta \leq \delta_0$, если $q_0 \delta^2 \leq \alpha \leq \alpha_0(\delta)$.

Также легко доказываются следующие аналоги теоремы из [1].

Теорема 2. Если $\tilde{f}(\lambda) \in \bar{C}_1$, где \bar{C}_1 — класс непрерывных кусочно-гладких функций, то для любого $\varepsilon > 0$ и любых вспомогательных чисел $0 < \gamma_1 < \gamma_2$ существует такая δ_0 , что если:

$$1) \sum_{\tau=0}^n [\tilde{B}_\delta(\tau) - B(\tau)]^2 < \delta \text{ с вероятностью } 1;$$

2) $\bar{\alpha} = \bar{\alpha}(\delta)$, где δ и α удовлетворяют условиям

$\gamma_1 \leq \frac{\delta^2}{\alpha} \leq \gamma_2$ (или $\frac{\delta^2}{\gamma_1} \leq \alpha \leq \frac{\delta^2}{\gamma_2}$), то $\tilde{f}_\delta^\alpha(\lambda)$, реализующая минимум сглаживающего функционала $M_\delta^\alpha[f(\lambda), \tilde{B}_\delta(\tau)]$, принадлежит ε -окрестности функции $\tilde{f}(\lambda)$ с вероятностью 1

$$|\tilde{f}_\delta^\alpha(\lambda) - \tilde{f}(\lambda)| < \varepsilon, \text{ при } \delta \leq \delta_0.$$

Для приближенного решения интегрального уравнения (2) введем разностную схему на

$$(0, \pi) : \lambda_j = 0 + jh - 0,5h, \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

$$\tau_i = i, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$h = \frac{\pi}{m}.$$

Обозначим $f_j = f(\lambda_j)$.

Тогда сетчатая функция \widehat{f}^a определяется из системы уравнений

$$\widehat{L}^a[\widehat{f}] = \alpha \left\{ \frac{1}{h^2} \left[K_j(\widehat{f}_{j+1} - \widehat{f}_j) - k_{j-1}(\widehat{f}_j - \widehat{f}_{j-1}) - p_j \widehat{f}_j \right] \right\} -$$

$$- \left\{ \sum_{l=0}^m \overline{K}_{jl} \widehat{f}_l h - \widehat{b}_j \right\} = 0, \quad \widehat{f}_0 = \widehat{f}_1, \quad \widehat{f}_{m+1} = \widehat{f}_m,$$

$$K_{lj} = \cos(i \lambda_j), \quad \overline{K}_{jl} = \sum_{i=0}^n K_{ij} K_{il} h,$$

$$\widehat{b}_j = \sum_{i=0}^n K_{ij} B_n(\tau), \quad k_j = k(\lambda_j + 0,5h), \quad p_j = p(\lambda_j).$$

Для нашей искомой функции \widehat{f}^a имеет место теорема, которая доказывается аналогично теореме 3 из [1].

Теорема 3. Если $f(\lambda) \in \overline{C}_1$, то для любого $\varepsilon > 0$ и любых вспомогательных чисел $0 < \gamma_1 < \gamma_2$ существуют такие δ_0 и h_0 , что если:

- 1) $\sum_{\tau=0}^n [\widetilde{B}_\delta(\tau) - \overline{B}(\tau)]^2 < \delta$, с вероятностью I:
- 2) $\overline{\alpha} = \overline{\alpha}(\delta)$ удовлетворяет условиям

$$\gamma_1 \leq \frac{\delta^2}{\alpha} \leq \gamma_2 \quad \left(\text{или} \quad \frac{\delta^2}{\gamma_2} \leq \alpha \leq \frac{\delta^2}{\gamma_1} \right),$$

то $\widehat{f}^a(\lambda)$, реализующая минимум разностного сглаживающего функционала $\widehat{M}[\widehat{f}, \widetilde{B}_\delta]$, т. е. решение линейной алгебраической системы $\widehat{L}^a[\widehat{f}] = 0$, с вероятностью I принадлежит ε -окрестности функции $f(\lambda)$, при $\delta \leq \delta_0$, $h \leq h_0$.

Решение линейной алгебраической системы $\widehat{L}^a[\widehat{f}] = 0$ практически в большинстве случаев является неотрицательным. Если это условие не выполняется, надо взять положительную часть функции $\widehat{f}^a(\lambda)$ или решать задачу минимизации сглаживающего функционала с ограничением $\widehat{f}^a(\lambda) \geq 0$, как задачу математического программирования при наличии ограничений.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 29.10.1976)

ლ. რევიშვილი

სტაციონარული მიმდევრობის ფართო აზრით სპექტრალური
 სიმკვრივის შეფასების ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

სპექტრალური სიმკვრივის შეფასების ამოცანა მიიყვანება 1 გვარის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნამდე. ამ განტოლების ამოხსნა შეეკუთვნება არაკორექტულად დასმული ამოცანების ჯგუფს.

სტატიაში სპექტრალური სიმკვრივის შეფასებისათვის განხილულია შესაბამისი 1 გვარის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნა ა. ტიხონოვის მეთოდით და ნაჩვენებია ამოხსნის ზოგიერთი ოპტიმალური თვისება.

CYBERNETICS

L. V. REVISHVILI

ON A METHOD OF SPECTRAL DENSITY ESTIMATION IN THE
 WIDE SENSE OF STATIONARY SUCCESSION

Summary

The problem of spectral density estimation leads to the solution of an integral equation of the first kind. Its solution relates to the number of incorrectly raised problems. In this study a Fredholm integral equation of the first kind is solved for the estimation of spectral density and some optimum characteristics of this solution are shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 151, № 3, 1963.
2. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 161, № 5, 1965.
3. Дж. Л. Дуб. Вероятностные процессы. М., 1956.



Г. М. БЕГАЛИШВИЛИ

ОБ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ С КАСКАДНО
 ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ
 ОБЛАСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 15.12.1976)

Предположим, что состояние управляемого объекта, как и в [1], описывается фазовым вектором $x=(x^1, \dots, x^n) \in R^n$; далее, задана вектор-

функция $f\left(x, \prod_{i=1}^{m_1} y_i, \prod_{i=1}^{m_2} v_i, u\right)$ из E^n („ \prod “ — одиннадцатая буква

грузинского алфавита и символом $\prod_{i=1}^m x_i$ обозначаем m -кратное размноже-

ние аргумента x_i , например $\varphi\left(\prod_{i=1}^m y_i\right) \equiv \varphi(y_1, \dots, y_m)$) и предположим,

что с течением времени $x \in R^n$ меняется по закону

$$\frac{dx(t)}{dt} = f\left(x(t), \prod_{i=1}^{m_1} x(K_i^1(t)), \prod_{i=1}^{m_2} u(\rho_i^1(t)), u(t)\right), \quad (1)$$

где $K_i^p(t) = c_i^p + \int_{t_0}^t \varphi_i^p\left(\tau, \prod_{i=1}^{m_3} x(K_i^{p+1}(\tau)), \prod_{i=1}^{m_4} u(\rho_i^{p+1}(\tau))\right) d\tau$, $p=1, 2, \dots, m_3^i$,

$\rho_i^q(t) = d_i^q + \int_{t_0}^t l_i^q\left(\tau, \prod_{i=1}^{m_5} x(K_i^{q+1}(\tau)), \prod_{i=1}^{m_6} u(\rho_i^{q+1}(\tau))\right) d\tau$, $q=1, 2, \dots, m_5^i$,

причем $K_i^{m_3^i+1}(t) \equiv t$, $\rho_i^{m_5^i+1}(t) \equiv t$; φ_i^p, l_i^q — заданные функции, c_i^p, d_i^q — заданные константы, а t_0 — заданный момент; далее, задано некоторое множе-

ство $U\left(x, \prod_{i=1}^{m_1} y_i\right)$ из R^r и управляющий параметр $u = (u^1, \dots, u^r) \in R^r$

в каждый момент времени t удовлетворяет включению

$$u(t) \in U\left(x(t), \prod_{i=1}^{m_1} x(K_i^1(t))\right) \quad (t \in [t_0, t_1]); \quad (2)$$

кроме того, для любых двух моментов времени $t_0, t_1 (t_0 < t_1)$ заданы зависящие от t множества $X^\pm(t)$, $U^\pm(t)$ и выполняются включения $x(t) \in X^-(t)$, $u(t) \in U^-(t)$ при $t \in (-\infty, t_0)$, $x(t) \in X^+(t)$, $u(t) \in U^+(t)$ при $t \in (t_1, +\infty)$; наконец, заданы гладкие многообразия $S_i \subset R^n$, $i=0, 1$.

Заметим, что в случае $\varphi_i^1 \equiv 1$, $l_i^1 \equiv 1$ и при $c_i^1 = t_0$, $d_i^1 = t_0$ отсутствует отклонение аргумента в (1), (2), а при $c_i^1 < t_0$, $d_i^1 < t_0$ имеем постоянное запаздывание и такая система исследована в [1] и др. с целью оптимизации; наконец, при $c_i^1 > t_0$, $d_i^1 > t_0$ имеем постоянное опережение аргумента. В общем случае имеем каскадное переменное отклонение аргумента. В случае $K_i^p(t) \leq t$, $\rho_i^p(t) \leq t$ будем говорить, что отсутствует опережение, в обратном случае отсутствует запаздывание. В том частном случае, когда правая часть соотношения (1) совпадает с управлением $u(t)$, удовлетворяющим включению (2), имеем так называемое «дифференциальное включение» с отклоняющимся аргументом.

Рассмотрим следующую задачу управления. Моменты t_1 , t_0 заданы, множества $X^\pm(t)$, $U^\pm(t)$ вырождаются в точки, и заданы точки $x_i \in S_i$, $i=0, 1$. Требуется выбрать такое управление $u(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, и построить траекторию $x(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, чтобы она была абсолютно непрерывным решением уравнения (1) при начальных краевых условиях $x(t_0) = x_0$, $u(t) \in U^-(t)$, $x(t) \in X^-(t)$, где $t \in (-\infty, t_0)$, или при конечных краевых условиях $x(t_1) = x_1$, $x(t) \in X^+(t)$, $u(t) \in U^+(t)$, где $t \in (t_1, +\infty)$; причем в обоих случаях необходимо выполнение включения (2) на отрезке $[t_0, t_1]$. Эта задача актуальна и в случае отсутствия отклонения в аргументе, так как решению мешает некоторое подобие заколдованного круга: для того чтобы из уравнения (1) получить траекторию, на некотором отрезке ненулевой длины требуется выбор управления, но для выбора управления требуется знание траектории, так как иначе невозможно обеспечить включение (2). Используя методику из [2] (подробности см. в [3]), мы в состоянии разрешить эту задачу.

Для краткости записи введем символ $\mathfrak{a}(k)$, которым обозначим аргумент функции, фигурирующей в формуле (k) (\mathfrak{a} — «ман» — двенадцатая буква грузинского алфавита). Одинаковые аргументы (или часть одинаковых аргументов) могут быть только у сходных функций (скалярных, векторных, теоретико-множественных и т. д.). Сходность функций в тексте будет понятна из контекста (обозначений) или же будем оговаривать особо. Свойство сходности рефлексивно, симметрично и транзитивно. Через $\mathfrak{a}(\ast)$ обозначаем аргумент той функции, которая стоит непосредственно перед применением вводимого символа в одной и той же формуле.

Для решения поставленной задачи множество $U(\mathfrak{a}(2))$ представим следующим образом: $U(\mathfrak{a}(2)) = \bigcup_{\mu \in C} U_\mu(\mathfrak{a}(\ast))$ (C — произвольное фиксированное множество индексов), где подмножества $U_\mu(\mathfrak{a}(2))$ задаются так:

$$A_\mu^1(\mathfrak{a}(2)) \leq u^1 \leq B_\mu^1(\mathfrak{a}(\ast)),$$

$$A_\mu^j(\mathfrak{a}(2), u^1, \dots, u^{j-1}) \leq u^j \leq B_\mu^j(\mathfrak{a}(\ast)), \quad j = 2, 3, \dots, r, \mu \in C, \quad (3)$$

где A_μ^j , B_μ^j — сходные функции указанных аргументов и, кроме того, они сходны с множеством $U(\mathfrak{a}(2))$. Об обобщениях и возможностях представления (3) см. замечания 5, 6 работы [3].

После этого решение поставленной задачи начнем с введения вектор-функции $\lambda_\mu(\mathfrak{a}(2), q) = (\lambda_\mu^1(\mathfrak{a}(\ast)), \dots, \lambda_\mu^r(\mathfrak{a}(\ast)))$ следующим образом:

$$\begin{aligned} \lambda_\mu^1(\mathfrak{a}(2), q) &= [B_\mu^1(\mathfrak{a}(2)) - A_\mu^1(\mathfrak{a}(\ast))] q^1 + A_\mu^1(\mathfrak{a}(\ast)), \\ \lambda_\mu^j(\mathfrak{a}(2), q) &= q^j B_\mu^j(\mathfrak{a}(2), \lambda_\mu^1(\mathfrak{a}(\ast)), \dots, \lambda_\mu^{j-1}(\mathfrak{a}(\ast))) + \\ &+ (1 - q^j) A_\mu^j(\mathfrak{a}(\ast)), \quad j = 2, 3, \dots, r, \mu \in C, \end{aligned} \quad (4)$$

где $q \in Q^r \equiv \{q = (q^1, \dots, q^r): 0 \leq q^j \leq 1, j = 1, \dots, r\}$. Далее, введем множество C -мерных векторов $P^C \equiv \{p = (p^1, \dots, p^\mu, \dots): p^\mu = 1, p^\nu = 0, \nu \in C \setminus \mu; \mu \in C\}$, т. е. оно состоит из векторов p с C координатами, из которых одна (какая угодно) равна 1, а все остальные равны 0. Наконец, построим вектор-функцию $\Lambda(\mathbf{a}(2), \omega) = (\Lambda^1(\mathbf{a}(*)), \dots, \Lambda^r(\mathbf{a}(*)))$ следующим образом: $\Lambda(\mathbf{a}(2), \omega) = \sum_{\mu \in C} p^\mu \lambda_\mu(\mathbf{a}(2), q)$, где $\omega \equiv (p, q) \in W \equiv P^C \times Q^r$.

Составим систему уравнений

$$\dot{x}(t) = f \left(\mathbf{a}(2), \bigoplus_{i=1}^{m_2} \Lambda \left(x(\rho_i^1(t)), \bigoplus_{s=1}^{m_1} x(K_s^1(\rho_i^1(t))) \right), \Lambda(\mathbf{a}(2), \omega(t)) \right),$$

$$\omega(t) \in W, \quad (5)$$

где

$$K_i^p(t) = c_i^p + \int_{t_0}^t \varphi_i^p \left(\tau, \bigoplus_{s=1}^{m_3} x(K_s^{p+1}(\tau)), \bigoplus_{i=1}^{m_4} \Lambda(x(\rho_i^{p+1}(\tau)), \bigoplus_{s=1}^{m_1} x(K_s^1(\rho_i^{p+1}(\tau))), \omega(\rho_i^{p+1}(\tau))) \right) d\tau,$$

$$\rho_i^q(t) = d_i^q + \int_{t_0}^t l_i^q \left(\tau, \bigoplus_{s=1}^{m_3} x(K_s^{q+1}(\tau)), \bigoplus_{i=1}^{m_4} \Lambda(x(\rho_i^{q+1}(\tau)), \bigoplus_{s=1}^{m_1} x(K_s^1(\rho_i^{q+1}(\tau))), \omega(\rho_i^{q+1}(\tau))) \right) d\tau,$$

а все остальные обозначения остаются такими же, как в (1).

Теорема 1. Пусть функции f^i , A_μ^i , B_μ^i , φ_i^p , l_i^q непрерывно дифференцируемы по координатам своих аргументов, причем их частные производные равномерно (по $\mu \in C$) ограничены на любом компактном множестве изменения их аргументов; в уравнении (1) отсутствует опережение (запаздывание) аргумента; квазиуправление $\omega(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, фигурирующее в (5) кусочно непрерывно, множества $X^\pm(t)$, $U^\pm(t)$ кусочно непрерывны, тогда существует решение системы (5) на ненулевом отрезке $[t_0, t_1]$ при начальных (концевых) условиях, это же решение является траекторией системы (1), (2), а управление для системы (1), (2) имеет вид $u(t) = \Lambda(\mathbf{a}(2), \omega(t))$, $t_0 \leq t \leq t_1$, т. е. определяется через траекторию (1), (5), которая, в свою очередь, непрерывно зависит от начальных (концевых) условий.

Доказательство. Из построения вектор-функции $\Lambda(\mathbf{a}(2), \omega)$ вытекает справедливость включения $\Lambda(\mathbf{a}(2), \omega) \in U(\mathbf{a}(2))$ при $\forall \omega \in W$ и $\forall t \in [t_0, t_1]$, и, обратно, для $\forall t \in [t_0, t_1]$, $\forall v \in U(\mathbf{a}(2))$, $\exists \omega \in W$, что $\Lambda(\mathbf{a}(2), \omega) = v$ (см. [3]). Следовательно, если $x(t)$ —решение (5) при $\omega(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, при некоторых (начальных или концевых) условиях, то оно же будет решением (1), (2), и, таким образом, для системы (1), (2) имеем $u(t) = \Lambda(\mathbf{a}(2), \omega(t))$, $t_0 \leq t \leq t_1$. Приведенное рассуждение справедливо и без предположений, перечисленных в теореме, однако если они имеют

место, то в первой части теоремы 1 (во избежание текстовых повторов отличия, составляющие вторую часть, заключаем в угловые скобки) мы оказываемся в пределах теорем [4, 5] для системы (5). Следовательно, при кусочно непрерывном $\omega(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, существует решение уравнения (5) на отрезке $[t_0, t_1]$ и, кроме того, используя рассуждения, аналогичные [5], доказываем его непрерывную зависимость от начальных краевых условий. Доказательство второй части теоремы 1 получается из первой методом обращения времени [6], а именно, вводим функции $y(t) \equiv x(t_1 + t_0 - t)$, $v(t) \equiv u(t_1 + t_0 - t)$, для которых составляем закон изменения с помощью (1), (5). В полученной новой системе опережение перейдет в запаздывание, а конечные и начальные краевые условия поменяются ролями. Построив „траекторию“ $y(t)$ и „управление“ $v(t)$ для новой системы, вторичным обращением времени придем к исходным для системы (1), (2) переменным $x(t) = y(t_1 + t_0 - t)$, $u(t) = v(t_1 + t_0 - t)$.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 7.1.1977)

კიბერნეტიკა

ბ. ბაგალიშვილი

ცვლადი მართვის სიმრავლის შემთხვევაში კასკადურად
 გადახრილი არგუმენტის მქონე სისტემების რეგულირების
 შესახებ

რეზიუმე

შემოღებულია სამართი ობიექტის ახალი მოდელი, რომელიც უფრო სრულყოფილად ასახავს რეალურ ობიექტებს. გადაწყვეტილია ასეთი ობიექტებისათვის დასაშვები მართვისა და ტრაექტორიის მოძებნის საკითხი.

CYBERNETICS

G. M. BEGALISHVILI

ON THE SYSTEM MANAGEMENT WITH A CASCADE DEVIATING ARGUMENT IN THE CASE OF VARIABLE REGION OF REGULATION

Summary

The paper considers a new model of a controlled object which takes more fully into consideration all the preceding history of the evolutionary process and variability of the controlled region than all known models. The problem of management construction and its corresponding trajectories are considered. The solution has a convertible constructivity. It is shown that the prehistory and the future of such systems play identical roles, hence the possibility of systems investigation both with delayed and anticipatory argument.

ლიტერატურა -- ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.
2. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967.
3. Г. М. Бегалишвили. Дифф. уравн., XII, № 4, 1976.
4. А. Ф. Филиппов. Матем. заметки, т. I, № 3, 1971.
5. Л. С. Понтрягин. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1965.
6. Г. М. Бегалишвили. Дифф. уравн., IX, № 5, 1973.



Н. Д. НАНОВАШВИЛИ

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ СЖАТИЯ ДИСКРЕТНОЙ
 ИНФОРМАЦИИ В ЧЕТЫРЕХЗНАЧНОЙ СИСТЕМЕ
 КОДИРОВАНИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.11.1976)

В данной работе, являющейся продолжением работ [1, 2], рассматривается один из возможных конкретных алгоритмов представления и сжатия дискретной информации в четырехзначной системе кодирования.

В работе приняты следующие обозначения и понятия: $v = v_1 v_2 \dots v_i \dots v_n \in \{v_j\}$ — вектор двоичной последовательности длины n , являющийся элементом множества векторов $\{v_i\}$, где $v_i \in \{0, 1\}$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, 2^n$. $V = V_1 V_2 \dots V_i \dots V_n \in \{V_k\}$ — n -элементный 4-значный вектор, являющийся элементом множества векторов $\{V_k\}$. Здесь $V_i \in \{0, 1, 2, 3\}$; $k = 1, 2, \dots, 4^n$.

Основные законы композиции между векторами v и V определяются на множестве операторов

$$R = \left\{ \begin{matrix} \Rightarrow \\ \times \\ + \\ \leftarrow \end{matrix} \right\}^m,$$

где \Rightarrow^m — оператор преобразования векторов v или V в m -ю систему счисления.

В нашем случае $m \in \{2, 4\}$, $\times^m, +^m$ — соответственно операторы умножения и суммирования по $\text{mod } m$, \leftarrow^m — оператор расчленения вектора V на две составляющие части.

Для отображения множества векторов $\{v_j\}$ на подмножество $\{\widehat{V}_p\}$ множества $\{V_k\}$, где $p = 1, 2, 3, \dots, 2^n$, используется схема перекодирования, состоящая из следующих двух этапов.

1. На первом этапе реализуется операция суммирования по $\text{mod } 4$ без переноса над последовательностью элементов вектора v . Схема образования элементов произвольного вектора $\widehat{V} = \widehat{V}_1 \widehat{V}_2 \dots \widehat{V}_i \dots \widehat{V}_n \in \{\widehat{V}_p\}$ характеризуется следующей упорядоченной последовательностью:

$$\begin{aligned} \widehat{V}_1 &= v_1 \text{ mod } 4, \\ \widehat{V}_2 &= (v_2 + \widehat{V}_1) \text{ mod } 4, \\ &\dots \dots \dots \\ \widehat{V}_n &= (v_n + \widehat{V}_{n-1}) \text{ mod } 4. \end{aligned}$$

2. Второй этап соответствует образованию нормализованного вектора \widehat{V} .

Определение I. Вектор \widehat{V} является нормализованным, если последовательность любого из двух соседних элементов $\widehat{V}_{i-1} \in \widehat{V}$ и $\widehat{V}_i \in V$ подчиняется следующему условию упорядочивания:

$$(\widehat{V}_i - \widehat{V}_{i-1}) \bmod 4 = \begin{cases} 1 & \text{если } v_{i-1} \neq 0, \\ 0 & \text{если } v_{i-1} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Схема перекодирования обеспечивает образование нормализованного вектора \widehat{V} .

Из (2) вытекают следующие свойства нормализованного вектора $\widehat{V} \in \{\widehat{V}_p\}$.

А. При удвоении вектора \widehat{V} образуется двухкомпонентный вектор $A_r = a_1 a_2 \cdots a_i \cdots a_n$,

$$2 \times \widehat{V} = A_r, \quad a_i \in \{0, 2\}.$$

Определение 2. Двухкомпонентный вектор $A_{r-q} = a_1 a_2 \cdots a_q \cdots a_n$ называется однородным порядка q , если числовое значение q количества элементов в A_r начиная от a_q включительно всех последующих элементов до a_n равны либо только 0, либо только 2. A_r является полностью однородным при $q = n$.

В. Из двухкомпонентного вектора A_r можно произвести однозначное восстановление первичной информации (v), записанной в векторе \widehat{V} .

Имеет место следующая

Теорема. Оба свойства (А) и (В) одновременно реализуемы для нормализованных векторов, образованных только в четырехзначной системе кодирования.

Для доказательства теоремы достаточно показать, что по крайней мере хотя бы один из свойств (А) или (В) не реализуется ни в одной системе счисления, кроме с $\bmod 4$.

Рассмотрим с этой целью общий случай, когда указанной схемой перекодирования образован нормализованный вектор \widehat{V} в системе счисления с модулем m , где $m \geq 3$ (случай $m=2$ очевиден ввиду его тривиальности).

Допустим, далее, что по крайней мере в одном $q = m$ элементном фрагменте $\widehat{V}_q = \widehat{V}_{n-q} \cdots \widehat{V}_{n-1} \widehat{V}_n \subset \widehat{V}$, являющемся частью вектора \widehat{V} , все элементы отличны друг от друга. В таком случае, если рассмотреть произведение $(2 \times \widehat{V}_q) \bmod m$, то двухкомпонентный вектор A_r не образуется ни в одной системе счисления, кроме системы с $\bmod 4$, что вытекает из следующих известных [3] соотношений:

$$2 \times 2 \equiv 0 \pmod{4}, \quad 2 \times 3 \equiv 2 \pmod{4},$$

$$2 \times 0 \equiv 0 \pmod{4}, \quad 2 \times 1 \equiv 2 \pmod{4}.$$

Следствие. Произвольный вектор V в четырехзначной системе кодирования можно представить в виде следующей суммы:

$$V = \widehat{V}_{1, \frac{n}{2}} + A_{\frac{n}{2}, n}, \quad (2)$$

где

$$\widehat{V}_{1, \frac{n}{2}} = \begin{bmatrix} \widehat{V}_1 \\ \widehat{V}_2 \\ \vdots \\ \widehat{V}_{\frac{n}{2}} \end{bmatrix} \text{ — часть нормализованного вектора } \widehat{V}, \text{ представленная в}$$

матричной форме от элемента \widehat{V}_1 включительно до элемента $\widehat{V}_{\frac{n}{2}}$,

$A_{\frac{n}{2}, n}$ — двухкомпонентный вектор.

Здесь

$$A_{\frac{n}{2}, n} = \begin{bmatrix} a_{\frac{n}{2}} \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} = 2 \times \begin{bmatrix} \widehat{V}_{\frac{n}{2}} \\ \vdots \\ \widehat{V}_n \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Рассмотренная теорема и вытекающее из нее следствие позволяет осуществить сжатие дискретной информации, основанной на циклическом преобразовании с последующим сжатием произвольного вектора в нормализованный по следующей схеме

1)

$$\begin{array}{l} \xrightarrow{4} \widehat{V} = \begin{bmatrix} \widehat{V}_1 \\ \widehat{V}_2 \\ \vdots \\ \widehat{V}_n \end{bmatrix} \begin{array}{l} \nearrow V_{1, \frac{n}{2}} = \begin{bmatrix} \widehat{V}_1 \\ \vdots \\ \widehat{V}_{\frac{n}{2}} \end{bmatrix} \\ \searrow \widehat{V}_{\frac{n}{2}, n} = \begin{bmatrix} \widehat{V}_{\frac{n}{2}} \\ \vdots \\ \widehat{V}_n \end{bmatrix} \rightarrow \widehat{V}_{\frac{n}{2}, n} \times 2 = A_r, \end{array} \end{array} \quad (4)$$

2)

$$\widehat{V}_{1, \frac{n}{2}} + A_r = V_t \in \{V_k\},$$

если при этом

$$\widehat{V}_{\frac{n}{2}, n} = A_{r=q-\frac{n}{2}}.$$

Тогда циклический процесс дальнейшего преобразования вектора прекращается, что связано с образованием нормализованного вектора

$$V_t = \widehat{V}_t \text{ длины } \frac{n}{2}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.11.1976)

6. ნანობაშვილი

 ოთხნიშნა კოდირების სისტემაში ინფორმაციის
 შეკუმშვის ერთი ალგორითმის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია ორნიშნიდან ოთხნიშნა კოდირების სისტემაში გარდაქმნის სქემა. გარდაქმნის სქემის სპეციალური თვისებები საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს შეკუმშვის კოეფიციენტის მონოტონური ზრდას შესაძლებლობა ციკლური პროცესის გამოყენების საფუძველზე. შეკუმშვის კოეფიციენტის საჭირო მნიშვნელობა დამოკიდებულია თანმიმდევრულ ციკლთა რაოდენობაზე.

CYBERNETICS

N. D. NANOBASHVILI

 ON ONE ALGORITHM DATA COMPRESSION OF DISCRETE
 INFORMATION IN A FOUR-LETTER SYSTEM CODING

Summary

The transformation scheme from binary coded to four-letter coded system is shown. The special property of the transformation scheme permits to obtain a monotonous increase of the data compression coefficient by using a cyclic process. The desired value of data compression depends on the number of sequential cycles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Нанобашвили. Сообщения АН ГССР, 71, № 1, 1973.
2. Н. Д. Нанобашвили. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976.
3. И. Н. Виноградов. Основы теории чисел. М., 1975.

З. Н. ДЕДУРИШВИЛИ

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОБЩЕЙ ОШИБКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 20.1.1977)

Во многих практических задачах объектом исследования является зависимость между откликом $y(x)$ — случайной величиной с математическим ожиданием $E(y(x)) = \eta(x)$ и дисперсией $\sigma^2(y)$ и k независимыми количественными факторами x_i , $i = 1, \dots, k$. Обычно целью экспериментатора является нахождение такой параметрической функции $g(x, \theta)$, которая адекватно описывает истинную зависимость $\eta(x)$ в области исследования R .

В качестве аппроксимирующей функции $g(x, b)$ обычно применяют полином степени n_1

$$\widehat{y}(x) = \mathbf{f}'_1(x) \mathbf{b}_1, \quad (1)$$

где $\mathbf{f}'_1(x)$ — p_1 -мерный вектор известных непрерывных функций от x_i степени не выше n_1 ; \mathbf{b}_1 — p_1 -мерный вектор параметров, которые оцениваются по экспериментальным данным в N точках факторного пространства.

Предположим, что истинную зависимость между откликом и факторами адекватно описать можно лишь полиномом степени n_2

$$\eta(x) = \mathbf{f}'(x) \theta = \mathbf{f}'_1(x) \theta_1 + \mathbf{f}'_2(x) \theta_2, \quad (2)$$

где $\mathbf{f}'(x) = (\mathbf{f}'_1(x) : \mathbf{f}'_2(x))$ — вектор непрерывных функций от x_i степенью не выше n_2 ; $\theta' = (\theta'_1 : \theta'_2)$ — вектор неизвестных параметров, соответствующий вектору $\mathbf{f}(x)$.

Для планирования эксперимента в случае, когда степень аппроксимирующего полинома выбирается априори и, следовательно, существует вероятность ее неправильного выбора, целесообразно в качестве критерия оптимальности планирования выбрать критерий минимума общей ошибки, который в качестве количественной меры использует величину

$$J = \frac{N \Omega}{\sigma^2(y)} \int_R E (\widehat{y}(x) - \eta(x))^2 dx, \quad (3)$$

где $dx = dx_1 \cdot \dots \cdot dx_k$, $\Omega^{-1} = \int_R dx$.

Величину (3) можно представить [1] в виде следующей суммы:

$$J = V + B = \frac{N \Omega}{\sigma^2(y)} \int_R \sigma^2(\widehat{y}(x)) dx + \frac{N \Omega}{\sigma^2(y)} \int_R (E(\widehat{y}(x)) - \eta(x))^2 dx. \quad (4)$$

Первое слагаемое V представляет собой интегральную дисперсию оценки отклика $\widehat{y}(x)$. Второе слагаемое является интегральным среднеквадратическим отклонением математического ожидания оценки отклика от математического ожидания самого отклика.

Пути и методы минимизации общей ошибки зависят от используемого метода оценивания.

Сначала предположим, что экспериментальные данные обрабатываются по методу наименьших квадратов. Можно показать, что интегральная дисперсия оценки отклика в этом случае имеет вид

$$V = \text{tr}(\mu_{11} \mathbf{M}_{11}^{-1}), \quad (5)$$

где $\mu_{11} = \Omega \int_R \mathbf{f}_1(x) \mathbf{f}_1'(x) dx$ — матрица моментов равномерного распределения

в области R ; $\mathbf{M}_{11} = N^{-1} \mathbf{X}_1' \mathbf{X}_1$ — матрица моментов плана; $\mathbf{X}_1' = (\mathbf{f}_{11}(x), \dots, \mathbf{f}_{1N}(x))$ — матрица, i -й столбец которой определяется значением вектора $\mathbf{f}_1(x)$ в i -й точке плана.

Из (5) видно, что V зависит только от μ_{11} и \mathbf{M}_{11} . Отсюда следует, что чем больше моменты, тем меньше V , т. е. для минимизации V необходимо расширение плана.

Рассмотрим теперь систематическое смещение, которое можно представить в виде [1]

$$B = \sigma^{-2}(y) \theta_2' (\mu_{22} - \mu_{12}' \mu_{11}^{-1} \mu_{12}) + (\mathbf{M}_{11}^{-1} \mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1} \mu_{12})' \mu_{11} (\mathbf{M}_{11}^{-1} \mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1} \mu_{12}) \theta_2 \quad (6)$$

где $\mu_{12} = \Omega \int_R \mathbf{f}_1(x) \mathbf{f}_2'(x) dx$, $\mu_{22} = \Omega \int_R \mathbf{f}_2(x) \mathbf{f}_2'(x) dx$ — матрица моментов равномерного распределения в области планирования R ; $\mathbf{M}_{12} = N^{-1} \mathbf{X}_1' \mathbf{X}_2$ — матрица моментов плана; $\mathbf{X}_2' = (\mathbf{f}_{21}(x), \dots, \mathbf{f}_{2N}(x))$ — матрица, i -я строка которой задается значением вектора $\mathbf{f}_2(x)$ в i -й точке плана.

Из (6) следует, что B представляется в виде суммы двух положительно определенных квадратичных форм. Следовательно, B равно нулю только для нулевого вектора θ_2 .

Анализируя структуру выражения (6), приходим к выводу, что полностью исключить B невозможно. Однако возможна ее минимизация и минимальное значение B равно

$$B_{\min} = \frac{N}{\sigma^2} \theta_2' (\mu_{22} - \mu_{12}' \mu_{11}^{-1} \mu_{12}) \theta_2, \quad (7)$$

которое достигается при выполнении условий

$$\mathbf{M}_{11} = \mu_{11}, \quad \mathbf{M}_{12} = \mu_{12}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что моменты плана должны иметь вполне определенные значения, т. е. план должен быть ограничен.

Таким образом, при применении МНК-оценок минимизация общей ошибки приводит к противоречивым требованиям: для минимизации случайной составляющей необходимо расширение плана, а для минимизации систематической составляющей план должен быть ограничен. Следовательно, оптимальный план, минимизирующий общую ошибку, зависит от соотношения V и B .

Такая зависимость плана эксперимента от соотношения V и B является большим недостатком и делает такой план практически непригодным.

Альтернативой методу наименьших квадратов является метод оценивания с минимальным смещением [2]. Эти оценки получаются линейным преобразованием вектора наблюдений $\mathbf{y}' = (y_1, \dots, y_N)$

$$\mathbf{b}_1 = \mathbf{C}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}, \quad (9)$$

где $\mathbf{C} = \|\mathbf{I} : \mu_{11}^{-1}\mu_{12}\|$, $\mathbf{X} = \|\mathbf{X}_1 : \mathbf{X}_2\|$. Оценки (9) минимизируют B , минимум которого равен (7) для широкого класса планов. В этом заключается безусловное преимущество этого метода.

Для практического применения оценок (9) большое значение имеет

Теорема 1. *Для произвольного плана, допускающего оценки (9), значение V , полученное по методу оценивания с минимальным смещением, не меньше его значения, получаемого по методу наименьших квадратов.*

Доказательство. Найдем сначала выражение, задающее значение V для оценок (9). Подставляя в выражение V из (4) соответствующие значения $\widehat{y}(x)$ и $E(\widehat{y}(x))$, легко получить

$$V = \frac{N\Omega}{\sigma^2(y)} \int_R E(\widehat{y}(x) - E(\widehat{y}(x)))^2 dx = \text{tr}(\mathbf{C}'\mu_{11}\mathbf{C}\mathbf{M}^{-1}), \quad (10)$$

где $\mathbf{M} = N^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})$. Подставляя в (10) значения \mathbf{C} и \mathbf{M} и применяя формулу Фробениуса для обратной матрицы, получаем

$$V = \text{tr}(\mu_{11}\mathbf{M}_{11}^{-1}) + \text{tr}((\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1}\mu_{12})(\mathbf{M}_{22} - \mathbf{M}'_{12}\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12})^{-1}(\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1}\mu_{12})' \mu_{11}). \quad (11)$$

Проведя перестановку матриц во втором операторе следа и умножив на $\theta'_2\theta_2/(\theta'_2\theta_2)$, окончательно получаем

$$V = \text{tr}(\mu_{11}\mathbf{M}_{11}^{-1}) + \frac{\theta'_2(\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1}\mu_{12})' \mu_{11}(\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12} - \mu_{11}^{-1}\mu_{12}) \theta_2}{\theta'_2(\mathbf{M}_{22} - \mathbf{M}'_{12}\mathbf{M}_{11}^{-1}\mathbf{M}_{12}) \theta_2}. \quad (12)$$

Таким образом, значение интегральной дисперсии отклика для рассматриваемого случая равно сумме значений V для МНК и дополнительного члена, который является отношением зависимой от плана части B для МНК и величины, задающей систематическое смещение математического ожидания остаточной суммы квадратов для МНК. Второе слагаемое (12) является отношением двух положительно определенных квадратичных форм, следовательно, (12) не меньше (5) для произвольного плана.

Сравнивая (10) с (5), находим, что структура случайной составляющей V в обоих случаях одинаковая, следовательно, выводы, сделанные из (5), распространяются и на (10). В частности, V уменьшается с расширением плана.

Сравнивая (12) с (5), получаем, что они совпадают только для планов, удовлетворяющих (8), когда числитель в (12) обращается в

нуль. При этом $\mu_{11}M_{11}^{-1} = Ip_1$, следовательно $V = p_1$ как для МНК, так и для метода оценивания с минимальным смещением. Из сказанного следует, что если первое слагаемое (12) с расширением плана уменьшается, то значение второго слагаемого зависит от выполнения условий (8), и чем сильнее нарушаются эти условия, тем оно больше. В частности, расширение плана приводит к нарушению этих условий, т. е. увеличивает второй член (12).

Следует отметить, что (12) накладывает определенные ограничения на планы, применяемые совместно с методом оценивания с минимальным смещением. Если для получения оценок (9) необходимо и достаточно существование матрицы $(X'X)^{-1}$, то для оценивания с конечной интегральной дисперсией V (следовательно, конечной общей ошибкой) необходимо, чтобы $(M_{22} - M_{12}M_{11}^{-1}M_{12}) \neq 0$. Записав это несколько иначе, получим $N^{-1}X_2'(I - X_1(X_1'X_1)^{-1}X_1')X_2 \neq 0$, т. е. необходимо выполнение условия

$$I \neq X_1(X_1'X_1)^{-1}X_1' \quad (13)$$

В частности, не применимы ортогональные планы.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.1.1977)

კიბერნეტიკა

ზ. დემურისვილი

მესპერიმენტის დაგეგმვა საერთო შეცდომის
მინიმიზაციისათვის

რეზიუმე

გამოკვლეულია მოდელის საერთო შეცდომის მინიმიზაციის საკითხი, როდესაც შეფასება ხდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით ან შეფასების მეთოდით მინიმალური წანაცვლებით. უკანასკნელისათვის ნაპოვნია საერთო შეცდომის გამოსახულება და ნაჩვენებია მისი მინიმიზაციის გზები.

CYBERNETICS

Z. N. DEMURISHVILI

THE DESIGN OF EXPERIMENTS FOR GENERAL ERROR MINIMIZATION

Summary

The problem of minimization of general error of a model for least squares and minimum bias estimator has been studied. The expression for general error for minimum bias estimator has been derived and the ways for minimization of the expression are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. E. P. Box, N. R. Draper. J. Am. Stat. Assoc. B 54, № 287, 1959.
2. M. J. Karson, A. R. Manson, R. J. Hader. Technometrics, 11, № 3, 1969.

М. Б. ВОСКОВОЙНИК, Р. Е. КАЗАРОВ, Э. Р. КУТЕЛНЯ, А. Е. ШУЛЬМАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ КРЕМНИЯ НА САПФИРОВЫХ ПОДЛОЖКАХ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 11.9.1976)

Одним из методов, повышающих качество изоляции элементов интегральных схем (ИС), является технология, использующая гетероэпитаксиальные слои кремния на сапфировой подложке (КНС технология) [1]. Хотя КНС технология удовлетворяет самым высоким требованиям к изоляции элементов ИС, разработчики КНС ИС столкнулись со значительными сложностями, которые связаны с особенностями электрофизических свойств слоев КНС.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния термических воздействий при различных температурах и в разных средах на удельное сопротивление, концентрацию и подвижность носителей в слоях КНС.

Исследовались слои КНС n -типа с ориентацией $[001]$, полученные на сапфировых подложках с ориентацией $[10\bar{1}2]$ методом разложения моносилана. Исходная толщина слоев кремния от 3,0 до 0,8 мкм и удельное сопротивление от 1,6 до 0,1 Ом·см. На слоях КНС методом Ван-дер-По с точностью $\pm 5\%$ измерялись удельное сопротивление ρ , подвижность μ и концентрация основных носителей N . Толщина слоя КНС d измерялась на интерференционном микроскопе МИИ-4. С помощью химического травления в 30% КОН при 70°C был получен профиль распределения удельного сопротивления по толщине слоев КНС.

Термические воздействия проводились в сухом кислороде, в парах воды, а также без подачи газа. Измерялись ρ , μ и N слоев КНС, прошедших термовоздействия при 600, 800, 1000 и 1150°C в определенной атмосфере. Параллельно с электрическими измерениями проводилось электронографическое исследование структурного совершен-

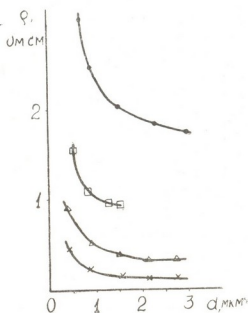


Рис. 1. Профиль распределения удельного сопротивления по толщине для слоев КНС с разными исходными значениями ρ и d

ства слоев КНС. Съемка электронограмм «на отражение» осуществлялась в электронном микроскопе УЭМВ-100В, работающем в электронографическом режиме при ускоряющих напряжениях 75 и 100 кВ. Точечные электронограммы расшифровывались по методике, описанной в [2, 3].

Профиль распределения ρ по толщине дан на рис. 1. Для всех образцов в прилежащем к сапфиру слое ρ резко повышается, причем для высокоомных образцов рост начинается сразу от поверхности. Рост ρ можно связать с уменьшением подвижности носителей по мере приближения к поверхности раздела кремний—сапфир. Указанный характер распределения ρ может быть объяснен значительным количеством дефектов кристаллической структуры слоя, появление которых определяется механизмом и условиями эпитаксиального роста кремния на сапфире.



Рис. 2. Электронограммы образцов КНС: а — исходный образец $d \sim 0,3$ мкм, совершенный приповерхностный слой (видны Кикучи-полосы); б — после I травления $d \sim 1$ мкм, микродвойники; в — после II травления $d \sim 0,3$ мкм, мозаичная структура, угол разориентировки блоков $\delta \sim 5^\circ$

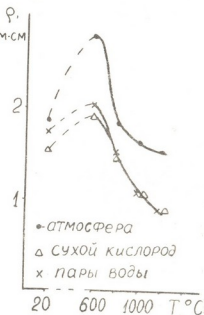
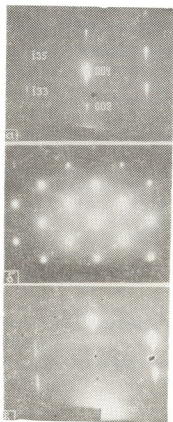


Рис. 3. Изменение удельного сопротивления слоев КНС после термовоздействий при различных температурах в различных средах

На рис. 2, а, б, в приведены электронограммы образца КНС при изменении толщины слоя кремния (3; 1 и 0,3 мкм соответственно). Из рис. 2,а следует, что приповерхностный слой исходного образца довольно совершенен: на дифракционной картине четко проявляются Кикучи-полосы. При уменьшении толщины слоя кремния до 1 мкм на электронограммах удастся выявить наличие микродвойников всех систем {111} (см. рис. 2,б) и увеличение плотности дислокаций (на электронограммах исчезли Кикучи-полосы). При толщине $\sim 0,3$ мкм слой имеет мозаичное строение (см. рис. 2,в). Таким образом, данные электрических измерений и результаты электронографических исследований соответствуют друг другу.

Измерение значений ρ , μ и N слоев КНС с различными исходными значениями ρ , испытавших термовоздействие при температуре 1150°C в сухом кислороде, показало, что на всех образцах наблюдается снижение ρ , связанное с повышением концентрации носителей. Аналогичный эффект наблюдается при термовоздействиях в парах воды. При термовоздействиях в атмосфере спад ρ наблюдался, но был существенно меньше. Отсюда следует, что механизм спада ρ (увеличения N) связан с взаимодействием кислорода со слоем КНС. К такому результату может приводить эффект перераспределения примесей в процессе окисления кремния, легированного, как в нашем случае, фосфором [4].

Рис. 4. Электронограммы образцов КНС после термовоздействия: а — $T=600^\circ\text{C}$, $d \sim 3$ мкм, Кичуци-полосы исчезли; б — $T=600^\circ\text{C}$, $d \sim 1$ мкм, часть микродвойников отожглась; в — $T=1100^\circ\text{C}$, $d \sim 3$ мкм, Кичуци-полосы появились



На рис. 3 показано, как меняется ρ на поверхности слоев КНС после термовоздействий при разных температурах. Увеличение ρ имеет место после термовоздействий при $T=600^\circ\text{C}$ во всех средах. Особенно сильный рост ρ , связанный с уменьшением подвижности, наблюдается после воздействия при температуре 600°C в атмосфере.

На рис. 4,а приведена электронограмма образца после термовоздействия при $T=600^\circ\text{C}$. Кичуци-полосы в этом случае слились с фоном при их диффузном расширении. Этот факт свидетельствует о том, что в приповерхностном слое плотность дислокаций увеличилась на несколько порядков. Такое увеличение плотности дислокаций можно ожидать, если учесть, что при отжиге микродвойников происходят генерация дислокаций в объеме образца и выход их в приповерхностный слой. Действительно, на электронограммах при выведении оси зоны $\langle 110 \rangle$ наблюдается исчезновение двойниковых рефлексов некоторых систем $\{111\}$ после воздействия при $T=600^\circ\text{C}$ (см. рис. 4,б). Во время термовоздействий при более высокой температуре ($\sim 1000^\circ\text{C}$) происходят

практически полный отжиг микродвойников, а также отжиг (частично выход на свободную поверхность) дислокаций, вследствие чего в приповерхностном слое существенно снижается плотность дислокаций. На это указывает появление Кикучи-полос на электронограммах образцов после высокотемпературного воздействия (см. рис. 4,в). Значения подвижности после высокотемпературных воздействий приближаются к исходным. Таким образом, обнаруживаемые по электронодифракционным картинам тонкие структурные изменения в КНС слоях, происходящие при термовоздействиях, позволяют дать удовлетворительные объяснения эффектам изменения электрических параметров.

(Поступило 3.12.1976)

ფიზიკა

მ. მოსკოვოიანი, რ. კაზაროვი, ე. კუთელია, ა. შულმანი

საფირონზე კაპტალის ჰეტეროეპიტაქსიკალური ფენების
 ელექტროფიზიკურ პარამეტრებზე თერმული ზემოქმედების
 გავლენის შესწავლა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ თერმული ზემოქმედების შედეგად ($T=600^{\circ}\text{C}$) საფირონზე კაპტალის ჰეტეროეპიტაქსიკალური ფენების კუთრი წინააღმდეგობა მატულობს, ხოლო ტემპერატურის მატების ($T \geq 1000^{\circ}\text{C}$) შემდეგ მცირდება საწყის მნიშვნელობასთან შედარებით.

კუთრი წინააღმდეგობის ზრდა განისაზღვრება დისლოკაციების გენერაციის ეფექტით მიკროორეულების გამოწვის დროს, ხოლო შემცირება დაკავშირებულია, როგორც ჩანს, დაჟანგვის მექანიზმთან და შეიძლება განისაზღვროს მინარევთა სეგრეგაციით.

PHYSICS

M. B. VOSKOBOYNIK, R. E. KAZAROV, E. R. KUTELIA, A. E. SHUL'MAN
 THE INFLUENCE OF THERMAL EFFECTS ON ELECTROPHYSICAL
 PARAMETERS OF HETEROEPITAXIAL SILICON LAYERS ON
 SAPPHIRE SUBSTRATES

Summary

It has been shown that after exposure to the temperature 600°C the resistivity of n-type SOS layers increases, and after exposure to the temperature $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ it decreases with respect to the initial value.

The resistivity increase is determined by dislocation generation effect at microtwins annealing, while the resistivity decrease appears to be related to the oxidation mechanism and can be determined by segregation of impurities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. F. Allison, D. J. Dumin, F. P. Heiman, C. W. Mueller, P. H. Robinson. Proc. IEEE, 57, № 9, 1969, 1490.
2. Л. М. Утевский. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. М., 1973.
3. П. Хирш, А. Хови, Р. Никольсон, Д. Пэшли, М. Уэлан. Электронная микроскопия тонких кристаллов. М., 1968.
4. Основы технологии кремниевых интегральных схем. Под ред. Р. Бургера и Р. Донована. М., 1968.

В. Н. КАЧИБАЯ, Л. С. ШТЕЙНЛУХТ, Б. И. СЕПАШВИЛИ,
Т. В. ГАВРИЛЕНКО

ВЛИЯНИЕ ВИСМУТА НА КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРОННОМУ ОБЛУЧЕНИЮ ЛЮМИНОФОРОВ $YVO_4 \cdot Eu$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 20.1.1977)

Настоящая статья посвящена исследованию весьма важного и малоизученного качества — стабильности яркости катодолюминесценции при длительной электронной бомбардировке — соединения $YVO_4 \cdot Eu$, которому в литературе [1—8] уделяется особое внимание ввиду его высокой яркости свечения.

Для синтеза люминофоров нами использовались окислы Y_2O_3 и V_2O_5 квалификации «чда» и «спч» в стехиометрическом соотношении 1:1, причем V_2O_5 брался в избытке с учетом потерь при улетучивании. Предварительно Y_2O_3 тщательно перемешивалась со щавелевокислым европием, и смесь прокаливалась при температуре $850^\circ C$ до полного разложения оксалата. Полученный продукт смешивался с пятиокисью ванадия, в алундовом тигле разогревался до температуры $1000^\circ C$ и выдерживался при этой температуре 5—6 часов. Для удаления избыточной пятиокиси ванадия обожженная смесь окислов промывалась аммиаком, просушивалась при температуре $80^\circ C$ и подвергалась повторному обжигу при температуре $1000^\circ C$ в течение 5—7 час.

Синтезированные люминофоры представляют собой сыпучие белые порошки желтоватого оттенка. Для изучения катодолюминесцентных свойств эти порошки наносились на стеклянную подложку методом осаждения из водной суспензии. Катодолюминесцентные параметры образцов исследовались на приборе типа ПРСЭЛ. Яркость измерялась с помощью фотометра ВМФ-57. Спектральные измерения проводились на спектрографе ИСП-51, спектры нормировались и пересчитывались на чувствительность фотоумножителя.

Как можно видеть на рис. 1, люминофор I, не обработанный NH_3 и содержащий свободную пятиокись ванадия, имеет первоначальную яркость 13,2 нт и теряет 75% яркости за 10 часов непрерывной электронной бомбардировки. Тот же люминофор после обработки аммиаком (II) имеет несколько более высокую начальную яркость (13,5 нт) и теряет примерно 65% яркости. Таким образом, присутствие непрореагировавшей окиси ванадия, незначительно влияя на величину начальной яркости свечения, существенно ухудшает стойкость люминофора к необратимому выгоранию, по-видимому, за счет дополнительного количества дефектов решетки, образующихся при катодном облучении.

Введение висмута как коактиватора в люминофор $YVO_4 \cdot Eu$ [2, 3] вызывает смещение визуального максимума свечения фосфора в желтую область спектра. При этом, как видно из сравнения кривых «а» и «б» рис. 2, спектр излучения европия почти не меняется по форме, од-

нако максимумы полос смещаются в длинноволновую область в присутствии висмута, а в коротковолновой области (430—560 нм) появляется широкая размытая полоса, которая накладывается на спектр Eu^{3+} и которую можно приписать излучению Bi^{3+} [3, 7]. Яркость свечения катодолюминесценции люминофора с висмутом значительно повышает-

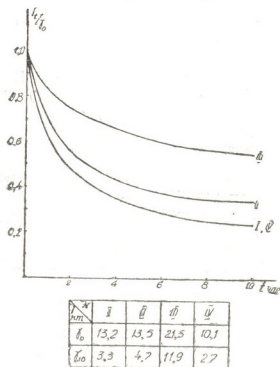


Рис. 1. Зависимость яркости свечения от времени облучения (в относительных единицах). Внизу приведены величины яркости в абсолютных единицах (нит) при ускоряющем напряжении 15 кв и плотности тока 1 мка/см²: I_0 — начальная яркость, I_{10} — яркость спустя 10 час. облучения.

ся (люминофор III, рис. 1), а вместе с этим значительно повышается и устойчивость этого люминофора к необратимому выгоранию. После 10-часовой непрерывной бомбардировки его яркость падает на 40% по сравнению с первоначальной.

Длинноволновое смещение максимумов полос излучения Eu^{3+} при введении висмута может быть объяснено на основании следующих соображений. Поскольку сила поля иона висмута Bi^{3+} (ионный радиус 1,2 Å) значительно меньше силы поля иона ванадия (ионный радиус 0,67 Å), то в случае замещения ванадия висмутом связи последнего с окружающими ионами становятся «слабее», чем были у ванадия, т. е. степень поляризации лигандов уменьшается. Если вблизи такого узла находится ион европия, то степень ионности его связей с окружением должна уменьшиться. Соответственное повышение степени ковалентности связей активатора с окружающими ионами вызывает увеличение расщепления возбужденного термина 5D иона Eu^{3+} и, следовательно, уменьшение энергетического расстояния между основным уровнем 7F и нижним подуровнем 5D_0 возбужденного термина, с которого совершает-

ся оптический переход. Это неизбежно повлечет за собой смещение максимумов полос излучения в длинноволновую область, что и наблюдается в эксперименте. С увеличением расщепления увеличивается также вероятность захвата электрона с нижнего края зоны проводимости на верхний подуровень возбужденного терма 5D (переходы между подуровнями возбужденного терма совершаются безызлучательно). Конечным следствием этого процесса является увеличение яркости катодолуминесценции.

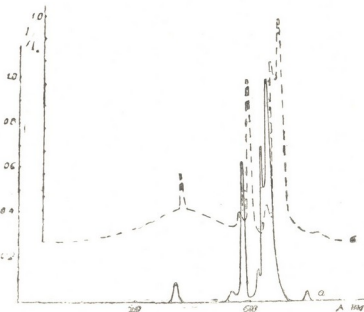


Рис. 2. Спектры катодолуминесценции люминофоров II (кривая «а») и III (кривая «б»)

Повышение степени ковалентности связей в кристаллофосфоре влечет за собой повышение скорости миграции дырки в основном веществе и, следовательно, увеличение вероятности ее захвата ионом активатора, что также вносит свой вклад в повышение яркости.

Снижение интенсивности свечения люминофора под действием продолжительного облучения электронами вообще может быть вызвано как образованием центров окраски, так и термическим эффектом (увеличение количества безызлучательных переходов в центрах по мере нагревания рабочего слоя образца). Поскольку в нашем случае локализация свободного электрона вблизи иона ванадия более вероятна, чем вблизи иона висмута (в соответствии с силой поля ионов и принимая во внимание подобие структур висмутатов и ванадатов иттрия тетрагональная кристаллическая структура [9]), вероятность образования центров окраски в образцах с висмутом должна быть ниже, чем в образцах без висмута. Кроме того, в присутствии висмута уменьшается доля безызлучательных переходов вследствие большего энергетического расстояния между основным и возбужденным уровнями иона Bi^{3+} (максимум полосы излучения висмута лежит в более коротковолновой области спектра, чем полосы излучения Eu^{3+} , и вероятность температурного тушения висмута меньше).

Следует также отметить, что в некоторых случаях при синтезе $YVO_4 \cdot Eu$ для увеличения выхода конечного продукта применяют сплавление исходных компонентов с Na_2CO_3 . Первоначальная яркость такого люминофора (люминофор IV, рис. 1) составляет $\sim 75\%$ от на-

ჩაწყობის ხარისხი და სიხშირის მნიშვნელობა. მათი კვლევის შედეგად აღინიშნა, რომ ლუმიანობის მაქსიმუმი და სიხშირის მნიშვნელობა მატერიალის სინთეზის ხარისხზეა დამოკიდებული. მათი კვლევის შედეგად აღინიშნა, რომ ლუმიანობის მაქსიმუმი და სიხშირის მნიშვნელობა მატერიალის სინთეზის ხარისხზეა დამოკიდებული.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 21.1.1977)

ფიზიკა

ვ. კაჩიბაია, ლ. შტეინლუხტი, ბ. სეშავილი,
 ტ. გავრილენკო

ბისმუტის გავლენა $YVO_4 \cdot Eu$ ლუმიანობის
 კათოდოლუმინესცენციაზე და ელექტრონებით
 დასხივების მიმართ მდგრადობაზე
 რეზიუმე

შესწავლილ იქნა $YVO_4 \cdot Eu$ -ის კათოდოლუმინესცენციის სპექტრალური მახასიათებლები და მისი მდგრადობა ელექტრონებით დასხივების მიმართ. დადგინდა, რომ ვანადიუმის თავისუფალი ხუთყვანის თანაობა ნიმუშში ლუმიანობის მდგრადობას აქვეითებს, ხოლო ბისმუტის შეყვანა თანააქტივატორის სახით ზრდის როგორც სიხშირის ნათებას, ისე ნიმუშების მდგრადობას, გადაანაცვლებს რა Eu^{3+} გამოსხივების ზოლების მაქსიმუმებს გრძელტალღიან არეში.

PHYSICS

V. N. KACHIBAIA, L. S. STEINLUKHT, B. I. SEPASHVILI, T. B. GAVRILENKO

THE INFLUENCE OF BISMUTH ON CATHODE LUMINESCENCE
 AND STABILITY IN THE ELECTRON IRRADIATION OF $YVO_4 \cdot Eu$
 LUMINOPHORS

Summary

The spectral characteristics of cathode luminescence and stability in the electron irradiation by luminophor $YVO_4 \cdot Eu$ are studied. The presence of free vanadium pentoxide in the specimen reduces the stability of the luminophor, slightly influencing its original brightness. Introduction of bismuth as a coactivator increases both its original brightness and the stability of specimens, simultaneously shifting the maximum bands of europium emission towards the longwave region.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. K. Datta. Trans. Metallurg. Soc. AIME, 239, № 3, 1967, 355.
2. R. K. Datta. J. Electrochem. Soc., 114, № 10, 1967, 1057.
3. S. S. Trond *et al.* J. Electrochem. Soc., 116, № 7, 1969, 1047.
4. O. J. Sovers, J. Gashurov, T. Yoshioka. J. Chem. Phys., 54, № 6, 1971.
5. М. Я. Ходос и др. Труды Ин-та химии Уральск. науч. центра АН СССР, 23, 1971.
6. J. Blasse. J. Solid State Chem., 4, № 1, 1972, 52.
7. А. С. Москвин. Ж. прикл. спектр. 18, № 1, 1973, 54.
8. О. Н. Казанкин и др. Неорганические люминофоры. Л., 1975.
9. Сб. «Диаграммы состояния неметаллических систем», т. 7. М., 1972.

Г. В. ГУДЖАБИДЗЕ

К ВОПРОСУ О КОСОМ ОБТЕКАНИИ ПЛАСТИНКИ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 27.12.1976)

Поток маловязкой, несжимаемой жидкости со скоростью, имеющей величину U и направленной вдоль отрицательной оси x , обтекает пластинку, наклоненную к оси абсцисс под углом α . Длина пластинки равна $2l$ (рис. 1).

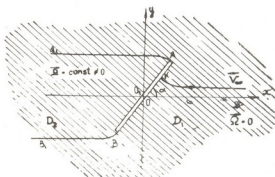


Рис. 1. Область $D = D_1 + D_2$ течения при косом обтекании пластинки

При определенных допущениях, сделанных в работе [1] на основе действительной картины косоуго обтекания пластинки вязкой жидкостью [2], из уравнений движения вязкой, несжимаемой жидкости при предельном течении (когда вязкость жидкости $\mu \rightarrow 0$), являющихся предметом исследования Озеена [3, 4], получаются

$$\rho_0 [\vec{v} \cdot \vec{\Omega}] - \text{grad } q = 0, \quad \text{div } \vec{v} = 0, \quad (1)$$

где \vec{v} — скорость, p — давление и ρ_0 — плотность жидкости,

$$\vec{\Omega} \equiv \text{rot } \vec{v}, \quad q \equiv p + \frac{\rho_0 v^2}{2}.$$

С учетом отсутствия вихрей в одной части D_1 области течения $D = D_1 + D_2$ жидкости [3, 5, 6] и направления суммарного вихря в другой ее части D_2 на основе уравнений (1) получается, что

$$p = c - \frac{\rho_0 v^2}{2} \quad \text{в } D_1 \quad (2)$$

$$p = c - \frac{\rho_0 v^2}{2} + \rho_0 \Omega \int (-v_y dx + v_x dy) \quad \text{в } D_2 \quad (3)$$

Здесь c — произвольная постоянная.

Согласно методу, изложенному в работе [3], по граничным условиям, обусловленным предложенной в работе [1] схемой косоуго обтекания пластинки, определена комплексная скорость исследуемого течения в виде функции

$$\frac{dw}{dz} = -U \frac{\zeta + 1}{\zeta + e^{-i2\alpha}}, \quad (4)$$

имеющей при $\alpha = \frac{\pi}{4}$ вид

$$\frac{dw}{dz} = -U \frac{\zeta + 1}{\zeta - i}. \quad (5)$$

Здесь w обозначает комплексный потенциал течения в области D ; ζ — произвольная точка области D' на плоскости $\zeta = \xi + i\eta$, ограниченной окружностью L' единичного радиуса. Область D' конформно отображается в область $D = D_1 + D_2$ на плоскости $z = x + iy$, ограниченную контуром $L = L_1 + L_2$ обтекаемой пластинки, при помощи функции

$$z = \frac{le^{i\alpha}}{2i} \left(\zeta - \frac{1}{\zeta} \right). \quad (6)$$

Здесь и далее использованы следующие обозначения: $BOAO_1 \equiv L_1$, $BOA \equiv L_1$, $AO_1B \equiv L_2$ (см. рис. 1). При этом точке $\zeta = \infty$ соответствует точка $z = \infty$ [3]. С учетом того, что

$$\zeta = \frac{iz \pm \sqrt{l^2 e^{i2\alpha} - z^2}}{le^{i\alpha}}, \quad (7)$$

из (5) получается

$$\bar{v} = -\frac{U}{2} (1+i) \left(1 \pm \sqrt{\frac{le^{i\alpha} + z}{le^{i\alpha} - z}} \right),$$

где знак «+» соответствует области D_2 , а знак «-» — области D_1 . Отсюда

$$\bar{v} = -\frac{U}{2} (1+i) \left(1 \pm \sqrt{\frac{l-\rho}{l+\rho}} \right) \quad (8)$$

и

$$\bar{v} = -\frac{U}{2} (1+i) \left(1 \pm \sqrt{\frac{l+\rho}{l-\rho}} \right). \quad (9)$$

В первом из этих выражений знак «+» соответствует точкам контура $L_{22} \equiv O_1B$, а знак «-» — точкам контура $L_{11} \equiv BO$, во втором знак «+» — точкам контура $L_{21} \equiv AO_1$, а знак «-» — точкам контура $L_{12} \equiv OA$; кроме того, через ρ обозначается расстояние от произвольной точки пластинки до начала координат.

На основе выражений (8) и (9) из (2) и (3) получается распределение давлений вдоль обтекаемого контура:

$$p = c - \frac{\rho_0 U^2}{2} \left(\frac{l}{l+\rho} - \sqrt{\frac{l-\rho}{l+\rho}} \right) \equiv p_{11} \quad \text{на } L_{11}, \quad (10)$$

$$p = c - \frac{\rho_0 U^2}{2} \left(\frac{l}{l-\rho} - \sqrt{\frac{l+\rho}{l-\rho}} \right) \equiv p_{12} \quad \text{на } L_{12}, \quad (11)$$

$$p = c - \frac{\rho_0 U^2}{2} \left(\frac{l}{l-\rho} + \sqrt{\frac{l+\rho}{l-\rho}} \right) - \\ - \frac{V\sqrt{2}}{2} \rho_0 U \Omega \left(\rho - \sqrt{l^2 - \rho^2} + l \operatorname{arcsin} \frac{\rho}{l} \right) \equiv p_{21} \quad \text{на } L_{21}, \quad (12)$$

$$p = c - \frac{\rho_0 U^2}{2} \left(\frac{l}{l+\rho} + \sqrt{\frac{l-\rho}{l+\rho}} \right) + \\ + \frac{V\sqrt{2}}{2} \rho_0 U \Omega \left(\rho + \sqrt{l^2 - \rho^2} + l \operatorname{arcsin} \frac{\rho}{l} \right) \equiv p_{22} \quad \text{на } L_{22} \quad (13)$$

где $\Omega = \frac{2U \sin \alpha}{l}$ (или при $\alpha = \frac{\pi}{4}$ $\Omega = \frac{V\sqrt{2}U}{l}$) суть суммарное значение вихря в области D_2 .

Проекция на оси абсцисс силы воздействия жидкости на обтекаемый контур L определяется с учетом значений (10)–(13) давлений и dx, dy на отдельных частях контура L :

$$X = - \oint_L p dy = \frac{V\sqrt{2}}{2} \int_0^l (-p_{11} - p_{12} + p_{21} + p_{22}) d\rho = \\ = \frac{V\sqrt{2}}{2} \left\{ -\rho_0 U^2 \left(\int_0^l \sqrt{\frac{l-\rho}{l+\rho}} d\rho + \int_0^l \sqrt{\frac{l+\rho}{l-\rho}} d\rho \right) + \right. \\ \left. + V\sqrt{2} \rho_0 U \Omega \int_0^l \sqrt{l^2 - \rho^2} d\rho \right\} = -1,12 \rho_0 U^2 l.$$

Аналогичным образом получается

$$Y = \oint_L p dx = \frac{V\sqrt{2}}{2} \int_0^l (p_{11} + p_{12} - p_{21} - p_{22}) d\rho = 1,12 \rho_0 U^2 l.$$

Главный момент сил, действующих со стороны жидкости на обтекаемый контур L относительно оси, перпендикулярной плоскости течения и проходящей через начало координат, равен

$$M_z = \oint_L p (x dx + y dy) = \int_0^l \rho (-p_{11} + p_{12} - p_{21} + p_{22}) d\rho = \\ = \rho_0 U^2 \left\{ - \int_0^l \rho \sqrt{\frac{l-\rho}{l+\rho}} d\rho + \int_0^l \rho \sqrt{\frac{l+\rho}{l-\rho}} d\rho \right\} +$$

$$+ \sqrt{2\rho_0} U \Omega \left\{ \int_0^l \rho^2 d\rho + l \int_0^l \rho \arcsin \frac{\rho}{l} d\rho \right\} = 3,01 \rho_0 U^2 l^2,$$

если принять во внимание значения давлений и $(xdx + ydy)$ на отдельных частях контура L .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.1.1977)

ფიზიკა

ბ. გუჯაბიძე

ფირფიტის ირიბი გარსდენის საკითხისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია მცირედბლანტი უკუმში სითხის ერთგვაროვანი ნაკადით ფირფიტის ირიბი გარსდენა.

ფირფიტის ირიბი გარსდენის აღრე წარმოდგენილი სქემის საფუძველზე განსაზღვრულია სითხის სიჩქარე ნამდვილი დინების არეში. მოცემულია გარსდენის კონტურის გასწვრივ წნევების განაწილება; გათვლილია გარსდენად ფირფიტაზე სითხის ზემოქმედების ძალების მთავარი ვექტორისა და მთავარი მომენტის პროექციები დადენილი ნაკადის სიჩქარის მიმართულებისადმი ფირფიტის დახრის გარკვეული კუთხის დროს.

PHYSICS

G. V. GUJABIDZE

CONCERNING THE OBLIQUE STREAMLINING OF A FLAT PLATE

Summary

The oblique streamlining of a flat plate by a uniform current of incompressible liquid of small viscosity is investigated.

On the ground of the earlier suggested scheme of the oblique streamlining of a flat plate the velocity in the area flow is determined; the distribution of pressures along the streamlined plate is given; the projection of the total force and total moment of the action of the fluid on the plate at a definite angle of inclination of the plate with the direction of the velocity of the current has been calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Гуджабидзе. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
2. А. Зоммерфельд. Механика деформируемых сред. М., 1954.
3. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика, т. I, II. М.—Л., 1948.
4. Современное состояние гидродинамики вязкой жидкости, т. I. Под ред. С. Гольдштейна. М., 1948.
5. М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. Проблемы гидродинамики и их математические модели. М., 1973.
6. Дж. Бетчелор. Введение в динамику жидкости. М., 1973.



Т. Г. АДАМШВИЛИ

СПИНОВАЯ ДИФФУЗИЯ В УСЛОВИЯХ МАГИЧЕСКОГО УГЛА И СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 27.1.1977)

В диамагнитном кристалле с малой концентрацией парамагнитных ионов в спин-решеточной релаксации ядер основной решетки большую роль играет ядерная спиновая диффузия (СД). СД обычно обусловлена секулярной частью диполь-дипольного взаимодействия между ядерными спинами [1]. Во вращающейся системе координат при выполнении условия магического угла, т. е. при $\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$, в первом

приближении теории возмущений по параметру $\frac{H_L}{H_e}$ секулярная часть диполь-дипольного взаимодействия между ядерными спинами обращается в ноль (θ — угол между постоянным полем и эффективным полем H_e , H_L — локальное поле). В таких условиях можно ожидать, что ядерная СД будет сильно подавлена. Несмотря на это, как показывает эксперимент [2], в некоторых образцах (например, в кристалле CaF_2 , содержащем 1 атомный % CeF_3) распад ядерной намагниченности вдоль эффективного поля в условиях магического угла происходит по закону $\exp\left\{-\frac{t}{T_1^*}\right\}$. Время ядерной спин-решеточной релаксации T_1^* в 10 раз больше его же значения в резонансном поле той же интенсивности. Экспоненциальный характер распада показывает, что СД все же играет большую роль в релаксационном процессе.

В данной работе вычисляется коэффициент СД, обусловленный несекулярными членами диполь-дипольного взаимодействия, и проводится количественное сравнение с экспериментом [2]. Для вычисления воспользуемся секулярной частью диполь-дипольного взаимодействия между ядерными спинами I во втором порядке теории возмущений (обусловленных несекулярными членами), которая имеет вид [3, 4] (считаем, что $t = 1$)

$$H_d = \frac{1}{18\omega_e} \{[H^{-1}, H^1] + \frac{1}{4} [H^{-2}, H^2]\},$$

$$H^1 = \sum_{i < j} B_{ij} (I_i^+ I_j^+ + I_i^- I_j^-), H^2 = \sum_{i < j} B_{ij} I_i^+ I_j^+, H^{-1} = (H^1)^+,$$

$$H^{-2} = (H^2)^+, \quad B_{ij} = \frac{3}{2} \gamma_I^2 (1 - 3 \cos^2 \theta_{ij}) |x_i - x_j|^{-3}, \quad \omega_e = \sqrt{(\omega - \omega_{0I})^2 + \omega_{1I}^2},$$

$$\omega_0 = \gamma_I H_0 \quad \omega_{1I} = \gamma_I H_{1I}$$

H_{1I} и ω — амплитуда и частота переменного поля, H_0 — постоянное магнитное поле, γ_I — гиромагнитное отношение ядер.

Отметим, что во втором приближении теории возмущений секулярная часть диполь-дипольного взаимодействия дает однородный сдвиг зеемановских уравнений, т. е. первый момент $M_1 \neq 0$ (см. по этому поводу [3, 4]). Поэтому плотность ядерного зеемановского гамильтониана примет вид

$$H_I(x) = (\omega_e + M_1) \sum_i \delta(x - x_i) I_i^z.$$

Коэффициент СД вычисляется по формуле [5, 6]

$$D_{\alpha\beta} = - \frac{1}{2 \langle H_I^2(x) \rangle} \int dx' \int_{-\infty}^0 dt e^{et} (x - x')_{\alpha} (x - x')_{\beta} \langle K(x', t) k(x) \rangle,$$

где плотность потока

$$K(x) = \frac{1}{i} [H_I(x), H_d],$$

$K(x', t)$ — плотность потока в гайзенберговском представлении.

Воспользовавшись известной гауссовой аппроксимацией [7] для соответствующих корреляционных функций, после довольно громоздких вычислений получим

$$D_{\alpha\beta} = \frac{1}{81 \omega_e^2 N} \sqrt{\frac{2\pi}{M_2^z + 2(M_2^{+-} - M_1^2)}} \sum_{ijk \neq} \{ 1/8 B_{ij}^2 B_{jk}^2 (x_i - x_k)_{\alpha} (x_i - x_k)_{\beta} +$$

$$+ (x_i - x_j)_{\alpha} (x_i - x_j)_{\beta} \} + B_{ij}^2 B_{ik}^2 B_{jk}^2 [(x_i - x_j)_{\alpha} (x_i - x_j)_{\beta} - (x_i - x_k)_{\alpha} (x_i - x_k)_{\beta}], \quad (1)$$

где M_2^z , M_2^{+-} — вторые моменты корреляционных функций $\langle \tilde{I}_n^z(t) I_n^z \rangle$ и $\langle \tilde{I}_n^+(t) I_n^- \rangle$, которые имеют вид

$$M_2^z = \frac{2}{81 \omega_e^2} \sum_{i < j} (B_{in}^2 B_{jn}^2 + \frac{5}{4} B_{ij}^2 B_{in}^2 + B_{in}^2 B_{ij} B_{jn} - B_{ij}^2 B_{in} B_{jn}), \quad (2a)$$

$$M_2^{+-} = \frac{1}{81 \omega_e^2} \sum_{i < j} (8,5 B_{in}^2 B_{jn}^2 + 11 B_{in}^2 B_{ij}^2 + 2 B_{ij}^2 B_{in} B_{jn} + 10 B_{in}^2 B_{ij} B_{jn}) +$$

$$+ \frac{1}{36 \omega_e^2} \sum_i B_{in}^4, \quad (2b)$$

N — число ядер, $\tilde{I}_n^z(t)$ и $I_n^{\pm}(t)$ — спиновые операторы в представлении взаимодействия.

Из выражений (1) и (2) видно, что коэффициент СД, обусловленный несекулярными членами, обратно пропорционален первой степени амплитуды переменного поля $D_{\alpha\beta} \sim \omega_e^{-1}$. Этим и объясняется тот факт, что СД в условиях магического угла не подавляется полностью.

Хорошо известно [1], что время ядерной спин-решеточной релаксации $T_1^* \sim D_{\text{эф}}^{-3/4}$. Учитывая выражения (1) и (2), получаем, что $T_1^* \sim \omega_e^{2/4}$. В эксперименте [2] также наблюдается уменьшение скорости релаксации с ростом амплитуды эффективного поля.

Для количественного сравнения с экспериментом проведем вычисление коэффициента ядерной СД для кристалла CaF_2 , в котором ядра фтора образуют простую кубическую решетку. Ограничиваясь лишь учетом спинов первой координационной сферы, для направления поля $H_0 \uparrow \uparrow [110]$ имеем

$$\frac{D_0}{D} \sim \frac{\omega_e a^3}{\gamma_I^2} \quad (3)$$

где D_0 — коэффициент СД в случае точного резонанса, a — постоянная решетки. Для ядер фтора $a = 2,73 \cdot 10^{-8}$ см,

$$\frac{\gamma_I'}{2\pi} = 4007 \frac{2\pi}{2c}, \quad \omega_e = \gamma_I H_e, \quad \text{где } H_e = 25 \text{ Гс.}$$

Подставляя численные значения в выражение (3), получаем $\left(\frac{\omega_e a^3}{\gamma_I^2} \approx 20\right)$, которая находится в хорошем соответствии с экспериментальным результатом $\left(\frac{D_0}{D} \approx 21,6\right)$.

Если вместо парамагнитной примеси имеем быстрорелаксирующие примесные ядра S , тогда аналогично работам [1, 8] скорость непосредственной релаксации спинов основной решетки дается формулой

$$T_{\text{неп}}^{-1} \sim \omega_{1s}^2 (\omega_e + M_1)^{-1} [2(\omega' - \omega_{0s})^2 + \omega_{1s}^2]^{-1/2}, \quad (4)$$

где

$$\omega_{0s} = \gamma_s H_0, \quad \omega_{1s} = \gamma_s H_{1s}.$$

В диамагнитном кристалле с малой концентрацией парамагнитной примеси решение релаксационного уравнения с учетом СД дается в работе [1], в которой предполагалось, что связь между ядрами значительно слабее, чем ближайших ядер с парамагнитной примесью.

В общем случае, когда рассматривается релаксация ядер, обусловленная ядерными спинами S , результаты работы [1] несправедливы. Однако, когда выполняется условие магического угла для спинов I , связь между спинами I становится значительно слабее, чем связь $I-S$. Это обстоятельство дает возможность вычислить время релаксации аналогично работе [1], следуя которой нужно рассмотреть два случая: $\delta > b$ и $\delta < b$, где

$$b = 0,68 k \left(2 \frac{\gamma_s}{\gamma_I} \omega_e a^3 \right)^{1/4} a, \quad (5)$$

$$k = \omega_{1s}^{1/2} (\omega_e + M_1)^{-1/4} [2(\omega' - \omega_{0s})^2 + \omega_{1s}^2]^{-1/8},$$

при точном резонансе

$$k = k(\text{max}) = 1.$$

Величина b определяет область вокруг спина S , где непосредственная релаксация эффективнее СД.

δ — диффузионный барьер, который при ДЯР равен нулю. Если выполняется условие магического угла для спинов I , в случае, когда время спин-спиновой релаксации ядер I $T_2 > \tau$ -времени спин-спиновой релаксации спина S ,

$$\delta \approx \left(2 \frac{\gamma_s}{\gamma_I} \omega_e a^3 \frac{\gamma_s H_0}{2kT} \right)^{1/3} a. \quad (6)$$

Сравнивая (6) и (5) и учитывая, что $\gamma_s H_0 \ll 2kT$, получаем, что всегда $\delta < b$, т. е. имеет место только случай «ограниченной диффузии». В этом случае время спин-решеточной релаксации имеет вид (предполагаем, что спины S сильно связаны с решеткой)

$$T \sim \omega_e^{3/4} (\omega_e + M_1)^{1/4} \omega_{1s}^{-1/2} [2(\omega' - \omega_{0s})^2 + \omega_{1s}^2]^{1/8}.$$

Из этого выражения очевидно, что с ростом ω_{1s} время релаксации уменьшается, а с ростом ω_e увеличивается.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.1.1977)

ფიზიკა

გ. ადამაშვილი

სპინური დიფუზიის მაგიური კუთხის პირობებში და
სპინ-მესერული რელაქსაცია

რეზიუმე

განხილულია ბირთვების სპინ-მესერულ რელაქსაციაზე სპინური დიფუზიის გავლენა მაგიური კუთხის პირობებში.

ნაჩვენებია, რომ სპინური დიფუზია, გაპირობებული არასეკულარული წევრებით, დიდ როლს თამაშობს ბირთვების რელაქსაციაში მაგიური კუთხის პირობებში. თეორია ექსპერიმენტთან კარგ თანხმობაშია.

განხილულია ბირთვების რელაქსაცია, გაპირობებული ძინარეული ბირთვებით.

PHYSICS

G. T. ADAMASHVILI

SPIN DIFFUSION UNDER MAGIC ANGLE CONDITION AND SPIN-LATTICE RELAXATION

Summary

The influence of spin diffusion on nucleus spin-lattice relaxation under magic angle conditions is considered.

It is shown that spin diffusion caused by non-secular members plays an important role in nuclear relaxation under magic angle conditions. The theory agrees well with the experiment. Relaxation of nuclei caused by impurity nuclei is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Хуцишвили. УФН, 87, 1965, 211.
2. D. Tse, S. Hartmann. Phys. Rev. Lett. 21, 1968, 511.
3. M. Lee, H. Goldburg. Phys. Rev., 140, A, 1261, 1965.
4. J. Jeener *et al.* Phys. Rev., 133, A, 478, 1964.
5. ლ. ლ. Буишვილი, Д. Н. Зубарев. ФТТ, 7, 1965, 722.
6. ლ. ლ. Буишვილი, Н. П. Гиоргадзе. ДАН СССР, 189, 1969, 508.
7. А. Абрагам. Ядерный магнетизм. М., 1963.
8. Г. Т. Адамашвили. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974, 329.



Э. Х. ХАЛВАШИ

ВЛИЯНИЕ НАСЫЩАЮЩЕГО СВЧ ПОЛЯ НА ПОЛЯРИЗАЦИЮ ЯДЕР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 12.8.1976)

При изучении релаксационных процессов в твердых телах, содержащих примесные центры, было предположено существование обменно-связанных групп электронных спинов примеси [1]. Обменное взаимодействие, наряду с зеемановской энергией, выделялось в отдельную подсистему — обменный резервуар [2], и принималось, что квант обменного взаимодействия ω_{ex} порядка или больше зеемановской частоты электронов ω_s ($\omega_{ex} \geq \omega_s$). В виду того что эти подсистемы непосредственно не связаны друг с другом (гамильтониан обменного взаимодействия H_{ex} коммутирует с гамильтонианом зеемановского взаимодействия H_z), во внимание принималось слабое, по сравнению с H_{ex} , анизотропное спин-спиновое взаимодействие, устанавливающее контакт между этими подсистемами. Однако если $\omega_{ex} \ll \omega_s$, то зеемановская и обменная подсистемы снова оказываются изолированными друг от друга и имеет место обычная ситуация обменного сужения резонансной линии.

Как показано в работе [3], контакт между электронной обменной и зеемановской подсистемами возможен и в условиях обменного сужения, если учесть влияние насыщающего СВЧ поля. В данной заметке исследуется влияние насыщающего СВЧ поля на поляризацию ядер основной решетки.

Рассмотрим, для конкретности, образцы, содержащие локальные центры (например, F-центры, акцепторы и доноры в полупроводниках и т. п.), в которых существенно сверхтонкое взаимодействие электронов со «своими» ядрами. Рассмотрение будем проводить в условиях обменного сужения.

Гамильтониан задачи в лабораторной системе координат имеет вид

$$\begin{aligned}
 H = & -\omega_I \sum_i I_i^z + \omega_s \sum_n S_n^z + H_{ex} + 2\omega_1 \sum_n S^x \cos \omega t + \\
 & + A \sum_n I_n^z S_n^z + \frac{1}{2} \sum_{in} (V_{in}^- I_i^+ + V_{in}^+ I_i^-) S_n^z.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Первый и второй члены — зеемановские энергии ядер основной решетки и электронов, третий — обменное взаимодействие электронов, четвертый — взаимодействие электронов с СВЧ полем с частотой ω и по-

луамплитудой $h_1 = \omega_1 / \gamma$, пятый и шестой члены — соответственно сверхтонкое взаимодействие электронов со «своими» ядрами и часть диполь-дипольного взаимодействия электронов с ядрами матрицы, ответственная за поляризацию последних¹⁾. Коэффициенты $V_{in}^{z\pm}$ имеют известный вид [4], A — константа сверхтонкого взаимодействия, ω_J — зеемановская частота ядер, $I_i^\pm = I_i^x \pm I_i^y$, I_i^α и S_n^α ($\alpha = x, y, z$) — составляющие ядерного и электронного спинов, индексы n и i нумеруют узлы, занятые примесью и ядрами основной решетки соответственно (всюду принимаем, что $h = 1$).

С помощью оператора $\exp\left(i\theta \sum_n S_n^y\right) \exp\left(i\omega t \sum_n S_n^z\right)$ перейдем в систему координат, вращающуюся с частотой ω вокруг оси z и наклоненную под углом θ к лабораторной системе координат. Гамильтониан (1) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{H} = & -\omega_J \sum_i I_i^z + \Omega \sum_n S_n^z + H_{ex} + A \cos \theta \sum_n I_n^z S_n^z + \\ & + \frac{1}{2} \cos \theta \sum_{in} (V_{in}^{z+} I_i^- + V_{in}^{-z} I_i^+) S_n^z - \\ & - A \sin \theta \sum_n I_n^z S_n^x - \frac{1}{2} \sin \theta \sum_{in} (V_{in}^{z+} I_i^- + V_{in}^{-z} I_i^+) S_n^x, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\Omega = \sqrt{(\omega_s - \omega)^2 + \omega_1^2}$, $\cos \theta = (\omega_s - \omega) / \Omega$, $\sin \theta = \omega_1 / \Omega$, S_n^z и S_n^x — проекции электронного спина на оси новой системы координат.

Следуя далее работе [5], выделяем в качестве отдельных подсистем электронную зеемановскую, электронную обменную и ядерную зеемановскую энергии с соответствующими обратными температурами β_s , β_{ex} , и β_J . Применяя метод неравновесного статистического оператора [6] и учитывая, что участок обменный резервуар-решетка играет роль узкого горла, т. е. в процессе релаксации ядер электронная обменная и зеемановская подсистемы успевают прийти в равновесие друг с другом с единой обратной температурой $\beta = \beta_s = \beta_E$, для скорости установления ядерной поляризации получаем

$$\frac{1}{\tau} = \frac{4}{3} S(S+1) \sum_n |V_{in}^{z\pm}|^2 \sqrt{\frac{\pi}{\Delta_z}} \frac{(\omega_s - \omega)^2}{(\omega_s - \omega)^2 + \omega_1^2}, \quad (3)$$

где S — спиновое квантовое число, Δ_z^2 — второй момент корреляционной функции $Sp S_n^z S_n^z(t) / Sp 1$. Ради простоты принято также, что $\Delta_z^2 \gg \omega_1^2$. Необходимо заметить, что, в отличие от работы [7], где существенно электронное диполь-дипольное взаимодействие, случай $\Delta_z^2 \gg \omega_1^2$ может реализоваться при любом значении угла θ . Мы не принимаем во внимание непосредственную связь ядерной и электронной зеемановской подсистем с решеткой, так как обычно релаксация ядер матрицы осуществляется через примесные электроны, а электронной зеемановской энергии — через обменный резервуар.

¹⁾ Поскольку предполагается, что $\omega_{ex} \ll \omega_s$, мы пренебрегли в (1) недиагональной по электронному спину частью электронноядерного взаимодействия.

Прежде чем перейти к непосредственному изучению поляризации ядер, необходимо установить область частот и амплитуд СВЧ поля, в которой связь между электронами и ядрами наиболее эффективна.

1. При $\omega = \omega_s$ или $\omega_1 \gg \omega_{ex}$, согласно выражению (3), $1/\tau \rightarrow 0$. Следовательно, в этих условиях связь между электронной и ядерной подсистемами слабая.

2. При $\omega \neq \omega_s$, таким, что

$$|\omega - \omega_s| \sim \omega_{ex} \gg \omega_1, \quad (4)$$

вместо (3) будем иметь

$$\frac{1}{\tau} \sim S(S+1) \sum_n |V_{in}^z|^2 \sqrt{\frac{\pi}{2\Delta_z^2}}, \quad (5)$$

и связь между электронной и ядерной подсистемами достаточно эффективна.

Выражение для стационарной электронной обратной температуры, согласно работе [8], имеет вид

$$\frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\omega_s(\omega_s - \omega)}{(\omega_s - \omega)^2 + \omega_1^2 + \Delta^2}, \quad (6)$$

где $\Delta \sim \Delta_z \sim \omega_{ex}$, β_0 — обратная температура решетки. В условиях (4) $\beta_l \rightarrow \beta$, поэтому вместо выражения (6) в случае $|\omega_s - \omega| \sim \omega_{ex} \sim \omega_1$ будем иметь

$$\frac{|\beta_l|}{\beta_0} \approx \frac{\omega_s}{3\omega_1} \quad (7)$$

и в случае $|\omega_s - \omega| \sim \omega_{ex} \gg \omega_1$

$$\frac{|\beta_l|}{\beta_0} \approx \frac{\omega_s}{2\omega_{ex}} \quad (8)$$

Таким образом, в условиях (4) поляризация ядер сначала, при увеличении амплитуды переменного поля, увеличивается и достигает своего максимального значения, определяемого выражением (8), а затем, при дальнейшем увеличении амплитуды ($\omega_1 \sim \omega_{ex}$), уменьшается и становится равной $\omega_s/(3\omega_1)$. При еще большем увеличении амплитуды СВЧ поля ($\omega_1 \gg \omega_{ex}$) так же, как при $\omega = \omega_s$, связь между электронами и ядрами матрицы нарушается и поляризация ядер не происходит.

Указанные особенности поляризации ядер основной решетки можно наблюдать в образцах, содержащих локальные электронные центры, прикладывая к системе насыщающее СВЧ поле на частоте $\omega \neq \omega_s$. Сначала, с увеличением амплитуды переменного поля, сигнал ядерного магнитного резонанса (ЯМР) увеличивается (увеличивается поляризация ядер). При дальнейшем увеличении ω_1 сигнал ЯМР уменьшается и при $\omega_1 \gg \omega_{ex}$ становится таким же, как без учета влияния СВЧ поля.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 14.1.1977)

თ. ხალვაში

ბამჟერებელი ზემალალი სიხშირის ველის ბავლინა
 ბირთვების პოლარიზაციაში

რეზიუმე

განხილულია მაგნიტური მინარევის შემცველი კრისტალების ძირითადი მესერის ბირთვების პოლარიზაცია ბამჟერებელი ზემალალი სიხშირის მაგნიტური ველის ბავლინით. მხედველობაში მიღებულია ელექტრონული სპინების ბაცვლითი ურთიერთბმედება და მათი ურთიერთბმედება საკუთარ ბირთვებთან. ბამოთვლილია ბირთვული რელაქსაციის დრო და ბირთვების პოლარიზაციის ხარისხი.

PHYSICS

E. Kh. KHALVASHI

THE EFFECT OF A SATURATING UHF FIELD ON NUCLEAR
 POLARIZATION

Summary

The effect of an UHF field on the polarization of nuclei of the main crystal lattice containing magnetic impurities is considered. The exchange interaction of electron spins and their interaction with the nuclei are taken into account. The expression for the nuclear relaxation time is obtained and the degree of nuclear polarization estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. W. Warren, D. W. Feldman, I. G. Castle. Phys. Rev., 136, 1964.
2. N. Bloembergen, S. Wang. Phys. Rev., 93, 1954.
3. E. Kh. Khalvashi. Phys. Stat. Sol. (b), 67, 1975.
4. А. Абрагам. Ядерный магнетизм. М., 1963.
5. Э. Х. Халваши. ФТТ, 18, 1976.
6. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М., 1971.
7. Н. С. Бендиашвили, Л. Л. Буишвили и М. Д. Звиададзе. ФТТ, 8, 1966.
8. A. G. Redfield. Phys. Rev., 98, 1955.



Е. И. ЗАЙЦЕВА

О ФУНКЦИИ СВЕТИМОСТИ ЗВЕЗД В НАПРАВЛЕНИИ
 НА СЕВЕРНЫЙ ГАЛАКТИЧЕСКИЙ ПОЛЮС

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 10.2.1977)

Развитие общей проблемы строения Галактики потребовало за последнее время определения значений фотометрических, спектральных и других параметров звезд вокруг галактических полюсов и исследования их пространственного распределения.

Этому требованию отвечает настоящая работа, являющаяся продолжением работ [1, 2], в которых приведен составленный нами Каталог звездных величин, показателей цвета, спектральных классов и классов светимости для 4268 звезд и изучены пространственное распределение звезд и межзвездная среда в области площадью в 136 квадратных градусов в одном секторе окрестности северного галактического полюса. На основе этих данных нами вычислены функции светимости звезд.

Значения пространственных плотностей звезд, полученные в [2], использованы для нахождения функции светимости для расстояний вплоть до 400 пс от галактической плоскости.

В таблице даны спектральные группы звезд и соответствующие им средние абсолютные величины, использованные для вычисления функций светимости.

Спектральная группа	\bar{M}_v	Спектральная группа	\bar{M}_v
K3—K5 III	+0,3	F0—F6	+3,10
B8—A0	+0,5	F8—G2	+4,45
K1—K2 III	+0,9	G5—K0	+5,50
G8—K0 III	+1,4	K1—K2	+6,20
A1—A7	+1,9	K3—K5	+7,00

Функция светимости в виде $\lg \Phi(M) + 10$ для расстояния в 100 пс от галактической плоскости представлена на рис. 1 (отмечена черными кружочками), где для сравнения дана также функция светимости, построенная Аггреном [3]. Последняя получена для звезд в окрестности северного галактического полюса для $z \leq 100$ пс (светлые кружки). Представленные функции в интервале абсолютных величин $+1,0 \leq M_v \leq +5,0$ не отличаются друг от друга.

Изменения функции светимости с удалением от галактической плоскости в областях высоких галактических широт привлекают внимание ряда исследователей [3, 4].

Первые функции светимости для звезд в окрестности северного галактического полюса вплоть до 500 пс от галактической плоскости были получены Апгреном [3] на основе изучения звезд в области, граничащей с нашей.

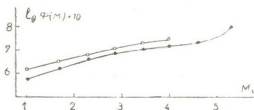


Рис. 1

На рис. 2 представлено сравнение хода функций светимости для $z=200$ пс (точки) и 400 пс (штрих-пунктир), полученных нами, и функций светимости для этих же расстояний, выведенных Апгреном [3] (функция светимости для $z=200$ пс—сплошная линия, для $z=400$ пс—прерывистая).

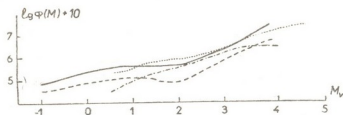


Рис. 2

Как видно, функция светимости Апгрена [3] для $z=200$ и 400 пс имеет максимум около $M_v=+1,0$ и минимум около $M_v=+2,0$. Аналогичный эффект имеет место и для функции светимости для шарового скопления М3 [5].

В свое время Мак-Каски [4], проанализировав данные Апгрена [3], заметил, что в указанном интервале, хотя и наблюдается уменьшение функции светимости, но оно слишком мало.

Результаты настоящего исследования точно так же, как и работа Мак-Каски, не подтверждают сходства функций светимости для расстояний вплоть до 400 пс от галактической плоскости с ходом функции светимости для звезд, принадлежащих ко второму типу населения.

Череповецкий государственный
 педагогический институт

(Поступило 11.2.1977)

ასტრონომია

მ. ჯანიშვილი

ბალატიკის ჩრდილო პოლუსის მიმართულებით ვარსკვლავთ
 ნათობის ფუნქციის შესახებ

რეზიუმე

გალაქტიკის ჩრდილო პოლუსის არის ერთ-ერთ სექტორში ვარსკვლავთ
 კატალოგის [2] მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილია ვარსკვლავთა ნათო-
 ბის ფუნქციები და გამოკვლეულია მათი ცვლილება Z -მანძილზე დამოკიდებ-
 ბულებაში.

E. I. ZAITSEVA

ON THE LUMINOSITY FUNCTION OF STARS TOWARD THE NORTH
GALACTIC POLE

Summary

The luminosity functions up to 400 pc from the galactic plane in one sector of the north galactic pole vicinity are obtained by using the data in [2]. The variation of the luminosity function course with the distance z is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Зайцева. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., № 44, 1973, 57.
2. Е. И. Зайцева. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., № 46, 1975, 81.
3. A. R. Uppgren. *Astron. J.*, 68, № 7, 1963, 475.
4. S. W. McCuskey. *Vistas in Astronomy*, vol. 7, 1966, 141.
5. A. R. Sandage. *Astrophys. J.*, 125, 1957, 422.



Ю. А. ГОНГАДЗЕ, Р. В. ДАНЕЛИЯ, Р. Г. ИНДЖИГА
 К РАСЧЕТУ НЕКОТОРЫХ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
 АТМОСФЕРЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 11.12.1976)

В визуальной и близкой к ней областях спектра, когда поглощение в атмосфере невелико, процесс распространения света в сферическо-симметричной атмосфере описывается уравнением [1, 2]

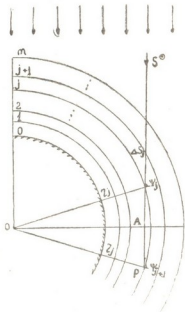
$$\begin{aligned} \cos \theta \frac{dI_\lambda}{dr} + \frac{\sin \theta \cos \varphi}{r} \frac{dI_\lambda}{d\psi} - \frac{\sin \theta}{r} \frac{dI_\lambda}{d\theta} - \text{ctg} \psi \sin \theta \sin \varphi \frac{dI_\lambda}{d\varphi} = \\ = \frac{\sigma_\lambda(r, \psi)}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi' \int_0^\pi I_\lambda(r, \psi; \theta', \varphi') \gamma_\lambda(r, \psi; \chi) \sin \theta' d\theta' + \\ + \frac{\sigma_\lambda(r, \psi)}{4} F e^{-t(r, \psi)} \gamma_\lambda(r, \psi; \chi_1) - \sigma_\lambda(r, \psi) I_\lambda(r, \psi; \theta, \varphi), \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\cos \chi = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos(\varphi - \varphi'),$$

$$\cos \chi_1 = -\cos \theta \cos \psi + \sin \theta \sin \psi \cos \varphi,$$

$I_\lambda(r, \psi; \theta, \varphi)$ — интенсивность излучения в точке $P(r, \psi)$ в направлении $\vec{s}(\theta, \varphi)$ для длины волны λ (рис. 1); $\sigma_\lambda(r, \psi)$ — объемный коэффициент рассеяния; $\gamma_\lambda(r, \psi; \chi)$ — индикатриса рассеяния; πF — солнечная постоянная для данной длины волны; $t(r, \psi)$ — так называемая оптическая толщина атмосферы.



Краевые значения интенсивности будем считать заданными.

Так как мы здесь ограничиваемся рассмотрением „чистой“ атмосферы, поэтому под σ_λ должны понимать объемный коэффициент молекулярного рассеяния α_λ .

Введем в рассмотрение функцию $t(r, \psi)$

$$t(r, \psi) = \int_P^\infty \alpha_\lambda(s) ds^\odot. \quad (2)$$

Здесь s^\odot — путь прямой солнечной радиации.

Если считать, что $\alpha_\lambda(s)$ зависит только от расстояния r , то легко получить для функции $t(r, \psi)$ выражения

$$t(r, \psi) = \int_r^\infty \frac{\alpha_\lambda(r') r' dr'}{\sqrt{r'^2 - r^2 \sin^2 \psi}} \quad (\psi \leq \pi/2), \quad (3)$$

Рис. 1. К выводу выражения для $t(r, \psi)$

$$t(r, \psi) = \int_{r \sin \psi}^{\infty} \frac{\alpha_{\lambda}(r') r' dr'}{\sqrt{r'^2 - r^2 \sin^2 \psi}} + \int_{r \sin \psi}^r \frac{\alpha_{\lambda}(r') r' dr'}{\sqrt{r'^2 - r^2 \sin^2 \psi}} \quad (\psi > \pi/2). \quad (4)$$

Расчет функции $t(r, \psi)$ по формулам (3) и (4) приводит к известным трудностям [3]. Нами получено упрощенное выражение для $t(r, \psi)$ и приведены расчеты по современным моделям атмосферы.

Пусть R — радиус верхней границы атмосферы. Разобьем атмосферу толщиной $h = R - r_0$ на m слоев. Тогда выражение (2) примет вид

$$t(r_j, \psi_j) = \sum_{k=j}^{m-1} \int_{r_k}^{r_{k+1}} \alpha_{\lambda}(r) ds \approx \frac{1}{2} \sum_{k=j}^{m-1} \{\alpha_{\lambda}(r_{k+1}) + \alpha_{\lambda}(r_k)\}, \quad (5)$$

$$(0 \leq \psi_j \leq \pi/2), \quad j=0, 1, 2, \dots, m-1, \quad R \equiv r_m.$$

Элементарное геометрическое рассмотрение (рис. 1) для $t(r_j, \psi_j)$ приводит к следующему соотношению

$$t(r_j, \psi_j) = \frac{1}{2} \sum_{k=j}^{m-1} \{\alpha_{\lambda}(r_{k+1}) + \alpha_{\lambda}(r_k)\} \{ \sqrt{r_{k+1}^2 - r_j^2 \sin^2 \psi_j} - \sqrt{r_k^2 - r_j^2 \sin^2 \psi_j} \}, \quad (6)$$

где $\alpha_{\lambda}(r_k)$ согласно [4] можно записать в виде

$$\alpha_{\lambda}(r_k) \approx \frac{32\pi^3 (6 + 3D) (n_0 - 1) T_0 \mu^2(r_k)}{3A \lambda^4 (6 - 7D) \rho_0 \mu_0 T(r_k)} \times \\ \times \exp \left\{ - \frac{r_0^2 g_0}{2R^*} \sum_{i=0}^{k-1} \left[\frac{\mu(r_{i+1})}{T(r_{i+1}) r_{i+1}^2} + \frac{\mu(r_i)}{T(r_i) r_i^2} \right] \times (r_{i+1} - r_i) \right\}. \quad (7)$$

Отметим, что формула (6) для определения $t(r_j, \psi_j)$ применима только в случае $\psi_j \leq \pi/2$. Если $\psi_j > \pi/2$, то солнечный луч сначала подходит к земной поверхности на некоторое наименьшее расстояние $OA = r_j \sin \psi_j$, а затем снова удаляется вплоть до намеченной высоты рассеивающего объема в точке P (рис. 1).

В этом случае функцию $t(r_j, \psi_j)$ можно вычислить следующим образом:

$$t(r_j, \psi_j) = \left\{ \alpha_{\lambda}(r_n) + \alpha_{\lambda}(r_{n-1}) + (r_j \sin \psi_j - r_{n-1}) \frac{\alpha_{\lambda}(r_{n-1}) - \alpha_{\lambda}(r_n)}{r_{n-1} - r_n} \right\} \times \\ \times \sqrt{r_n^2 - r_j^2 \sin^2 \psi_j} + \sum_{k=n}^{j-1} E_{k,j} + \frac{1}{2} \sum_{k=j}^{m-1} E_{k,j}, \quad (\pi/2 < \psi_j \leq \pi),$$

где

$$E_{k,j} = \{\alpha_{\lambda}(r_{k+1}) + \alpha_{\lambda}(r_k)\} \{ \sqrt{r_{k+1}^2 - r_j^2 \sin^2 \psi_j} - \sqrt{r_k^2 - r_j^2 \sin^2 \psi_j} \}. \quad (9)$$

Значение индекса n определяется по условию

$$r_{n-1} < r_j \sin \psi_j < r_n, \quad j=0, 1, 2, \dots, n-1, n, \dots, m-1.$$

Следует учесть, что уравнение переноса в виде (1) справедливо только для части атмосферы, освещенной Солнцем, определяемым условием $r_j \sin \psi_j > r_0$. Если точка P находится в области тени, то второе слагаемое в правой части уравнения (1) нужно опустить. Таким



Высотный и угловой ход оптических тощ атмосферы по моделям ARDC и CIRA. ($R-\tau_0=200$ км, $\tau_0=6371,22$, $\lambda=0,5893$ мкм)

h км	ζ°												
	0	30	45	85	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0	0,749-1	0,863-1	0,106+0	0,763+0	0,141+1	0,187+1	0,261+1						
	0,754-1	0,870-1	0,106+0	0,768+0	0,141+1	0,187+1	0,258+1						
10	0,196-1	0,227-1	0,277-1	0,203+0	0,385+0	0,524+0	0,765+0	0,123+1	0,219+1	0,426+1			
	0,200-1	0,230-1	0,282-1	0,206+0	0,391+0	0,530+0	0,763+0	0,125+1	0,221+1	0,424+1			
20	0,412-2	0,476-2	0,582-2	0,425-1	0,806-1	0,110+0	0,161+0	0,265+0	0,512+0	0,121+1			
	0,414-2	0,478-2	0,585-2	0,427-1	0,808-1	0,110+0	0,158+0	0,266+0	0,510+0	0,123+1			
30	0,889-3	0,103-2	0,126-2	0,909-2	0,170-1	0,229-1	0,327-1	0,541-1	0,103+0	0,252+0	0,265+0	0,273+1	
	0,905-3	0,104-2	0,128-2	0,929-2	0,174-1	0,235-1	0,337-1	0,558-1	0,105+0	0,252+0	0,768+0	0,277+1	
40	0,225-3	0,260-3	0,318-3	0,228-2	0,420-2	0,558-2	0,784-2	0,125-1	0,226-1	0,519-1	0,159+0	0,642+0	0,300+1
	0,217-3	0,251-3	0,307-3	0,221-2	0,410-2	0,548-2	0,776-2	0,126-1	0,231-1	0,539-1	0,158+0	0,649+0	0,304+1

расчету некоторых оптических характеристик атмосферы

образом, при $\pi/2 < \psi \leq \pi - \arcsin \frac{r_0}{r_j}$, $t(r_j, \psi)$ вычисляется по формуле

(9), если же $\pi - \arcsin \frac{r_0}{r_j} \leq \psi \leq \pi$, то нужно брать $t(r_j, \psi) = \infty$.

Часть данных, соответствующих расчетам по формулам (6) и (8), представлена в таблице. Незаполненные графы соответствуют значению $t(r_j, \psi) = \infty$. Результаты расчета $t(r_j, \psi)$, полученные по данным моделям, в точности совпадают. Сравнение значений $t(r_j, \psi)$, заданных в таблице с результатом [4], показывает, что в области $0 < \psi < 85^\circ$, где влияние искривления светового луча вследствие рефракции незначительна, можно считать $t(r_j, \psi) \approx t(r_j, \psi_j)$, где ψ_j — видимое зенитное расстояние Солнца.

Тбилисский государственный
 университет
 Институт прикладной математики

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 30.12.1976)

გეოფიზიკა

ი. ლონდაძე, რ. დანელია, რ. ინჯგია

ატმოსფეროს ფოტონური ოპტიკური მახასიათებლის
 ბათვილისათვის

რეზიუმე

მოცემულია სხივური ენერჯის გადატანის განტოლებაში შემავალი ატმოსფეროს ოპტიკური მახასიათებლების გათვლის რიცხობრივი სქემა. ატმოსფეროს თანამედროვე მოდელებით ჩატარებულია ოპტიკური სისქის გათვლები დედამიწიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე.

GEOPHYSICS

Yu. A. GONGADZE, R. V. DANELIA, R. G. INJGIA

ON THE CALCULATION OF SOME OPTICAL CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE

Summary

A numerical scheme for calculating the optical characteristics involved in the equation of radiant energy transfer is presented.

Calculations of the optical thicknesses of the atmosphere are carried out at different altitudes above the earth's surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Lenoble, Z. Secera. Proc. Nat. Acad. Sci., USA, 47, № 3, 1951.
2. В. В. Соболев, И. Н. Минин. Сб. «Искусственные спутники Земли», вып. 14, 1962.
3. В. Г. Фисенков. Астрономический журнал, 32, № 3, 1955.
4. Ю. А. Гонгадзе, Р. Г. Инджгиа, А. Е. Микиров. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
5. Справочник по геофизике. М., 1965.



К. З. КАРТВЕЛИШВИЛИ, В. И. МИРИАНАШВИЛИ

НАБЛЮДЕНИЯ НАКЛОНОВ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ,
 ВЫЗВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЯМИ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 28.1.1977)

Известно, что твердое тело Земли деформируется различными силами, действующими на ее поверхности. Эти деформации могут быть периодическими (земные приливы) и непериодическими (медленные тектонические деформации, деформации, вызванные изменениями атмосферного давления и т. д.).

Для изучения непериодических деформаций могут быть использованы дрейфы нуля приливоизмерительных установок.

В настоящей работе были использованы материалы, полученные фотоэлектрическими наклономерами, установленными в Лаборатории приливных деформаций Земли Института геофизики АН ГССР, и ежедневные бюллетени погоды Управления гидрометслужбы ГССР.

Рассмотрим пример. На рис. 1 приводятся кривые изменения атмосферного давления и наклонограммы двух фотоэлектрических наклономеров, регистрирующих в направлениях С-Ю и В-З соответственно за период 5.VI.1972—17.VI.1972. Как видно из этого рисунка, с 5 по 8 июня в дрейфе нуля наклономеров особенных возмущений не отмечалось. С 8 июня на обеих компонентах обозначился значительный дрейф в направлении С-З. Непрерывный наклон в этом направлении продолжался примерно до 11 июня, составив в сумме 170 мсек, после чего на составляющей В-З он значительно уменьшился, а на составляющей С-Ю даже изменил свое направление на противоположное. Рассмотрение давлений за этот же период показывает, что до середины 8 июня в общем ходе давления особенных нерегулярностей не наблюдалось, а с конца 8 июня до 12 июня давление непрерывно уменьшалось. К этому времени в районе Киева образовалась область повышенного давления (1025 мбар), а на территории Ирана — область пониженного давления (1005 мбар). С конца 12 июня давление в Тбилиси начало резко повышаться. В целом за период 8—12 июня картина метеоситуаций была сложна и характеризовалась несколькими областями повышенного и пониженного давления, но данные на рис. 1 дают возможность утверждать, что наличие определенной связи между дрейфом наклономеров и изменением атмосферного давления и что деформации на наклономерной станции происходят раньше, чем в этом пункте меняется давление. Чтобы нагляднее показать динамику наклонов, на рис. 2 приводится векторная диаграмма наклонов для исследуемого интервала времени.

Рассмотрим второй пример. На рис. 3 приводятся значения тех же параметров, что и на рис. 1, для периода 26.X.1972—6.XI.1972. Как видно из рис. 3, особенно большие возмущения в наклонах начались к концу 30 октября, когда примерно за сутки дрейф по компоненте В-З составил в направлении запада более 60 мсек. За это же время (с некоторым запаздыванием) давление изменилось на

6 мбар. К концу 31 октября дрейф изменил свое направление и 2 ноября составил 190 мсек по отношению к 31 октября в направлении Ю-В. С конца 2 ноября дрейф вновь изменил свое направление и 5 ноября составил 160 мсек (относительно 2 ноября). В направлении С-З векторная диаграмма наклонов за 26.X.1972—6.XI.1972 приводится на рис. 4.

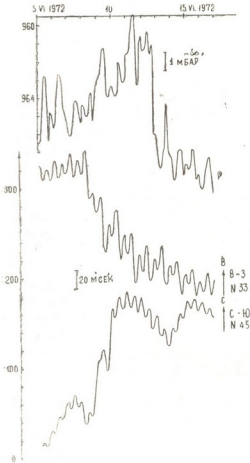


Рис. 1. Значения наклонов и среднесуточного давления для периода 5.6.1972—17.6.1972

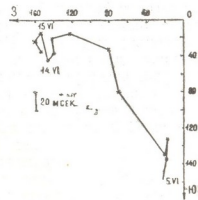


Рис. 2. Векторная диаграмма наклонов для периода 5.6.1972—17.6.1972

Опишем теперь метеоситуацию за исследуемый период. 31 октября в районе Варшавы находилась область высокого давления (1030 мбар), а в районе Целинограда — область низкого давления (1000 мбар). 2 ноября в районе Аральского моря образовалась обширная область высокого давления (1035 мбар), а южнее острова Кипра — обширная область низкого давления (1000 мбар). 3 ноября область высокого давления сместилась к востоку, а область низкого давления — к северу. К этому же времени в районе Ростова-на-Дону образовалась область низкого давления (1000 мбар). 4 ноября в районе Бухареста образовалась обширная область высокого давления, а в районе Куйбышева — обширная область низкого давления (1000 мбар).

По нашему мнению, этот пример также указывает на определенную связь между наклонами неприливного происхождения и изменениями атмосферного давления.

Для оценки осредненного влияния различных факторов на дрейф наклонмера для каждого дня наблюдения составлялись уравнения типа

$$\delta\varphi_i = a_1 t_i + a_2 T_i + a_3 T_i^2 + a_4 P_i,$$

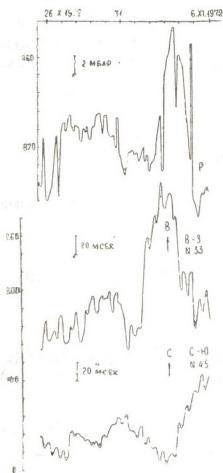


Рис. 3. Значения наклонов и среднесуточного давления для периода 25.10.1972—6.11.1972

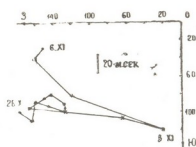


Рис. 4. Векторная диаграмма наклонов для периода 25.10.1972—6.11.1972

где $\delta\varphi_i$ — изменение наклона для дня i относительно первого дня; t_i — время в сутках, прошедшее с первого дня; T_i и P_i — значения

№	Эпоха наблюдения	№ прибора, составляющая	Длительность серий в сутках				
				a_1 мсек/сутки	a_2 мсек/град	a_3 мсек/град ²	a_4 мсек/лбар
1	1.4.1967—26.12.1967	45 С-Ю	270	-0,11	-11,08	0,20	1,98
2	12.6.1969—12.10.1971	45 С-Ю	853	-1,87	-10,45	0,68	0,26
3	2.1.1969—15.5.1971	87 С-Ю	864	-3,06	-20,37	0,81	-2,90
4	24.8.1971—5.8.1972	87 С-Ю	348	0,60	-7,79	-4,23	-0,16
5	1.10.1972—4.5.1973	87 С-Ю	217	-3,31	-9,33	-0,40	-2,63
6	1.11.1967—5.1.1969	33 В-3	432	-0,57	10,90	-0,18	2,00
7	1.9.1969—17.1.1971	33 В-3	504	2,12	-49,56	1,58	-5,67
8	23.2.1971—8.9.1972	33 В-3	564	-2,96	28,61	-2,25	-7,37
9	1.4.1970—1.1.1971	85 В-3	270	0,93	-14,48	0,24	-0,13
10	22.7.1971—8.8.1972	85 В-3	348	-0,69	-7,78	9,12	-5,63
11	27.2.1973—13.8.1973	85 В-3	167	-1,18	0,48	6,00	2,54

среднесуточной температуры и среднесуточного давления соответственно для дня i относительно первого дня; a_1, a_2, a_3, a_4 — коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов.

Результаты определения коэффициентов a_1, a_2, a_3, a_4 приводятся в нижеприведенной таблице.

Заметим, что коэффициенты a_1, a_2, a_3 и a_4 характеризуют лишь осредненные влияния различных метеофакторов на дрейфы наклономеров и дают возможность судить, насколько велики эти влияния для различных серий наблюдений.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 28.1.1977)

გეოფიზიკა

ბ. კარტველიშვილი, ვ. მირიანაშვილი

დაკვირვებები დედამიწის ზედაპირის ატმოსფერული
 წნევის ცვლილებებით გამოწვეულ დახრებებზე

რეზიუმე

შესწავლილია დედამიწის არაპერიოდული დახრების და ატმოსფერული წნევის ცვლილებებს შორის კავშირი. დადგენილია, რომ ატმოსფერული წნევის ცვლილებით გამოწვეული დეფორმაციები შეიძლება გაიზომოს დიდი მანძილებით (1000 კმ და მეტი) დამორებულ პუნქტში.

უმცირესი კვარტების მეთოდის გამოყენებით განსაზღვრულია კოეფიციენტების მნიშვნელობანი, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ამა თუ იმ გავლენის სიდიდე დაკვირვებათა განსახილველ მწკრივზე.

GEOPHYSICS

K. Z. KARTVELISHVILI, V. I. MIRIANASHVILI

OBSERVATIONS OF THE EARTH'S SURFACE TILTS CAUSED
 BY ATMOSPHERIC PRESSURE VARIATIONS

Summary

The paper deals with the drift of tide-recording tiltmeters due to non-periodic atmospheric pressure and temperature variations. These variations will give rise to elastic deformations which are transmitted downwards from the surface and can be registered in the remoter parts of the Earth's surface.

The given examples show good correlation between the drift of the tiltmeters and daily atmospheric pressure variations.

A lag between the tilt and atmospheric pressure change is obvious. Tilt forestalls pressure fluctuation at the same point.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Мельхиор. Земные приливы. М., 1968.
2. В. В. Хорошева. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 1, 1958.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. А. ТЕВЗАДЗЕ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА, А. Д. ГАРНОВСКИЙ

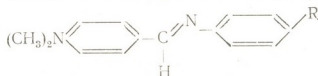
КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ Ga(NO₃)₃ С АЗОМЕТИНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 25.1.1977)

Нитрат галлия (III), подобно галогенидам и роданидам Ga (III) [1, 2], является типичным электронно-акцепторным агентом, способным образовывать донорно-акцепторную связь с большим числом молекул, содержащих донорные атомы.

Стереохимия и состав КС типа MX₃-nL находятся в существенной зависимости не только от электронной структуры металла комплексообразователя, но и от характера аниона X и от особенностей строения лигандов.

Цель настоящей работы — получение и изучение свойств аддуктов Ga(NO₃)₃ с диметиламинобензальанилинами [1], которые содержат два потенциально возможных реакционных центра: Sp³—



I R=H, о. т. р CH₃, CH₃O

гибридизованный N атом N(CH₃)₂-группы, и Sp²—гибридизованный атом азота C=N-азометиновой связи.

КС Ga(NO₃)₃ с I получались на холоду в метаноле путем сливания растворов органического лиганда и Ga(NO₃)₃ в соотношении 1:1 и 1:3. При стоянии спиртовых растворов в вакуум-эксикаторе через несколько (3—4) дней выпадали оранжевые кристаллы, которые отделяли от маточника, промывали спиртом и высушивали в эксикаторе над P₂O₅.

Результаты элементарного анализа и температуры плавления полученных комплексов приведены в табл. 1.

Таблица 1

КС Ga(NO₃)₃ с азометинами I

Соединение	t _{пл} , °C	Найдено, %				Вычислено, %			
		N	C	H	Ga	N	C	H	Ga
Ga(NO ₃) ₃ ·3I R=H	135	12,8	58,0	5,15	8,05	12,5	58,2	5,1	7,5
Ga(NO ₃) ₃ ·I·3CH ₃ OH R=mCH ₃	97	12,0	38,2	4,9	11,5	11,8	38,6	5,0	11,8
Ga(NO ₃) ₃ ·I·3CH ₃ OH R=pCH ₃	107	11,5	38,5	5,2	11,35	11,8	38,6	5,0	11,8
Ga(NO ₃) ₃ ·3I R=mCH ₃ O	145	13,0	57,1	5,0	6,16	12,4	56,6	5,3	6,8
Ga(NO ₃) ₃ ·3I R=pCH ₃ O	184	12,2	56,5	5,5	7,0	12,4	56,6	5,3	6,8



Следует отметить, что соединения $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{I}$ $\text{R} = \text{H}$, $m.p.$ CH_3O устойчивы на воздухе. Соединения же $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{I} \cdot 3\text{CH}_3\text{OH}$ устойчивы только при низкой температуре и постепенно разлагаются на воздухе. Комплексы $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{I}$ $\text{R} = \text{O}$ CH_3 , CH_3O сразу осмоляются, и нам не удалось выделить их в твердом виде.

Для исследования строения комплексов было проведено сравнительное ИК-спектроскопическое изучение КС и соответствующих им лигандов.

В ИК-спектрах азометинов I валентные колебания $\text{C}=\text{N}$ -группы проявляются при $1610\text{--}1620 \text{ см}^{-1}$ и мало зависят от типа заместителя. При изучении ИК-спектров КС представляло интерес выяснить влияние аниона NO_3^- на свойства образующихся комплексов. Специфическое действие NO_3^- -групп связано с тем, что нитрат-анион часто выступает как бидентатный лиганд, в результате чего повышает координационное число металла в комплексах. Вместе с тем, имеется ряд работ, в которых убедительно показано, что NO_3^- -анион может являться и монодентатным лигандом [3]. Сравнительное ИК-спектроскопическое исследование КС показывает следующее: в ИК-спектрах комплексов наблюдается высокочастотное смещение валентных колебаний азометиновой группы на $40\text{--}50 \text{ см}^{-1}$ (табл. 2). Такое повышение положения $\nu_{\text{C}=\text{N}}$ позволяет сделать вывод, что в изученных соединениях местом локализации координационной связи является атом азота азометиновой груп-

Таблица 2

$\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{I}$ R	$\nu_{\text{C}=\text{N}} \text{ см}^{-1}$		$\Delta\nu_{\text{C}=\text{N}}$ см	$\nu_{\text{C}=\text{C}} \text{ ар см}^{-1}$		Остальные частоты, см^{-1}
	лиг.	компл.		лиг.	компл.	
H	1608	1665	+57	1590	1620	2600—3500
$m\text{CH}_3$	1615	1660	+45	1580	1590	
$p\text{CH}_3$	1620	1660	+40	1600	1610	3400—3600
$m\text{CH}_3\text{O}$	1610	1655	+45	1595	1610	
$p\text{CH}_3\text{O}$	1615	1660	+45	1590	1622	

пы, причем координация осуществляется за счет неподеленной пары электронов азота азометиновой группы. В ИК-спектрах этих комплексов отсутствует интенсивная полоса при 1390 см^{-1} , характерная для нитрат-иона, находящегося во внешней сфере. В то же время в спектрах присутствует характеристическая полоса для координированных групп ($\nu_2(A')$) в области $1030\text{--}1049 \text{ см}^{-1}$.

Следовательно, при взаимодействии $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ с азометинами I получают молекулярные комплексы, в которых координационная связь локализована на N-атоме азометиновой группы и NO_3^- -группа монодентатная.

Тбилисский государственный
университет

Ростовский государственный
университет

(Поступило 28.1.1977)

ლ. თევზაძე, ნ. ფირცხალავა, ა. გარნოვსკი

$Ga(NO_3)_3$ -ის კომპლექსური ნაერთები აზომეთინებთან

რეზიუმე

სინთეზირებული და შესწავლილია $Ga(NO_3)_3$ -ის კომპლექსური ნაერთები არომატულ აზომეთინებთან. დადგენილია, რომ მიიღება მოლეკულარული კომპლექსები, რომლებშიც კოორდინაციული ბმა ლოკალიზებულია აზომეთინის ჯგუფის N-ატომზე და NO_3^- ანიონი მონოდენტატურია.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. A. TEVZADZE, N. I. PIRTSKHALAVA, A. D. GARNOVSKY

COMPLEX COMPOUNDS OF $Ga(NO_3)_3$ WITH AZOMETHINES

Summary

Complex compounds of $Ga(NO_3)_3$ with azomethines have been synthesized and studied.

The coordination bond has been found to be localized on the nitrogen atoms of the azomethine group and NO_3^- groups are monodentate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Пирцхалава, А. А. Тевзадзе, А. Д. Гарновский. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974, 357.
2. Л. А. Тевзадзе, Н. И. Пирцхалава, А. Д. Гарновский. Сообщения АН ГССР, 77, № 1, 1975, 81.
3. А. Д. Гарновский, О. А. Осипов, С. Б. Булгаревич. УХ, 41, 1972, 648



УДК 547.363.2

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

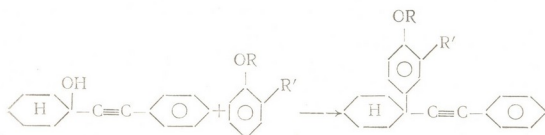
А. Н. КАХНИАШВИЛИ, Д. Ш. ИОРАМАШВИЛИ, М. Д. НАДИРАШВИЛИ,
 Н. К. АРТИЛАКВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛОВ С ЦИКЛИЧЕСКИМИ
 (ФЕНИЛЭТИНИЛ)КАРБИНОЛАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 9.10.1976)

Ранее нами были исследованы реакции диметил(фенилэтинил)карбинола с фенолами в присутствии концентрированной фосфорной кислоты [1].

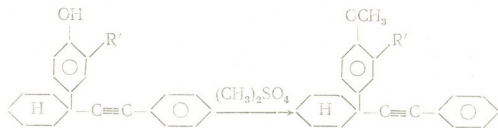
Интересно было изучить влияние замены метильных радикалов циклическими. Оказалось, что при взаимодействии фенола, о-крезола и анизола с 1-(фенилэтинил)циклогексанола-1 в оптимальных условиях (фенол:спирт: $H_3PO_4 = 1:1:5$, 60—70°C, 8—12 ч.) выход целевых алкилатов того же порядка, что и в случае диметил(фенилэтинил)карбинола



$R=R'=H$ (I); $R=H, R'=CH_3$ (II); $R=CH_3, R'=H$ (III).

В ИК-спектрах синтезированных пара-замещенных фенолов исчезает полоса поглощения, характерная для валентного колебания спиртового гидроксила. Для соединений I, II в обл. 3200—3600 cm^{-1} наблюдается уширенная полоса, принадлежащая фенольному гидроксилу. Как в исходных, так и в конечных продуктах тройная связь характеризуется поглощением при 2220 cm^{-1} , ароматической системе же соответствуют полосы 3070, 3045, 3010, 1619, 1590, 1520, 1490, 1450, 830, 700 cm^{-1} .

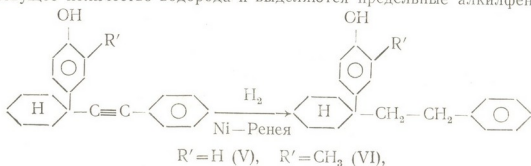
Метилированием (I) и (II) диметилсульфатом получены метиловые эфиры соответствующих непредельных фенолов



$R'=H$ (III), $R'=CH_3$ (IV).

В ИК-спектрах (III) и (IV) исчезает поглощение, характерное для валентных колебаний OH-группы. На наличие метоксильной группы указывает поглощение при 2861 см^{-1} . Как ожидалось, соединение, полученное метилированием (I), оказалось идентичным с продуктом алкилирования анизола (III), чем доказывается строение полученных веществ.

При каталитическом гидрировании (I) и (II) поглощается соответствующее количество водорода и выделяются предельные алкилфенолы



в ИК-спектрах которых исчезает поглощение при 2220 см^{-1} , характерное для $-\text{C}\equiv\text{C}-$ связи. Из графика зависимости уменьшения количества исходного вещества от времени гидрирования видно, что в данном случае не имеет места ступенчатое гидрирование.

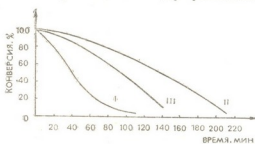
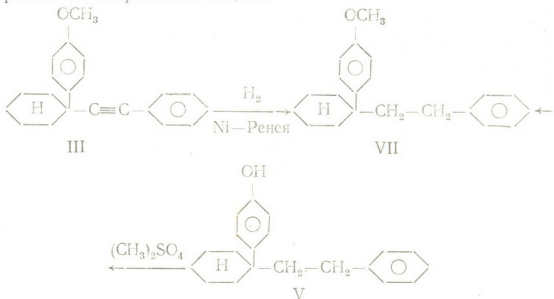
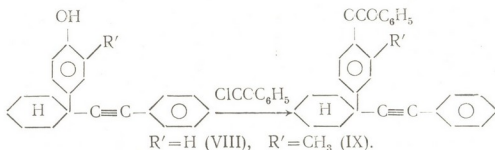


Рис. 1

Нужно отметить, что гидрированием (III), а также метилированием (V) выделяется один и тот же продукт. Это еще раз доказывает строение синтезированных веществ

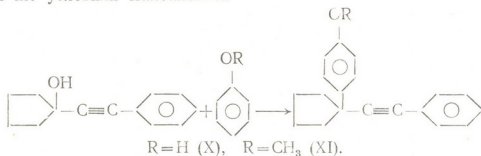


Конденсацией (I) и (II) с хлористым бензоилом получены соответствующие сложные эфиры — бензоаты:



В ИК-спектрах этих веществ исчезает поглощение гидроксильной группы и появляется поглощение при 1700 см^{-1} , характерное для валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ группы.

Проведено взаимодействие фенола и анизола с 1-(фенилэтинил)циклопентанолом-1 в присутствии H_3PO_4 . Выяснилось, что этот спирт в тех же условиях малоактивен



Замена фосфорной кислоты катализатором $\text{BF}_3 \cdot \text{O}(\text{CH}_3)_2$ с целью увеличения выхода не дает успеха.

Исходные спирты были синтезированы из фенилацетилена через комплекс Иоуча по известной методике [2]. Чистота синтезированных продуктов проявлялась тонкослойной хроматографией (система бензол: эфир=3:1, адсорбент Al_2O_3 II активности по Брокману).

№	Выход, %	Т. пл. или Т. кип. (мм)	n_D^{20}	d_4^{20}	M_{RD}		R_f	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
					най- дено	вычи- слено		С	Н		С	Н
I	63,0	102—103	—	—	—	—	0,43	86,10	7,39	$\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{O}$	86,96	7,25
II	60,2	71	—	—	—	—	0,51	86,40	8,35	$\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{O}$	86,21	7,58
III	45,5	201—202[1]	1,5911	1,0833	90,49	89,96	0,93	86,62	7,82	$\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{O}$	86,21	7,58
IV	70,0	212—213[1]	—	—	—	—	0,92	86,68	8,64	$\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{O}$	86,51	7,89
V	66,6	86—87	—	—	—	—	0,55	86,48	9,25	$\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}$	85,71	8,57
VI	63,6	206—207[1]	1,5820	1,0627	92,12	91,46	0,62	84,94	9,16	$\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{O}$	85,72	8,84
VII	72,7	205—206[1]	1,5661	1,0615	90,85	91,72	0,91	85,58	9,37	$\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{O}$	85,72	8,84
VIII	83,0	115—116	—	—	—	—	—	84,62	6,71	$\text{C}_{27}\text{H}_{24}\text{O}_2$	85,26	6,32
IX	71,4	120—122	—	—	—	—	—	86,27	5,52	$\text{C}_{29}\text{H}_{26}\text{O}_2$	85,28	6,59
X	14,0	200—202[1]	—	—	—	—	0,87	86,24	6,29	$\text{C}_{19}\text{H}_{18}\text{O}$	87,02	6,87
XI	10,9	193—194[1]	1,5979	1,0763	86,28	85,28	0,91	87,54	7,68	$\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{O}$	86,96	7,25

Алкилирование фенола 1-(фенилэтинил)циклогексанолом-1. К расплавленной смеси 7 г фенола и 28 мл H_3PO_4 прибавляли 15 г 1-(фенилэтинил)циклогексанола-1, после чего перемешивание продолжали 7—8 часов при $65\text{—}70^\circ\text{C}$. Щелочной обработкой выделено 12,5 г продукта (7) в виде беловатых кристаллов (из гексана).

Аналогично из 2,5 г фенола, 10 мл катализатора и 5 г 1-(фенилэтинил)циклопентанола-1 был получен 1,0 г продукта (X) в виде желтоватой жидкости.

Алкилирование о-крезола 1-(фенилэтинил)циклогексанолом-1. К смеси 2,7 г о-крезола и 10 мл H_3PO_4 прибавляли

5 г спирта и перемешивали 10 ч. при 65—70°C. Смесь разбавляли в эфире, промывали водой и сушили. После двухкратной перегонки в вакууме вещество закристаллизовывалось. Получили 4,3 г белых кристаллов продукта (II) (из гексана).

Алкилирование анизола 1-(фенилэтинил)циклогексанола-1. К смеси 2,5 г анизола и 8 мл H_3PO_4 прибавляли 5 г спирта, после чего продолжали реакцию в условиях, приведенных в синтезе 2. Получили 3,3 г продукта (III). Аналогично, из 2,9 г анизола, 10 мл H_3PO_4 и 5 г 1-(фенилэтинил)циклопентанола-1 получили 0,8 г продукта (XI).

Метилирование (I). Из 1 г вещества (I) по методике, приведенной в работе [1], получили 0,8 г вещества (III). Аналогично, из 2 г (II) получили 1,5 г продукта (IV). а из 0,5 г вещества (V) — 0,4 г (VII).

Гидрирование (I). При гидрировании 1,5 г продукта (I) по методике [1] получили 1,0 г алкилфенола (V) в виде белых кристаллов. Аналогично из 1,1 г (II) получили 0,7 г (VI), из 1,1 г (III) — 0,8 г (VII).

Конденсация (I) с хлористым бензолом. 1 г вещества (I) растворяли в 10 мл 10% раствора NaOH и по каплям прибавляли 1 г хлористого бензола. Выделялось маслообразное вещество, которое затем закристаллизовывалось. Получили 1,2 г вещества (VIII) (из гексана). Аналогично из 0,5 г (II) получили 0,5 г (IX).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.10.1976)

ორგანული ქიმია

ა. კახნიაშვილი, დ. იორამაშვილი, მ. ნადირაშვილი,
ნ. არტილაკვა

ფენოლების ურთიერთქმედება ციკლურ (ფენილეთინილ)

კარბინოლებთან

რეზიუმე

შესწავლილია ფენოლის, *o*-კრეზოლის და ანიზოლის ურთიერთქმედების რეაქციები 1-(ფენილეთინილ)ციკლოპექსანოლთან და 1-(ფენილეთინილ)ციკლოპენტანოლთან ფოსფორმეჯვის თანდასწრებით. გამოყოფილია პარა-ჩანაცვლებული უჩერი ფენოლები. ჩატარებულია მათი ზოგიერთი ქიმიური გარდაქმნა.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. KAKHNIASHVILI, D. Sh. IORAMASHVILI, M. D. NADIRASHVILI,
N. K. ARTILAKVA

INTERACTION OF PHENOLS WITH CYCLIC (PHENYLETHYNYL)-
CARBINOLS

Summary

The alkylation of phenol, *o*-cresol and anisole by 1-(phenylethynyl)cyclohexanol-1 and 1-(phenylethynyl)cyclopentanol-1 has been studied. The structure of the alkylates has been established by chemical and physico-chemical methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Кахниашвили, Д. Ш. Иорамашвили, М. Д. Надирашвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 1, 1976, 85.
2. E. Jones. J. Chem. Soc., 45, 1949, 2696.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ,
 Ш. Д. САБЕЛАШВИЛИ, З. И. КОРИДЗЕ

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
 КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО ТУФА,
 МОДИФИЦИРОВАННОГО КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

В практике приготовления адсорбентов часто используется метод кислотной обработки, приводящий к улучшению их поглотительных и отбеливающих свойств.

Обработка высококремнистых цеолитов кислотой приводит к образованию водородных форм цеолитов. Такое модифицирование [1] способствует изменению их химического состава (декатионирование, деалюминирование). Обработка клиноптилолита кислотой [2] вызывает изменение его адсорбционной способности. При использовании кислот низкой концентрации имеет место лишь декатионирование образцов, более высокая концентрация кислот вызывает также деалюминирование клиноптилолита. Такая обработка увеличивает адсорбционную способность цеолита по отношению к парам бензола, изопентана, метилового и этилового спирта в 3 и более раза. Исследования, проведенные на клиносорбе А-15 (водородная форма венгерского клиноптилолита), показали, что клиносорб по своим хроматографическим свойствам сильно отличается от исходного образца [3].

Нами были исследованы хроматографические свойства клиноптилолитсодержащего туфа Дзегвского месторождения ГССР (участок Хекордула), а также образцы, обработанные соляной кислотой различной концентрации. Изученные туфы отличаются высоким содержанием клиноптилолита, в некоторых случаях их содержание в породе достигает 85% [4].

Таблица 1
 Основной окисный состав клиноптилолитсодержащих туфов,
 изменяющийся в процессе обработки*

Концентрация соляной кислоты, н.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
0,00	12,85	1,65	3,92	1,50	3,34	1,68
0,05	12,80	1,6	3,00	1,30	1,68	0,80
0,10	12,80	1,56	3,20	1,34	2,08	0,70
0,25	12,14	1,50	3,00	1,30	1,98	1,10
1,00	10,05	1,08	2,50	0,81	2,30	0,90
5,00	7,60	0,60	2,35	0,68	1,50	0,09

* Абсолютное содержание двуокси кремния в процессе кислотной обработки клиноптилолитсодержащих туфов практически не изменяется.

Клиноптилолиты обрабатывались при комнатной температуре раствором соляной кислоты, концентрация которой изменялась в преде-

лах 0,05—5 н. В табл. 1 приведен основной окисный состав клиноптилолитсодержащих туфов, который изменялся в процессе кислотной обработки. Из данных табл. 1 следует, что, если концентрация используемой кислоты не превышает 0,25 н., главным образом имеет место декатионирование клиноптилолитов, так как содержание окиси алюминия в образце не изменяется. Более концентрированная кислота, в частности 1—5 н., вызывает и деалюминирование образцов, что видно по резкому уменьшению содержания Al_2O_3 (табл. 1).

Методика проведения хроматографического эксперимента описана в ранее опубликованной работе [3].

Таблица 2

Величины удельных удерживаемых объемов аргона, кислорода, азота, метана и окиси углерода на клиноптилолитсодержащем туфе и образцах, подвергнутых кислотной обработке

Концентрация соляной кислоты, н.	Компоненты				
	Аргон	Кислород	Азот	Метан	Окись углерода
0,00	3,2	6,1	15,6	2,0	66,6
0,05	4,6	6,1	17,1	4,3	90,5
0,10	5,6	6,9	23,1	7,8	188,1
0,25	6,3	7,0	24,0	20,0	188,1
1,00	5,7	6,1	17,0	28,0	118,3
5,00	3,6	3,6	5,9	4,8	30,0

На всех исследованных образцах были измерены величины удельных удерживаемых объемов аргона, кислорода, азота, метана и окиси углерода (табл. 2). Величины удельных удерживаемых объемов аргона и особенно метана на исходном необработанном образце чрезвычайно малы, что, по-видимому, вызвано тем, что благодаря своим геометрическим размерам молекулы этих соединений не могут проникнуть в полости клиноптилолита (критический диаметр $Ar = 3,83 \text{ \AA}$; $CH_4 = 4\text{ \AA}$, а размер входного окна природного клиноптилолита 4 \AA). Обработка образцов кислотой вызывает рост удерживаемых объемов исследованных соединений. Однако это увеличение в значительной мере зависит не только от концентрации кислот, использованных для обработки клиноптилолитов, но и от размера молекул адсорбата. Так, наиболее высокие значения удерживаемых объемов кислорода, азота, аргона и окиси углерода получаются на образцах, обработанных 0,25 н. кислотой, а метана — на образце, обработанном однонормальной кислотой. Дальнейшее увеличение концентрации кислот, используемых для обработки клиноптилолита, способствует резкому падению удельных удерживаемых объемов всех исследованных соединений. Наблюдаемое явление, по-видимому, может быть объяснено следующим образом. Обработка клиноптилолита кислотой, концентрация которой ниже 1 н., вызывая частичное декатионирование образца, способствует расширению входных окон цеолита. Это, в свою очередь, приводит к росту скорости адсорбции, создавая благоприятные условия для установления адсорбционного равновесия в процессе хроматографирования. Все это в целом вызывает рост удерживаемых объемов исследованных компонентов, что особенно ярко проявляется в случае метана.

С другой стороны, использование концентрированных кислот в процессе обработки клиноптилолита приводит к деалюминированию образ-

ца, т. е. уменьшает число льюисовских адсорбционных центров и вызывает частичную аморфизацию образца [5]. По-видимому, это и является причиной ослабления взаимодействия в системе адсорбат-адсорбент и, следовательно, уменьшения величин удерживаемых объемов исследованных соединений.

Такая зависимость величин удерживаемых объемов от режима кислотной обработки клиноптилолита оказывает влияние и на последовательность элюирования компонентов исследуемых систем. Например, на исходной форме клиноптилолита имеет место разделение $\text{CH}_4\text{—O}_2\text{—N}_2\text{—CO}$ с указанной последовательностью элюирования, так как метан диффундирует по «внешней» поверхности цеолита. Обработка образца I н. кислотой приводит к инверсионной последовательности элюирования метана: $\text{O}_2\text{—N}_2\text{—CH}_4\text{—CO}$. Однако разделение метана и окиси углерода не происходит из-за размытости пика последнего на хроматограмме. Кроме того, на этом же образце при температуре 200° и скорости газа-носителя 50 мл/мин могут быть разделены следующие модельные смеси: $\text{C}_3\text{H}_8\text{—CH}_4\text{—C}_2\text{H}_6\text{—C}_2\text{H}_4$; $\text{C}_3\text{H}_8\text{—CH}_4\text{—C}_2\text{H}_6\text{—CO}_2$ с указанной последовательностью элюирования компонентов. Как видно, этот образец не в состоянии адсорбировать пропан, молекулы которого имеют критический диаметр около $4,9 \text{ \AA}$, в то время как этан, имеющий критический диаметр молекулы $4,44 \text{ \AA}$, адсорбируется. Это заставляет нас предполагать, что диаметр входных окон клиноптилолита, активированного кислотой, лежит в пределах $4,44\text{—}4,9 \text{ \AA}$. Подобный результат был получен на водородной форме клиноптилолита месторождения ВНР [3].

В зависимости от режима обработки клиноптилолита кислотой изменяется характер разделения тройной смеси $\text{Ar—O}_2\text{—N}_2$. На природном образце разделение $\text{O}_2\text{—N}_2$ выражено очень слабо, однако обработка клиноптилолита 0,1—1 н. соляной кислотой резко улучшает разделение смеси $\text{O}_2\text{—N}_2$ и сводит к нулю разделение Ar—O_2 .

Исследование показывает, что водородная форма клиноптилолита по своей разделительной способности в отношении $\text{O}_2\text{—N}_2$ не уступает синтетическим цеолитам и может быть использована в качестве заполнителя адсорбционных установок, предназначенных для обогащения воздуха кислородом.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 20.1.1977)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
თ. ანდრონიკაშვილი, შ. საბალაშვილი, ზ. ჟორიძე
მუშავური ღამუშავებით მოღიფიცირებული
კლინოპტილოლითშემავალი ტუფის
ქრომატოგრაფიული თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია ქეგვის (ხეკორძულას უბანი) კლინოპტილოლითშემავალი ტუფის და მკავით მოღიფიცირებული ფორმების ქრომატოგრაფიული თვისებები.

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ კლინობტილოლითის წყალბადური ფორმა თავისი დამყოფუნარიანობით O_2-N_2 -ის მიმართ არ ჩამორჩება ზოგიერთი სახის სინთეზურ ცეოლიტს და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ადსორბციული დანადგარის შესავსებლად ჰაერის უანგბადით გამდიდრების მიზნით.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, T. G. ANDRONIKASHVILI, Sh. D. SABELASHVILI,
Z. I. KORIDZE

CHROMATOGRAPHIC PROPERTIES OF CLINOPTILOLITE-CONTAINING TUFF MODIFIED BY ACID TREATMENT

Summary

The chromatographic properties of clinoptilolite-containing tuff has been investigated with respect to a mixture of argon, oxygen, nitrogen, methane and carbon monoxide. The hydrogen form of clinoptilolite is shown to possess better separative power towards the mixture of oxygen-nitrogen than its parent natural sample.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Беленькая, М. М. Дубинин, И. И. Кристофори. Изв. АН СССР, сер. хим., № 7, 1971.
2. R. M. Barrer, M. V. Makki. *Canad. J. Chem.*, 42, 1964.
3. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, З. И. Коридзе. ДАН СССР, 194, № 6, 1970.
4. Г. В. Гвахария, Н. И. Схиртладзе, Т. В. Батიაшвили, Р. А. Ахвლედიანი, Г. А. Микадзе. ДАН СССР, 205, № 1, 1972.
5. Л. И. Пигузова. Высококремнеземные цеолиты и их применение в нефтепереработке и нефтехимии. М., 1974.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. А. НАДИРАДЗЕ, Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ, И. С. ОМИАДЗЕ,
 Л. Д. ЧАНТУРИШВИЛИ

ИЗМЕРЕНИЕ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА ВОЛЬФРАМАТА
 ЕВРОПИЯ — $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$

(Представлено академиком Н. А. Ландия 12.1.1977)

Вольфраматы редкоземельных элементов вызывают повышенный интерес как материалы для квантовых генераторов, катодных покрытий электронных ламп и т. д. Известно [1—4], что Ln_2O_3 (Ln — редкоземельный элемент) с вольфрамовым ангидридом образует соединения с разным отношением Ln_2O_3 к WO_3 ; при этом отмечается, что не только их диаграммы состояния, но и фазовый состав установлены далеко не полно.

Мало изучены также и термодинамические свойства указанных систем. Исключение составляют лишь некоторые соединения типа $\text{Ln}_6\text{WO}_{12}$ [5—7].

В настоящей работе представлены результаты экспериментального измерения свободной энергии Гиббса оксивольфрамата европия — $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ методом э. д. с. с твердым электролитом кислород-ионной проводимости. Указанный метод с большим успехом применяется [5—8] для изучения термодинамических функций окисных систем.

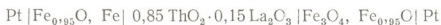
$\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ был синтезирован из окиси европия «ЕвО-3» и вольфрамового ангидрида (х.ч.) по методу, предложенному в работе [7]. По данным химических анализов, содержание основных элементов в синтезированном препарате составляло 70,5 вес.% Eu и 14,5 вес.% W и незначительно отличалось от стехиометрического состава (соответственно 70,8 и 14,3%). Рентгенографические измерения межплоскостных расстояний $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ показали хорошее совпадение с данными работы [9].

Свободная энергия Гиббса $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ была измерена с помощью концентрационной относительно кислорода электрохимической ячейки

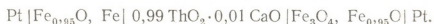


Твердым электролитом служил стабилизированный окисью кальция или окисью лантана ThO_2 , который готовился по технологии, предложенной в работе [10], с той разницей, что конечный отжиг в вакууме таблеток электролита проводился при 1800—1900°C.

Качество полученных электролитов проверялось измерением э.д.с. стандартной ячейки



и



Результаты проведенных измерений (рис. 1) удовлетворительно согласуются с данными известных работ [11—12], что обусловило использование полученных электролитов в дальнейших исследованиях.

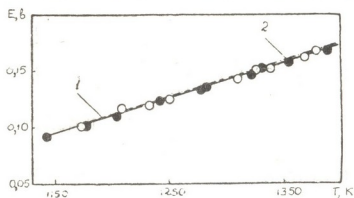


Рис. 1. Зависимость э. д. с. стандартной ячейки от температуры: 1 — данные работы [11]; 2 — данные работы [12]; ○ — ячейка $\text{Pt}|\text{Fe}_{0,95}\text{O}, \text{Fe}|0,85\text{ThO}_2 \cdot 0,15\text{La}_2\text{O}_3|\text{Fe}_3\text{O}_4, \text{Fe}_{0,95}\text{O}|\text{Pt}$; ● — ячейка $\text{Pt}|\text{Fe}_{0,95}\text{O}, \text{Fe}|0,99\text{ThO}_2 \cdot 0,01\text{CaO}|\text{Fe}_3\text{O}_4, \text{Fe}_{0,95}\text{O}|\text{Pt}$

Измеряемый электрод готовился из механической смеси порошков Eu_2O_3 , $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ и W , которая брикетировалась в таблетки ($\varnothing 5\text{--}6$ мм и $\delta 1,5\text{--}2,5$ мм). Последние подвергались длительной (~ 200 часов) прокатке при $1050\text{--}1100^\circ\text{C}$ в вакуированных двойных кварцевых ампулах. В свободном пространстве между ампулами помещался геттер (Ta). Стабильность фазового состава измеряемого электрода проверялась с помощью рентгеноструктурного анализа таблеток до и после их прокатки.

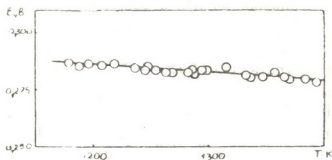
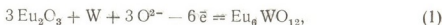


Рис. 2. Зависимость э. д. с. ячейки I от температуры

Опыты проводились на установке, описанной в работе [8], при вакууме $1\text{--}5 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. и в температурном интервале $1179\text{--}1393$ К. Устойчивые значения э. д. с. в зависимости от температуры опыта устанавливались за $2\text{--}8$ часов. Воспроизводимость экспериментальных точек была удовлетворительной как при повышении, так и при понижении температуры (рис. 2).

В исследуемой ячейке протекают следующие процессы: на аноде — окисление вольфрама



а на катоде — восстановление железа



Суммирование этих уравнений дает токообразующую реакцию ячейки 1:



Экспериментальные результаты обработаны методом наименьших квадратов в линейном приближении:

$$E(\pm t_{0,05} \cdot S_E) = a(\pm t_{0,05} \cdot \alpha) + b(\pm t_{0,05} \cdot \beta),$$

где $t_{0,05}$ — критерий Стьюдента 95% вероятности; S_E — среднеквадратичная ошибка в измеренных значениях E ; α и β — среднеквадратичные ошибки в коэффициентах a и b соответственно.

Для реакции (3) получено уравнение

$$E(\pm 0,0022)\text{в} = 0,3243(\pm 0,0089) - 3,185(\pm 0,7) \cdot 10^{-5} \cdot T \quad (1179 - 1393\text{K}).$$

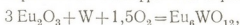
Используя зависимость $\Delta G = -nFE$ (n — число переносимых зарядов, в нашем случае равно 6; F — число Фарадея с учетом коэффициента пропорциональности, равно 23063 кал; E — э. д. с., в), находим $\Delta G(\pm 320)$ кал = $-44880(\pm 1230) + 4,41(\pm 0,97) \cdot T$ (1179—1393K). (4)

Комбинируя уравнения (4) и ΔG_T реакции окисления железа:



$$\Delta G(\pm 40)$$
 кал = $-63290(\pm 260) + 15,75(\pm 0,19) \cdot T$ (1000—1600K) [13],

составляем уравнение температурной зависимости свободной энергии Гиббса для процесса образования вольфрамата европия:

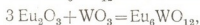


$$\Delta G(\pm 320)$$
 кал = $-234750(\pm 1540) + 51,66(\pm 1,13) \cdot T$ (1179—1393 K). (5)

Далее по уравнениям (5) и ΔG_T окисления вольфрама ($\text{W} + 1,5\text{O}_2 = \text{WO}_3$), которое получено нами с использованием данных [14—16]:

$$\Delta G(\pm 820)$$
 кал = $-196340(\pm 200) + 56,59(\pm 0,6) \cdot T$ (1050—1745K),

определяем ΔG_T образования $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ из окислов:



$$\Delta G(\pm 880)$$
 кал = $-38410(\pm 1550) - 4,93(\pm 1,28) \cdot T$ (1179—1393K).

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

им. 50-летия СССР

(Поступило 14.1.1977)

ფიზიკური ქიმია

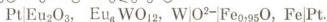
ა. ნაღირაძე, ზ. ზველესიანი, ი. ოშიაძე, ლ. ზანტაშვილი

ევროპიუმის ვოლფრამატის $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ ბიზსის

თავისუფალი ენერგიის ბაზოვსა

რეზიუმე

მყარი ჟანგბადოვანი ელექტროლიტის გამოყენებით ე. მ. დ. მეთოდით გამოიზომილია ევროპიუმის ვოლფრამატის გიბსის თავისუფალი ენერგია. ამ მიზნით შედგენილია ელექტროქიმიური ელემენტი



განისაზღვრა ჟანგეულებისაგან ევროპიუმის ვოლფრამატის მიღების რეაქციის



გიბსის თავისუფალი ენერგიის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების განტოლებას:

$$\Delta G(\pm 880)_{\text{კალ}} = -38410(\pm 1550) - 4,93(\pm 1,28)T \quad (1179-1393\text{K}).$$

PHYSICAL CHEMISTRY

A. A. NADIRADZE, G. G. GVELESIANI, I. S. OMIADZE, L. D. CHANTURISHVILI

THE GIBBS FREE ENERGY MEASUREMENTS OF EUROPIUM
 TUNGSTATES— $\text{Eu}_6\text{WO}_{12}$

Summary

The Gibbs free energy of europium tungstates has been measured by the EMF method with solid oxygen electrolytes. The measurements were made by the following cell



The results obtained were used to calculate the Gibbs free energy change of the $3\text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{WO}_3 = \text{Eu}_6\text{WO}_{12}$ reaction:

$$\Delta G(\pm 880)_{\text{cal}} = -38410(\pm 1550) - 4,93(\pm 1,28)T \quad (1179-1393\text{K}).$$

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. J. Borchardt. *Inorg. Chem.*, 2, № 1, 1963, 170.
2. Е. Я. Роде, В. П. Карпов. *Изв. АН СССР, Неорганические материалы*, 2, № 4, 1966, 683.
3. М. М. Иванова, Г. М. Балагина, Е. Я. Роде. *Изв. АН СССР, Неорганические материалы*, 6, № 5, 1970, 914.
4. М. М. Иванова, Е. М. Резник. *Изв. АН СССР, Неорганические материалы*, 8, № 5, 1972, 981.
5. В. А. Левицкий, В. Н. Ченцов, Ю. Я. Сколинь, Ю. Г. Голованова. *ЖФХ*, 46, № 1, 1972, 250.
6. В. Н. Ченцов, Ю. Я. Сколинь, В. А. Левицкий, Ю. Хекимов. *Изв. АН СССР, Неорганические материалы*, 9, № 9, 1973, 1591.
7. В. А. Левицкий, В. Н. Ченцов, Ю. Хекимов. *ЖФХ*, 49, № 3, 1975, 596.
8. Т. Н. Резухина, В. И. Лаврентьев, В. А. Левицкий, Ф. А. Кузнецов. *ЖФХ*, 35, № 6, 1961, 1367.
9. G. J. McCarthy. *Mater. Res. Bull.*, 6, № 1, 1971, 31.
10. В. А. Левицкий. *Сб. научных студенческих работ*. М., 1962.
11. K. Kiukkola, C. Wagner. *J. Electrochem. Soc.*, 104, № 6, 1957, 373.
12. В. А. Левицкий, Т. Н. Резухина, В. Г. Днепрова. *Электрохимия*, 1, № 8, 1965, 933.
13. И. А. Васильева, С. И. Мудрецова, А. Б. Степина, А. И. Корнилов. *ЖФХ*, 43, № 12, 1969, 3147.
14. Г. В. Наумов, Б. И. Рыженков, И. А. Ходаковский. *Справочник термодинамических величин*. М., 1961.
15. В. А. Киреев. *Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций*. М., 1975.
16. O. Kubaschewski, E. Evans, C. Alcock. *Metallurgical Thermochemistry*, Pergamon Press, London, 1967.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК
 БОРОСИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

(Представлено академиком Н. А. Ландия 14.1.1977)

В области использования аморфных оксидных пленок в микроэлектронике наметилась тенденция усложнения химического состава стекла, заключающаяся в переходе от простых к бинарным и более сложным оксидам. Введение в состав простого оксида примесных атомов (Al, B, P и др.) вызывает изменение параметров (иногда и формы) структурных единиц стеклообразователя, а также перераспределение электронной плотности на атомах с возникновением новых электрических центров. Благодаря сравнительно высокой подвижности атомов примеси в структуре легированных оксидов, они нашли применение в качестве источника диффузии. Процесс диффузии из легированных оксидов в полупроводник успешно заменил в последние годы традиционные методы диффузии из газовой фазы.

В настоящей работе исследованы некоторые физико-химические свойства тонких пленок боросиликатных стекол (БСС), полученных реактивным плазменным распылением [1]. Такой способ получения легированных диэлектрических пленок, как нам известно, в литературе не описан.

Пленки БСС были получены на установке реактивного плазменного распыления УРМ-3279013 с использованием сложной мишени, в состав которой входили кремний и бор. Реактивным газом служил кислород в смеси с аргоном при давлении около $5 \cdot 10^{-3}$ торр. Температура подложки при осаждении БСС не превышала $150-200^\circ\text{C}$. Пленки БСС наносились на ориентированный по плоскости (111) п-кремний с удельным сопротивлением 4 ом·см. Пленки БСС толщиной 1000—3500 Å содержали от $4 \cdot 10^{-3}$ до 16 мол. % B_2O_3 .

Толщина пленок БСС определялась эллипсометрически или оценивалась по интерференционным цветам. Эллипсометрические измерения проводились на эллипсометре ЛЭМ-2 с использованием He-лазерного источника.

Концентрация бора в БСС определялась (1) из отношения интегральных площадей ИК-полос поглощения связей В—О и Si—О [2] или (2) расчетом концентрации соответствующих осцилляторов по формуле [3]

$$N = \frac{3 \mu^* c^2}{4 \pi e^2 p^2} \int \ln \left(\frac{I_0}{I} \right) dv,$$

где N — концентрация осцилляторов, см^{-3} ; p и μ^* — эффективный заряд и приведенная масса соответствующего осциллятора; e — заряд электрона; c — скорость света; d — толщина оксида. Интегрирование

проводилось с помощью планиметра. Результаты определения концентрации бора обоими методами расходятся на 10%. Спектры снимались на спектрометре UR-20.

Дифракция электронов от пленок БСС показала, что они являются аморфными и расстекловывание не наблюдается при продолжительном прогреве образцов вплоть до 1200°C. Высокая стабильность стеклообразного состояния бинарного окисла $\text{SiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ обусловлена свойствами компонентов этой системы, удовлетворяющими всем критериям стеклообразования [4].

Как вытекает из диаграммы состояния системы $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ [5], БСС даже с высоким содержанием бора (16 мол.% B_2O_3) не претерпевают фазового перехода при температурах диффузии бора в кремний (1100—1200°C). Сохранение твердого состояния БСС в процессе диффузии предотвращает понижение концентрации бора в приповерхностной области полупроводника вследствие экзодиффузии, обусловленной повышением коэффициента сегрегации бора в жидкой фазе БСС, и позволяет получать сильнолегированный p-кремний.

Реактивные пленки БСС обладают высокой адгезией с полупроводниковой подложкой и их отслаивание или растрескивание не наблюдалось при прогреве структур Si-БСС в течение нескольких часов при температуре 1100°C. С другой стороны, эрозия поверхности кремниевой подложки после диффузии не наблюдалась даже при максимальной поверхностной концентрации примеси в полупроводнике.

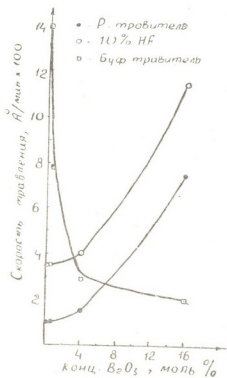


Рис. 1. Зависимость скорости травления пленок БСС от концентрации бора в стекле

травителе и особенно в 10% HF картина обрабатываемая. Травители обоих типов делают возможным селективное травление БСС в присутствии SiO_2 и наоборот.

Концентрационное распределение бора по толщине в пленке БСС до отжига является однородным, о чем свидетельствуют линейный ха-

В соответствии с [2] плотность реактивных пленок БСС линейно уменьшается с увеличением концентрации бора в стекле.

Заслуживает интерес вопрос химического травления пленок БСС. Помимо того, что подбор травителя является необходимой стадией процесса фотолитографии пленок, исследование скорости травления позволяет определять состав сложного окисла, а также концентрационный профиль распределения легирующего элемента по толщине пленки.

Для травления пленок БСС были опробованы следующие травители: Р-травитель, буферный травитель и 10% водный раствор плавиковой кислоты. Исследовались пленки SiO_2 , содержащие от 0 до 16 мол.% B_2O_3 . Как видно из рис. 1, скорость травления во всех травителях сильно зависит от состава БСС. При этом буферный травитель особенно чувствителен к пленкам с малым содержанием бора, а в Р-травителе

рактически кривой кинетики травления (рис. 2) и постоянство значения интегральной интенсивности ИК-полосы колебания В—О, отнесенной к единице толщины, в процессе послойного снятия тонких (0,05 мкм) слоев пленки.

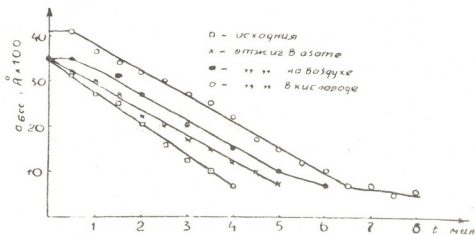


Рис. 2. Кинетика травления пленок БСС, подвергнутых различным видам тепловой обработки в Р-травителе

После термического отжига исходной пленки БСС в среде азота (температура 1050°C, продолжительность 1 час) наблюдается уплотнение пленки, на что указывают смещение ИК-полосы поглощения колебания Si—O на 10 см^{-1} в сторону коротких длин волн и снижение скорости травления в Р-травителе до 560 Å/мин , против 750 Å/мин до отжига (рис. 2). Последнее обусловлено как уплотнением пленки, так и обеднением БСС бором, вследствие испарения его с поверхности и диффузии в полупроводник.

Существенные изменения происходят в пленке БСС при отжиге на воздухе и особенно в кислороде (режимы отжига те же, что и в азоте). В начале и в конце кривых скорости травления пленок БСС (рис. 2) появляются изломы, соответствующие замедлению скорости травления. По-видимому, во время диффузионного отжига в среде кислорода на внешней поверхности БСС и преимущественно у границы раздела Si-БСС растет обедненный бором окисный слой. Изменение толщины этого слоя под влиянием концентрации кислорода в диффузионной среде позволяет управлять электрофизическими параметрами p - n -перехода (см. таблицу).

Диффузионный параметр	Содержание O_2 в N_2 , %					
	0	10	25	50	70	100
Поверхностное сопротивление, $\text{ом}/\square$	6	46	92	170	269	700
Глубина залегания перехода, мкм	1,20	1,08	0,94	0,83	0,70	0,59
Поверхностная концентрация, 10^{19} см^{-3}	100	15	9	5	3	1

Полученные нами пленки БСС, содержащие от $4 \cdot 10^{-3}$ до 16 мол% $\text{В}_2\text{O}_3$, являются неограниченным источником диффузии бора при тол-

შინე $> 0,15$ მკმ და აკონტროლებს კონცენტრაციას მატარებლების
 ვ კრემნიივ $4 \cdot 10^{17}$ დ $4 \cdot 10^{20}$ см^{-3} კრი გუბინე დიფუზიონური სივ
 < 4 მკმ [1].

აკადემია ნაკუ გრუზინური სსრ
 ინსტიტუტი კიბერნეტიკი

(პოსტუპილი 20.1.1977)

ფიზიკური ქიმიკი

ბ. ბაგრატინივილი, რ. ჯანელიძე, დ. ჯიშიანივილი, ლ. პისკანოვიკი, ზ. შიოლანივილი
 ბორსილიკატიური მინის თხელი ფირმების ფიზიკური-ქიმიური თვისებებები

რეზიუმე

დაბალტემპერატურული პლაზმური გაფრქვევის მეთოდით მიღებული
 ბორსილიკატიური მინის თხელი ფირმები. გამოკვლეულია მათი თვისებები მინა-
 ში ბორის შედგენილობის მიხედვით. ნაჩვენებია მიღებული ფირმების გამოყე-
 ნების შესაძლებლობა ბორის დიფუზიის წყაროდ ნახევარგამტარებში.

PHYSICAL CHEMISTRY

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

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THIN FILMS OF BOROSILICATE GLASS

Summary

Thin films of borosilicate glass have been obtained by the method of
 low-temperature plasma scattering. Their properties were investigated accord-
 ing to the content of boron in glass. The feasibility of applying the obtained
 films as a diffusion source of boron in semiconductors is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Багратишвили, Н. Л. Биганашвили, Р. Б. Джanelидзе, Д. А. Джишანიшвили, Л. В. Пискановский, З. Н. Шиолашвили. Сб. «Методы исследования МДП структур и физические аспекты технологии МДП интегральных схем». Киев, 1976.
2. A. S. Tenney. J. Electrochem. Soc., 118, 1971, 1658.
3. Takuo Sugano, Koitiro Hosh. Japan. J. Appl. Phys., 7, 1968, 715.
4. Г. Роусон. Неорганические стеклообразующие системы. М., 1970.
5. T. J. Rockett, W. R. Foster. J. Am. Chem. Soc., 48, 1965, 75.



И. Б. БАРАТАШВИЛИ, И. А. МАХАРАДЗЕ, В. С. ВАРАЗАШВИЛИ,
М. С. ЦАРАХОВ, Д. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ

СТАНДАРТНЫЕ ЭНТРОПИИ MnP И Mn_2P

(Представлено академиком Н. А. Ландия 17.1.1977)

К настоящему времени в ряде работ [1—5] исследованы некоторые термодинамические свойства фосфидов — MnP и Mn_2P . Однако стандартные энтропии (S_{298}) этих соединений неизвестны. В данной работе измерена теплоемкость MnP в интервале температур 57,9—299,7 К. На основе полученной кривой $C_p = C_p(T)$, а также данных работ [3, 5] определены S_{298} вышеуказанных фосфидов.

В опытах применялся порошок монофосфида марганца, полученный по методике, описанной в работе [5]. При этом в качестве исходных материалов использовались возогнанный в вакууме марганец (чистота 99,95%) и красный фосфор марки х. ч. (содержание фосфора 99,80%). По данным химического анализа, содержание Mn и P в полученном продукте соответствовало стехиометрии монофосфида марганца (Mn —64,06% и P — 35,94% по массе). Результаты рентгеноструктурного анализа синтезированного MnP хорошо согласуются с данными работы [6].

Измерение теплоемкости MnP проводилось с помощью низкотемпературного адиабатического калориметра. Конструкция калориметра и методика проведения опытов описаны в работе [7]. Навеска фосфида марганца при опытах составляла 10,795 г. Точность измерения теплоемкости оценивалась $\pm 0,25\%$. Было принято: 1 кал=4,184 дж; молекулярный вес $MnP=85,912$.

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 1. В области температур 250—300 К наблюдается аномальное изменение теплоемкости MnP , обусловленное фазовым превращением, имеющим ферромагнитную природу [2, 8]. Аномальная теплоемкость максимума (13,78 кал/град·моль) достигает при температуре 286 К, которая незначительно отличается от найденной в работе [2] и близка к точке Кюри (295 К), определенной при помощи измерения магнетокалорического эффекта.

Усреднение экспериментальных данных проводилось графическим путем. Под сглаженными значениями C_p (табл. 2) подразумеваются их величины, отсчитанные по усредненной кривой $C_p = C_p(T)$ (рис. 1). Следует отметить, что низкотемпературная ($T < 298$ К) часть кривой $C_p = C_p(T)$ и полученная методом смешения [3] ее высокотемпературная ($T > 298$ К) часть хорошо стыкуются вблизи комнатных температур (рис. 1).

Кривая $C_p = C_p(T)$ монофосфида марганца в интервале температур 60—100 К с погрешностью $\pm 0,5\%$ аппроксимируется уравнением

$$C_p = 2 \left[0,76 \cdot C_v^D \left(\frac{464}{T} \right) + 4,22 \cdot 10^{-4} \cdot T^{3/2} \right], \quad (1)$$

где C_v^D — атомная изохорная теплоемкость МпР в дебаевском приближении с характеристической температурой, равной 464 К. Соответ-

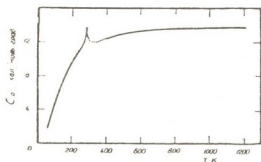


Рис. 1. Зависимость теплоемкости МпР от температуры в интервале 60—1200 К

ствующее уравнению (1) выражение для энтропии МпР будет иметь вид

$$S = 2 \left[0,76 \cdot S_v^D \left(\frac{464}{T} \right) + \frac{2}{3} \cdot 4,22 \cdot 10^{-4} \cdot T^{3/2} \right], \quad (2)$$

где S_v^D — атомная изохорная энтропия МпР в дебаевском приближении.

Для подсчета стандартной энтропии МпР использовались данные табл. 2, а также уравнение (2). При этом величина $S_{298} - S_{60}$, представляющая значительную часть S_{298} , определялась по формуле трапеции на основании данных табл. 2, а $S_{60} - S_0$ — по уравнению (2), причём было принято $T = 60$ К. Согласно этим подсчетам,

$$\begin{aligned} S_{298,15} - S_{60} &= 10,99 \text{ кал/град} \cdot \text{моль} \\ S_{60} - S_0 &= 0,76 \text{ кал/град} \cdot \text{моль} \\ \hline S_{298,15} - S_0 &= 11,75 \text{ кал/град} \cdot \text{моль} \end{aligned}$$

Так как $S_{60} - S_0$ составляет незначительную часть стандартной энтропии МпР, то погрешность определения S_{298} , обусловленная экс-

Таблица 1
 Экспериментальные значения теплоемкости (кал/град·моль) МпР в интервале температур 57,91—299,65 К

ТК	C_p	ТК	C_p	ТК	C_p	ТК	C_p
57,91	1,611	106,73	5,065	180,32	8,912	271,36	12,228
64,19	2,066	111,57	5,386	186,43	9,137	275,44	12,491
67,72	2,288	116,48	5,699	192,42	9,369	278,18	12,684
70,32	2,482	121,26	5,995	197,66	9,558	281,07	12,971
74,30	2,765	125,98	6,279	203,35	9,769	283,21	13,251
76,86	2,936	130,83	6,563	208,61	9,947	283,77	13,337
77,09	2,956	135,71	6,837	215,65	10,170	286,02	13,576
79,47	3,120	140,67	7,106	221,15	10,347	286,92	13,412
79,54	3,128	143,92	7,268	226,76	10,531	288,23	13,034
81,66	3,288	148,31	7,503	232,52	10,713	290,10	12,559
82,03	3,311	152,91	7,740	238,12	10,918	290,58	12,516
82,82	3,366	157,79	7,974	242,95	11,060	292,86	12,419
86,36	3,619	162,71	8,171	248,43	11,274	296,00	12,314
94,43	4,192	166,99	8,351	254,64	11,501	299,65	12,266
98,47	4,491	170,82	8,521	260,75	11,744		
102,61	4,789	171,54	8,554	261,92	11,775		
106,70	5,061	175,52	8,714	267,10	12,015		

трапециальной кривой $C_p = C_p(T)$ к ОК по уравнению (1), очевидно, не должна превышать $\pm 0,2$ э. е. Суммарная погрешность найденной стандартной энтропии MnP оценивается в пределах $\pm 0,3$ э. е.

Для расчета стандартной энтропии Mn₂P использовались данные работы [5], в которой в интервале температур 851—1067 К методом ЭДС исследовалось изменение свободной энергии Гиббса реакции



Таблица 2

Сглаженные значения теплоемкости (кал/град·моль) MnP в интервале температур 60—298,15 К

TK	C _p	TK	C _p	TK	C _p	TK	C _p
60	1,76	130	6,52	200	9,65	270	12,16
65	2,10	135	6,80	205	9,83	275	12,46
70	2,46	140	7,08	210	10,00	280	12,85
75	2,81	145	7,34	215	10,16	282	13,09
80	3,16	150	7,59	220	10,32	284	13,38
85	3,53	155	7,83	225	10,48	286	13,78
90	3,88	160	8,06	230	10,64	288	13,05
95	4,24	165	8,28	235	10,81	290	12,60
100	4,60	170	8,49	240	10,97	292	12,44
105	4,95	175	8,70	245	11,15	294	12,37
110	5,28	180	8,90	250	11,33	296	12,33
115	5,61	185	9,09	255	11,51	298,15	12,29
120	5,92	190	9,28	260	11,70		
125	6,23	195	9,47	265	11,92		

Согласно этим данным, изменение энтропии реакции (3) при 950 К составляет $\Delta S_{950} = -1,6 (\pm 0,15)$ э. е. Используя данные по высокотемпературной теплоемкости Mn [9], MnP, Mn₂P [3], авторы работы [5] определили изменение энтропии той же реакции при 298 К — $\Delta S_{298} = -1,3 (\pm 0,15)$ кал/град·моль. Учитывая, что $S_{298}(\alpha\text{-марганец}) = 7,65 \pm 0,03$ [10] и $S_{298}(\text{MnP}) = 11,75 \pm 0,3$ э. е., мы определили значение стандартной энтропии Mn₂P по реакции (3):

$$S_{298}(\text{Mn}_2\text{P}) = 18,1 \pm 0,5 \text{ кал/град·моль.}$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 28.1.1977)

ფიზიკური ქიმია

ი. ზარათუაშვილი, ი. მახარაძე, ვ. მარაზუაშვილი, ა. ცარაზოვი, დ. ცაგარეიშვილი

MnP და Mn₂P სტანდარტული ენტროპიები

რეზიუმე

გაზომილია MnP სითბოტევადობა 60—300K ტემპერატურულ ინტერვალში და გაანგარიშებულია მისი სტანდარტული ენტროპიის მნიშვნელობა ($S_{298} = 11,75 \pm 0,3$ კალ/გრად·მოლი).

$C_p = C_p(T)$ მრუდის ექსტრაპოლაციით OK-დის ნაპოვნია $S_{60} - S_0$ სიდიდე, რომელიც ტოლია 0,76 კალ/გრად·მოლისა.

$MnP + Mn = Mn_2P$ რეაქციის ენტროპიის ცვლილების ცნობილი ლიტერატურული მონაცემის საფუძველზე განსაზღვრულია Mn_2P სტანდარტული ენტროპიის მნიშვნელობა ($S_{298} = 18,1 \pm 0,5$ კალ/გრად·მოლი).

PHYSICAL CHEMISTRY

I. B. BARATASHVILI, I. A. MAKHARADZE, V. S. VARAZASHVILI,
 M. S. TSARAKHOV, D. Sh. TSAGAREISHVILI

STANDARD ENTROPIES OF MnP AND Mn_2P

Summary

The heat capacity of MnP has been measured in the temperature range of 60-300 K and the value of standard entropy calculated ($S_{298} = 11.75 \pm 0.3$ cal/grade. mol.). By extrapolation of the curve $C_p = C_p(T)$ to OK, the value of $S_{60} - S_0$ has been obtained, equalling 0.76 cal/grade. mol. The value of standard entropy of Mn_2P ($S_{298} = 18.1 \pm 0.5$ cal/gr. mol.) has been determined using the well-known literary data on entropy change of the $MnP + Mn = Mn_2P$ reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Шукарев, М. П. Морозова, Т. А. Столярова. ЖОХ, № 6, 1961.
2. И. А. Махарадзе, И. Б. Бараташвили, Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гведесцანი. Неорганические материалы, 2, № 4, 1975.
3. В. П. Красовский, И. С. Факидов. Физика металлов и металловедение, 11, вып. 3, 1961.
4. Д. М. Чижиков, В. И. Кашин, Е. К. Казенас, В. К. Тагиров, В. Я. Дашевский, Н. И. Ракитина. Изв. АН СССР, Металлы, № 5, 1975.
5. И. Б. Бараташвили, А. А. Надирадзе, И. А. Махарадзе, Л. А. Шварцман. ДАН СССР, 224, № 4, 1975.
6. F. Wiechman. Z. anorg. allg. Chem., 77, 1937.
7. Н. А. Ландия, В. С. Варазашвили, Т. А. Павленишвили, М. С. Царахов, Г. Д. Чачанидзе. Сб. «VII Всесоюзная конференция по калориметрии», М., 1977.
8. И. Г. Факидов, В. П. Красовский. ЖЭТФ, 36, вып. 4, 1063, 1959.
9. K. K. Kelley. U. S. Bureau of Mines, Bull. 584, Washington, 1960.
10. Термические константы веществ, вып. VII, ч. I. Под ред. В. П. Глушко. М., 1974.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Л. Д. МЕЛИҚАДЗЕ (академик АН ГССР), Э. А. УШАРАУЛИ,
 Г. Ш. ХИТИРИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ САМГОРСКОЙ НЕФТИ НА СОДЕРЖАНИЕ
 ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
 КОРМОВОГО БЕЛКА**

В связи с существенным расширением промышленной добычи нефтей Грузии ставится вопрос о подготовке к их наиболее целесообразному освоению, с учетом химической природы нефтей и специфических требований республики на различные нефтепродукты.

Очевидно, в этих условиях большое значение приобретают исследование химической природы и вещественного состава нефтей Грузии, а также выявление целесообразных путей их переработки.

В этом аспекте целесообразной представляется микробиологическая переработка парафиновых углеводородов самгорской нефти, которая, имея нафтено-парафиновую природу, содержит парафиновые углеводороды, оптимальные по молекулярному весу и строению с точки зрения производства дрожжевых белков — высококачественного протеинового корма для животноводства. Технология этого производства хорошо освоена и налажена на заводах Советского Союза.

Эффективность применения кормовых дрожжевых белков, получаемых из нефтяного парафина микробиологическим методом, и их большое народнохозяйственное значение наглядно подтверждены исследованиями последних лет, а также практикой [1—3].

Известно, что введение в состав корма 1 т кормовых дрожжевых белков дает дополнительный прирост свинины в живом весе до 0,8—1,2 т, или 1,5—2,5 т мяса птицы, или 15—35 тысяч штук яиц. При этом каждая тонна белка позволяет сэкономить 3,5—4 т зерна.

Интерес к производству кормовых дрожжевых белков из нефтяного парафина обусловлен также довольно высоким выходом белковой массы. Из 1 т парафиновых углеводородов можно получить 0,8 т витаминизированного кормового дрожжевого белка.

Согласно литературным данным, для выращивания штамма дрожжей вида *Candida*, который применяется в Советском Союзе для производства дрожжевого кормового белка, необходимы парафиновые углеводороды нормального строения. При этом наиболее оптимальными являются парафины C_{11} — C_{14} , парафины C_{15} — C_{18} занимают среднее положение, а парафины свыше C_{18} осваиваются дрожжами труднее. Парафины C_{24} и выше в этом отношении не имеют практического значения [2].

С целью выяснения количественного содержания оптимальных парафиновых углеводородов в самгорской нефти и, следовательно, выявления их ресурсов для производства кормовых белков было проведено настоящее исследование.

Содержание указанных парафиновых углеводородов исследовалось с учетом их температур кипения в фракциях, полученных перегонкой самгорской нефти на установке АРН-2:

I — 150 — 200°C,	IV — 300 — 350°C,
II — 200 — 250°C,	V — 180 — 300°C,
III — 250 — 300°C,	VI — 180 — 320°C

Из указанных фракций *n*-парафиновые углеводороды выделялись обработкой карбамидом [4]. В полученных концентратах содержание индивидуальных парафиновых углеводородов определялось газо-жидкостным хроматографическим способом.

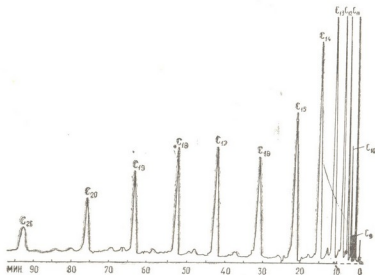


Рис. 1. Хроматограмма концентрата парафинов, выделенных из фракции 180—300°C

Газо-жидкостная хроматография проводилась на хроматографе «Цвет 1—64». В качестве аналитической колонки применялась капиллярная колонка из меди, длиной 100 м, внутренним диаметром 0,35 м. Жидкая фаза — карбовакс, газ-носитель — гелий, температурные условия анализа для *n*-парафиновых углеводородов, выделенных из указанных фракций, подбирались индивидуально.

Таблица 1

Характеристика фракций и парафиновых концентратов, выделенных карбамидом

Температурный интервал перегонки фракций, °C	Ф р а к ц и и			Парафиновые концентраты			
	Выход, вес. % от нефти	ρ_4^{20}	n_D^{20}	Выход, вес. % от нефти	ρ_4^{20}	n_D^{20}	Температура застывания, °C
I—150—200	16,2	0,7874	1,4380	16	0,7470	1,4200	—10
II—200—250	12,3	0,8269	1,4598	33	0,7650	1,4279	2,5
III—250—300	12,2	0,8488	1,4720	29	0,7776	1,4353	13,5
IV—300—350	7,7	0,8699	1,4846	26	0,8073	1,4379	35
V—180—300	30,7	0,8325	1,4633	25	0,7814	1,4343	5,5
VI—180—320	35,1	0,8378	—	27	—	—	—

По хроматограммам рассчитывалось относительное содержание в концентратах индивидуальных *n*-парафинов. Соответствующим пересчетом получалось количественное содержание *n*-парафинов в нефти.

В табл. 1 и 2 приведены результаты исследования фракций, полученных из самгорской нефти.

Для примера на рис. 1 дана хроматограмма концентрата н-парафинов, выделенного карбамидом из фракции 180—300°C самгорской нефти, которая показывает относительное содержание в нем индивидуальных углеводородов.

Данные табл. 1 и 2 приводят к выводу, что исследованные фракции самгорской нефти содержат достаточно большое количество оптимальных н-парафинов состава C₁₁—C₂₀.

Таблица 2

Наименование парафинов	Содержание индивидуальных парафинов, вес. %											
	Фракция 150—200°C		Фракция 200—250°C		Фракция 250—300°C		Фракция 300—350°C		Фракция 180—300°C		Фракция 180—320°C	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
C ₇ H ₁₆	2,58	0,13										
C ₈ H ₁₈	1,4	0,07										
C ₉ H ₂₀	10,35	0,54							0,16	0,012	0,13	0,012
C ₁₀ H ₂₂	21,18	1,10	0,11	0,01					1,77	0,059	1,35	0,13
C ₁₁ H ₂₄	31,41	1,63	2,16	0,09	0,15	0,01			5,6	0,43	4,91	0,47
C ₁₂ H ₂₆	18,65	0,97	9,76	0,4	0,5	0,02			8,6	0,66	7,54	0,72
C ₁₃ H ₂₈	10,10	0,52	20,0	0,81	1,92	0,07			13,1	1,0	11,49	1,09
C ₁₄ H ₃₀	2,8	0,14	20,88	0,85	7,67	0,27	1,68	0,01	13,4	1,03	11,78	1,12
C ₁₅ H ₃₂			19,37	0,79	13,53	0,48	1,03	0,01	10,34	0,79	9,07	0,86
C ₁₆ H ₃₄			9,55	0,39	30,68	1,09	1,13	0,01	10,36	0,79	9,07	0,86
C ₁₇ H ₃₆			4,58	0,18	14,81	0,52	1,4	0,01	7,68	0,59	6,74	0,64
C ₁₈ H ₃₈					14,03	0,5	2,62	0,02	7,61	0,59	6,67	0,63
C ₁₉ H ₄₀					8,05	0,28	5,9	0,04	6,51	0,5	5,71	0,54
C ₂₀ H ₄₂					3,48	0,12	9,27	0,06	5,29	0,41	4,77	0,45
C ₂₁ H ₄₄							16,54	0,1	2,65	0,20	3,81	0,36
C ₂₂ H ₄₆							22,4	0,14	1,08	0,083	4,38	0,42
C ₂₃ H ₄₈							15,36	0,09			3,88	0,37
C ₂₄ H ₅₀							8,31	0,05			1,65	0,16
C ₂₅ H ₅₂							3,06	0,02			0,22	0,02
C ₂₆ H ₅₄							0,76	0,005			0,82	0,08
Σ	97,5	5,1	86,4	3,52	94,7	3,36	89,4	0,565	94,13	7,14	94,0	8,93

Примечание: I—выход н-парафинов относительно концентратов. II—выход парафинов относительно нефти.

Наибольшее содержание их в фракциях, полученных в интервале 250—300 и 180—300°C. Суммарный выход из них концентратов н-парафинов составляет 29 и 25% соответственно, а содержание в последних оптимальных н-парафинов 94,7 и 89% соответственно. Относительно нефти это составляет 3,36 и 6,84% соответственно.

Таким образом, в качестве исходного сырья для производства кормовых дрожжевых белков из самгорской нефти можно принять н-парафиновые углеводороды фракций, перегоняемые в интервале 250—300 и 180—300°C.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической
и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 11.2.1977)

ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ე. უშარაული, გ. ხიტირი

სამგორის ნავთობის უმსწავლა საქონლის საკვები ცილების
 მისაღები ნედლეულის — პარაფინული ნახშირწყალბადების
 უმცველოვის თვალსაზრისით

რეზიუმე

სამგორის ნავთობის შესწავლით დადგინდია, რომ საქონლის საკვები ცილების მიკრობიოლოგიური მეთოდით წარმოებისათვის საჭირო ნ. პარაფინული ნახშირწყალბადების უმცველ ოპტიმალურ პროდუქტებს წარმოადგენენ 250—300°C და 180—300°C ტემპერატურულ ინტერვალებში მიღებული ფრაქციები.

CHEMICAL TECHNOLOGY

L. D. MELIKADZE, E. A. USHARAULI, G. Sh. KHITIRI

STUDY OF THE N-PARAFFIN HYDROCARBON CONTENT OF
 SAMGORI OIL WITH A VIEW TO OBTAINING ANIMAL FEED
 PROTEINS

Summary

Study of Samgori oil has shown that the fractions obtained at temperature ranges of 250-300°C and 180-300°C are the optimum products on n-paraffin hydrocarbons for the production of animal feed proteins by the microbiological method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Беляев. Теоретические основы химической технологии, VI, № 5, 1972, 716.
2. С. В. Чепиго, Г. И. Воробьева и др. Химия и технология топлив и масел, № 7, 1974.
3. С. В. Чепиго. Ж. Всесоюзного химического о-ва им. Д. И. Менделеева, XVII, № 5, 1972, 504.
4. А. Ф. Платэ. Краткое руководство к практикуму по химии нефти. М., 1960, 41—43.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. ДИДИДЗЕ, О. А. АРЕФЬЕВ, Т. С. ШАКАРАШВИЛИ, Н. Г. БЕКАУРИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЫЩЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ СОСТАВА C_{11} — C_{13} НЕФТЕЙ ГРУЗИНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОРИО, МИРЗААНИ, САРТИЧАЛА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 27.1.1977)

Изучены насыщенные углеводороды состава C_{11} — C_{13} фракции 200—250°С нефтей нафтенового основания месторождений Норियो, Мирзаани и парафинистого основания месторождения Сартичала. В работе впервые для грузинских нефтей применен комплексный метод исследования с использованием термодиффузионного деления, гидрокрекинга,

Таблица 1

а. Характеристики, полученные при исследовании концентратов по методу „n—d—M“

Нефть	Фракции	n_D^{20}	d_4^{20}	M	K_H
Норियो	Исходный изопарафиновый концентрат 1	1,4470	0,8160	205	0,55
		1,4363	0,7850	180	0,50
	Исходный нафтеновый концентрат 10	1,4506	0,8337	230	1,60
		1,4684	0,8861	235	2,75
Мирзаани	Исходный изопарафиновый концентрат 1	1,4358	0,7929	196	0,82
		1,4280	0,7595	179	0,10
	Исходный нафтеновый концентрат 10	1,4515	0,8240	198	1,48
		1,4616	0,8494	209	1,80
Сартичала	Исходный изопарафиновый концентрат 1	1,4375	0,7877	190	0,70
		1,4245	0,7558	175	0,10
	Исходный нафтеновый концентрат 10	1,4522	0,8264	190	1,40
		1,4690	0,8714	240	2,30

б. Структурный состав 10-х фракций вторичного термодиффузионного деления (%)

Типы углеводородов	Нефти		
	Норियो	Мирзаани	Сартичала
Изопарафины	11	12	6
Моноциклы	15	24	10
Бициклы	40	56	53
Трициклы	34	8	31
Всего	100	100	100

хроматографического и масс-спектрометрического анализа. Фракции 200—250°C получены в результате разгонки на ректификационной колонке, деароматизированы карбамидным методом. Изопарафино-циклопарафиновая часть фракции подвергнута двукратному термодиффузионному разделению [1]. Параметры термодиффузионной колонки следующие: h 1100 мм, $d_{\text{зазора}}$ 0,4 мм, условия разделения Δt 140°C, τ 80 час. Полученные изо- и циклопарафиновые концентраты охарактеризованы по методу «п—d—М» [2], а 10-е термодиффузионные фракции нафтеновых концентратов подвергнуты масс-спектрометрическому анализу на масс-спектрометре LKB=2091 (табл. 1).

Из полученных результатов (табл. 1) видно, что содержание трициклических углеводородов в нафтеновой норийской нефти (34%) и парафинистой сартичальской нефти (31%) примерно одинаковое, в то время как содержание трициклики в другой нафтеновой мирзаанской нефти (8%) резко отличается от вышеуказанных нефтей.

Концентрат би- и трициклических углеводородов исследовался методом газо-жидкостной хроматографии [3]. Так как фракция 200—250°C интересна углеводородами адамантанового ряда, а в столь сложной смеси установить их содержание хроматографическим методом невозможно, была использована реакция гидрокрекинга углеводородов. При гидрокрекинге адамантановые углеводороды, в отличие от остальных би- и трициклических и мостиковых углеводородов данной фракции, сохраняют свою структуру и количественные соотношения. Результаты хроматографического анализа продуктов гидрокрекинга представлены в табл. 2.

Таблица 2
Относительное распределение углеводородов ряда адамантана в 10-х фракциях исследованных нефтей (%)

Углеводороды	Норно	Мирзаани	Сартичала
1-Метиладамантан	0,41		0,85
1, 3-Диметиладамантан	0,29		0,48
1, 3, 5-Триметиладамантан	0,12		0,12
1, 3, 5, 7-Тетраметиладамантан	0,03		
2-Метиладамантан	0,65		1,05
1, 4-Диметиладамантан, цис	0,21		0,39
1, 4-Диметиладамантан, транс	0,22		0,48
1, 3, 6-Триметиладамантан	0,09		0,19
1, 2-Диметиладамантан	0,32		0,55
1, 3, 4-Триметиладамантан, цис	0,15		0,20
1, 3, 4-Триметиладамантан, транс	0,16		0,20
1-Этиладамантан	0,24		0,24
1, 3, 5, 6-Тетраметиладамантан	0,21		0,24
1-Этил, 3-метиладамантан	0,33		0,36
2-Этиладамантан	0,14		0,44
Адамантан	0,23		0,40
Всего	3,80	0,90	5,85

Рассматривая данные табл. 2, можно отметить, что в 10-х термодиффузионных фракциях нафтеновых нефтей относительное распределение адамантановых углеводородов ниже (в норийской 3,8%, в мирзаанской 0,9%), чем в парафинистой сартичальской нефти (5,85%). Это указывает на то, что в парафинистой сартичальской нефти, в отличие от нафтеновых нефтей, преобладают трициклические углеводороды с адамантановыми структурами.

Кроме вышеизложенного, следует отметить еще один интересный факт: несмотря на территориальную близость и принадлежность к одной углеводородной группе Б (нафтеновой), норийская и мирзаанская нефти резко отличаются друг от друга как содержанием трициклических нафтенов (34 и 8%), так и их структурой (относительное распределение адамантановых углеводородов соответственно 3,8 и 0,9%).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.1.1977)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. დიდიძე, ო. არეფიევი, თ. შაკარაშვილი, ნ. ბეკაური

$C_{11}-C_{13}$ რიგის ნაწიერი ნახშირწყალბადების ზამოკვლევა ნორიოს, მირზაანისა და სართიჭალის ნაშთოვრამაციებში

რეზიუმე

შევისწავლეთ ნორიოს, მირზაანისა და სართიჭალის ნავთობსაბადოების ფრაქციებში $C_{11}-C_{13}$ რიგის ნაწიერი ნახშირწყალბადები საქართველოს ნავთობებისათვის პირველად გამოვიყენეთ კვლევის კომპლექსური მეთოდი: თერმოდირფუზიური დაყოფა და პილოტოკრეკინგი, ქრომატოგრაფიული და მას-სპექტროსკოპიული ანალიზი.

საინტერესოა, რომ ტერიტორიულად ახლო მდებარე, ნავტენური ნავთობები ნორიო და მირზაანი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან სამციკლიანი ნახშირწყალბადის როგორც შემცველობით (34 და 8%), ისე სტრუქტურით (ადამანტანური რიგის ნახშირწყალბადების განწილება შესაბამისად არის 3,8 და 0,9%).

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. DIDIDZE, O. A. AREFYEV, T. S. SHAKARASHVILI, N. G. BEKAURI

INVESTIGATION OF SATURATED HYDROCARBONS OF THE $C_{11}-C_{13}$ GROUP IN THE OIL FRACTIONS OF NORIO, MIRZAANI AND SARTICHALA

Summary

The saturated hydrocarbons of the $C_{11}-C_{13}$ group in 200-250°C fractions of the Georgian oil fields of Norio, Mirzaani and Sartichala have been investigated. For the first time in Georgia a complex method of oil investigation was used: thermal-diffusion separation, hydrocracking, chromatographic and mass-spectrometric analysis.

The results obtained show that the tricyclic hydrocarbon content in the naphthenic oil of Norio (34%) and in the paraffin base petroleum of Sartichala (31%) is approximately the same, while the content of tricyclic hydrocarbons in the oil of Mirzaani (8%) significantly differs from that of the above given oils. In the 10th thermal-diffusion fractions of naphthenic

oils, the adamantane group hydrocarbon distribution (Norio 3.8% and Mirzaani 0.9%) is much less than in the paraffin-base petroleum of Sartichala (5.85%). Thus, in the paraffin-base petroleum of Sartichala, in contrast to naphthenic oils, tricyclic hydrocarbons of adamantane structure dominate.

It should be noted that though the oil fields of Norio and Mirzaani lie close to each other there is a significant difference between their naphthenic oils both in tricyclic hydrocarbon content (34% and 8%) and in structure (hydrocarbon distribution of the adamantane group is 3.8 and 0.9%, respectively).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Гала, М. Кураш, С. Ланда. Технология топлива, 7, Прага, 1964.
2. К. Ван Нес и Ван Вестен. Состав и свойства масляных фракций нефтей и их анализ. М., 1954.
3. З. В. Якубсон, О. А. Арефьев, Ал. А. Петров. Нефтехимия, т. XIII, № 3, 1973.



დ. გუმლაძე

სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება კახეთში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. დავითაიამ 28.1.1977)

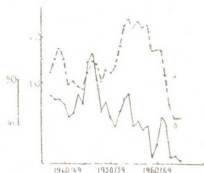
ვახუშტი ბაგრატიონი საქართველოს ცალკეულ კუთხეს რომ აგვიწერს, სეტყვის საზიანო მოქმედებაზეც ამახვილებს ყურადღებას. სეტყვიანობა მას აღნიშნული აქვს თბილისთან ვერეს ხეობაში და ოსეთში. საყურადღებოა, რომ კახეთში, რომელიც ამჟამად სეტყვის მოსვლის მხრივ კლასიკურ მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს, სეტყვიანობაზე იგი არაფერს წერს.

აკად. თ. დავითაის აზრით, ისეთ დაკვირვებულ მკვლევარს, როგორც ვახუშტი იყო, შეუძლებელია გამოიჩინოს ამ ფაქტის აღნიშვნა. სავარაუდოა, რომ ვახუშტის დროს ტყით დაფარული ალაზნის ველის დიდი ნაწილი ამცირებდა ჰაერის ძლიერ აღმავალ დენას და შესაბამისად სეტყვიანობასაც. ცნობილია, რომ ტყის მასივები ხელს უწყობს სეტყვიან დღეთა შემცირებას იმავე სიმაღლეზე მდებარე უტყეო ადგილებთან შედარებით.

სეტყვიან დღეთა სიხშირის მიხედვით აღმოსავლეთ საქართველოში გამოიყოფა სამი ძირითადი რეგიონი: სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ცენტრალური ნაწილი, კავკასიონის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობი და ალაზნის ველი, ანუ შიგა კახეთი [1]. მათ შორის სეტყვიანობის სიხშირით გამოირჩევა სამხრეთ მთიანეთის ცენტრალური ნაწილი. პირველ ორ რეგიონში სეტყვით გამოწვეული ზარალი უმნიშვნელოა, რადგან აქ უპირატესად საძოვრები და ნაკლებფასოვანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ისეტყვება.

საქართველოში, კერძოდ, შიგა კახეთში, ორი სახის სეტყვა აღინიშნება: ფრონტალური და შიგამასიური. სეტყვიანობის 80% ფრონტალური ხასიათისაა. აქედან შემთხვევათა 42% აღნიშნულია ცივი ფრონტის გავლის დროს. ასეთივე სურათია იტალიაშიც, დაახლოებით ამავე განედზე მდებარე, მევენახეობით განთქმულ ასტის პროვინციაში [2].

სურ. 1. სეტყვიან დღეთა მრავალწლიური მსვლელობა ათწლიური მცოცავებით.
 ა—წელი, ბ—მაისი

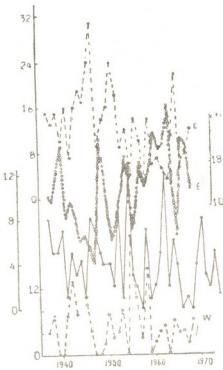


სეტყვიანობის პერიოდულობის დასადგენად შეიძლება გამოვიყენოთ სეტყვიან დღეთა მრავალწლიური მსვლელობის ათწლიური მცოცავების მრუდი (სურ. 1, ა), რომელიც გვიჩვენებს, რომ ნაკლებსეტყვიანი იყო 1964—1973, ხოლო სეტყვიანი—1954—1963 ათწლიური. დაკვირვების პერიოდის სიმოკლის გამო სეტყვიანობის რაიმე მკვეთრად გამოხატულ ციკლზე ლაპარაკი შეუძლებელია, მაგრამ ზოგადად მაინც შეიძლება მოკლე პერიოდისათვის დამახასიათებელ ტენდენციასზე ვიმსჯელოთ. კერძოდ, კახეთში შეიმჩნევა ჯერ მატების (ორმოცდაათიან წლებამდე), ხოლო შემდეგ კი კლების ტენდენცია.

რადგან სეტყვიანობის 80% ფრონტალური ხასიათისაა, სეტყვიან დღეთა რიცხვი პირდაპირ კავშირში უნდა იყოს ციკლონურ მოქმედებასთან დაკავშირებულ სინოპტიკურ პროცესებთან. ამ უკანასკნელის გამეორების სიხშირის დასადგენად საქმარისი არ არის შევიზღუდოთ სინოპტიკური პროცესების შესწავლით ისეთ მცირე ტერიტორიაზე, როგორც კახეთია. საჭიროა სეტყვიანობის შესწავლა ატმოსფეროს საერთო ცვლილებასთან კავშირში, რადგან მოცემულ ადგილზე მიმდინარე სინოპტიკური პროცესები წარმოადგენენ ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციის გამოვლინებას.

ამ მიზნით ჩვენ შევეცადეთ სეტყვიან დღეთა რიცხვი დაგვეკავშირებინა ა. გირსის მიერ გამოყოფილ ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის ფორმებთან (დასავლეთი — W, აღმოსავლეთი — E და მერიდიანული — C), რომლებიც მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდიან დროში.

მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცალკეულ წლებში ცირკულაციის WCE ფორმებსა და სეტყვიან დღეებს შორის კავშირი სუსტია, რაც ამ ფორმათა ზოგადი ხასიათით და საკვლევი ტერიტორიის რთული ოროგრაფიით აიხსნება. შედარებით კარგი კავშირი (კორელაციის კოეფიციენტი $r=0,70$) ჩანს მაისში W ტიპის ცირკულაციასა და სეტყვიან დღეებს შორის 1956—1968 წლებში, როდესაც გაბატონებული იყო ცირკულაციის E+C ფორმა, W ფორმის ანომალური შესუსტებით. აღნიშნულ პერიოდში W ფორმის სიხშირის კლებას სეტყვიან დღეთა კლება შეესაბამება (სურ. 2).



სურ. 2. სეტყვიან დღეთა რიცხვი და WCE პროცესების გამეორება, მაისი



სურ. 3. სეტყვიან დღეთა გამეორება

დასავლეთის (W) ტიპის ცირკულაციის დროს შეიმჩნევა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ სწრაფად მოძრავი მოკლე ამპლიტუდის მქონე ტალღები, რომლებიც თხემისა და ღარის სუსტ განვითარებას განაპირობებენ. მიწისპირა და ზედა ფენებში მკაფიოდ ჩანს მაქსიმალურად განვითარებული ზონალური ცირკულაცია, რის შედეგადაც შესუსტებულია ჰაერის განდშორისი ცვლა. ცირკულაციის ეს ტიპი ხასიათდება ციკლონების ხშირი გავლით [3].

სეტყვიან დღეთა წლიდან წლამდე ცვლილების დასადგენად გამოთვლილ იქნა საშუალო კვადრატული გადახრა ($\sigma=3,4$), რომლის მიხედვით გამოვყავთ

1940, 1943, 1947, 1954, 1958, 1960—1963, 1965 და 1970 წლები, როდესაც სეტყვიან დღეთა რიცხვი 3 σ -ზე მეტი იყო.

მაქსიმალურად სეტყვიანი ათწლიურის (1954—1963) ანალიზისას ირკვევა, რომ წლების უმრავლესობა 3 σ -ზე მეტი სეტყვიანი დღეებით სწორედ ამ ათწლიურში იყრის თავს. აღნიშნულ ათწლიურში ყველაზე მეტად დაისეტყვა თელავი (1958 წ. — 7 დღე, 1961 — 6 დღე), ახმეტა (1961 და 1963 წწ. ოთხ-ოთხი დღე), გურჯაანი (1960 წ. — 5 დღე) და ყვარელი (1962 წ. — 6 დღე).

აღმოსავლეთ საქართველოში ყოველი ფრონტის გავლას თან არ ახლავს ძლიერი კონვექციის წარმოშობა და შესაბამისად სეტყვაც. კონვექციური დენების განვითარება, გარდა ადგილობრივი თერმული პირობებისა, დამოკიდებულია ფრონტის სიძლიერეზე და განსაკუთრებით მის ხასიათზე, თბილია იგი, თუ ცივი. ზაფხულში, ცივი ფრონტის დროს სეტყვის მოსვლის ალბათობაა 60—80%. რადგანაც ცივი ფრონტს სხვადასხვა თერმული პირობების მქონე ქვეფენიზედაპირის გავლა უზღდება, კონვექციის სიძლიერეც სხვადასხვაა. თუ ფრონტი შედარებით მაღალი ტემპერატურის მქონე ქვეფენიზედაპირს გაივლის, კონვექცია ძლიერია. სეტყვის პროცესების გენეზისსა და ინტენსივობაზე არსებით გავლენას ახდენს ადგილის ოროგრაფია, განსაკუთრებით კი სიმაღლე და ჰაერის დინების მიმართ ფერდობის ექსპოზიცია.

მეტსადგურების მიერ აღნიშნული სეტყვა 6, 7, 27/V, 7, 18, 19/VI, 26/IX 1958 წ. თელავში და 22, 29/IV, 8, 13, 20/V, 5/VI 1961 წ. გურჯაანში უმეტესად ფრონტალური ხასიათისა იყო, რაც განაპირობა ცივი ფრონტის გავლამ. ამ ფრონტმა ცივ-გომბორის ქედზე უფრო მძაფრი ხასიათი მიიღო. აქედან ალახნის ველზე დაშვებული ცივი ჰაერი გადაევიდა მაღალი ტენიისა და ტემპერატურის მქონე ქვეფენიზედაპირს და წარმოქმნა ძლიერი აღმავალი დენები. კონვექციური ღრუბლების შედეგად წარმოიშვა სეტყვა, რომელმაც 10—12 წუთს გასტანა, ძლიერ დაზიანა რა ვენახი და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები.

მიუხედავად იმისა, რომ საკვლევ ტერიტორიაზე განლაგებული მეტსადგურები არც თუ დიდი მანძილით არიან ერთმანეთისაგან დაშორებულნი, სეტყვის მოსვლა აქ სინქრონულად არ ხდება, რაც აიხსნება ამ ტერიტორიის რთული ოროგრაფიული პირობებით და, რაც მთავარია, იმ რთული ფიზიკური პროცესებით, რომელიც სეტყვის ღრუბლებში მიმდინარეობს. ცნობილია, რომ თუ ღრუბლის მოძრაობის პირიზონტალური სიჩქარე დიდია, ნალექების აკუმულაცია და სეტყვის მარცვლის ზრდა სეტყვის მოსვლის შემდეგ რამდენადმე ივითხება, რაც განაპირობებს სეტყვის ფრაგმენტულ მოსვლას [4]. ამიტომაც არის, რომ სეტყვა მოძრაი ღრუბლის ქვეშ დედამიწის ცალკეულ უბნებზე მოდის, ე. ი. ლოკალურ ხასიათს ატარებს. მაგალითად, კახეთში ხშირია, როდესაც ისეტყვება ერთი სოფელი, ხოლო მის მეზობლად მდებარე — არა. უფრო მეტიც, ისეტყვება ერთი საკარმიდამო, ხოლო მისი მომიჯნავე — არა.

როგორც მასალების ანალიზიდან ირკვევა, სეტყვიან დღეთა დიდი სიხშირით კახეთში გამოირჩევა მაისი (სურ. 3). კახეთის, ცივ-გომბორისა და კავკასიონის ქედებს შორის მოქცეული შიგა კახეთი თავისი რელიეფის გაყვლით შვის ძლიერი ინტენსივობისას ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მაის-ივნისში ძლიერი კონვექციური ღრუბლებისათვის. მაისი ხასიათდება წლიდან წლამდე სეტყვიან დღეთა დიდი მერყეობით ($\sigma=3,21$), რაც შეიძლება აიხსნას დასაბუთებულად და ჩრდილო-დასავლეთიდან სუბტროპიკულ განედებში, კერძოდ, საქართველოში ჰაერის მასების ხშირი შემოჭრით ამ თვეში. ამის გამო მაისის თვე განსაკუთრებით საშიშია ვენახისათვის, მით უმეტეს, რომ ამ პერიოდში ვახის ყლორტები მეტად მგრძობიარება.

მაისის სეტყვიან დღეთა მრავალწლიური ცვლილების ანალიზი ათწლიური მცოცავებით (სურ. 1, ბ) გვიჩვენებს სეტყვიან დღეთა აშკარად შემცირების ტენდენციას, რომელიც დაიწყო 1946—1955 ათწლიურისა და თავის მინიმალურ მნიშვნელობას 1959—1968 წლებში მიაღწია. გარდა 1962 და ნაწილობრივ 1964 წლებისა, ამ ათწლიურში სეტყვიან დღეთა გამეორება 1—2 დღეს არ აღემატებოდა.

როგორც ვხედავთ, უკანასკნელ პერიოდში სეტყვიან დღეთა რიცხვი კახეთში შემცირდა, მაგრამ სეტყვის პრობლემა აქ ისევ მწვავედ დგას, რადგან ერთხელ მოსულ სეტყვასაც კი შეუძლია მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს აქ ფართოდ გავრცელებულ ვაზის კულტურას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.1.1977)

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Д. Г. МУМЛАДЗЕ

МНОГОЛЕТНЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ГРАДОБИТИЯ В КАХЕТИИ

Резюме

Рассматриваются многолетние изменения числа дней с градом в Кახეთი за 1936—1974 гг. по десятилетним скользящим для V и IV—X месяцев и вычислены средние квадратичные отклонения от нормы.

За последние десятилетия в вековом ходе числа дней с градом (V, IV—X) выражена тенденция к уменьшению.

При исследовании связи между числом дней с градом и типами атмосферных циркуляций (WCE) за отдельные годы выявлена прямая связь между повторяемостью форм W и числом дней с градом за IV—X; коэффициент корреляции $r=0,70$.

PHYSICAL GEOGRAPHY

D. G. MUMLADZE

LONG-TERM CHANGE OF HAILSTORM IN KAKHETI

Summary

On the basis of new observations (1936-1974) the author concludes that the frequency of days with hailstorm has the trend to decrease in Kakheti, especially in May and the warm period (IV-X), since the fifties. The mentioned trend is considered according to running decade data.

A close correlation has been established between the days with hailstorm and the atmospheric circulation type (W) which is characterized by frequent occurrence of cyclones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Гигинейшвили. Градобитие в Восточной Грузии. Л., 1960.
2. G. Enrico Gori *et al.* Geofis e meteorol., 20, № 1—2, 1971.
3. А. А. Гирс. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., 1971.
4. Г. К. Сулаквелидзе. Ливневые осадки и град. Л., 1967.



Г. Д. СУПАТАШВИЛИ, Н. В. ЛОРИЯ, Н. С. ГОЛИАДЗЕ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВАНАДИЯ ВО ВЗВЕСЯХ И ДОННЫХ
 ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. В. Буачидзе 10.1.1977)

Некоторые сведения о содержании ванадия в поверхностных водах Грузии и факторах, влияющих на его межфазное распределение, приведены в работе [1]. В этой статье обобщен дополнительно полученный материал.

Таблица 1

Содержание ванадия в жидкой и твердой фазах в водоемах Грузии

Объект	Количество проб	v мкг/л			v % · 10 ²		
		мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Вода	60	0,0	7,5	1,5	0,00	0,37	0,08*
Взвеси	57	0,0	380	68,7	0,28	3,03	1,07
Донные осадки	22				0,08	1,91	0,96

* % от величины минерализации.

Основной формой миграции ванадия в речных водах Грузии является взвешенная ($v_{взв}$, табл. 1, 2). В растворенном же виде ими переносится лишь 2% ванадия. Доля $v_{раств}$ постепенно повышается от истоков рек (ледниковые реки) до приустьевых участков (равнинные реки, табл. 2), за счет увеличения растворенного и уменьшения взвешенного ванадия.

Таблица 2

Содержание ванадия в реках Грузии

Реки	Количество проб	рН	мг/л		$v_{взв}$		$v_{раств}$		$\frac{v_{раств}}{v_{взв}}$
			Σ и	Взвеси	мкг/л	% · 10 ²	мкг/л	% · 10 ²	
Ледниковые	14	7,50	164	1265	121	0,96	0,4	0,24	0,0033
Горные	16	7,78	193	657	75	1,14	1,2	0,62	0,0161
Равнинные	40	7,73	292	413	52	1,26	1,9	0,65	0,0369

Содержание $v_{взв}$ определяется содержанием взвесей, поэтому региональное и внутригодовое распределение взвешенной формы ванадия аналогично с распределением взвесей. Максимальное содержание $v_{взв}$ обнаружено в ледниковых, минимальное — в равнинных реках. Макси-



мальное количество взвесей и $V_{взв}$ реки Грузии содержат летом и весной, минимальное — осенью и зимой. Содержание растворенного ванадия, наоборот, повышается зимой (3,4 мкг/л) и понижается летом (1,1 мкг/л).

Содержания ванадия во взвесах и донных отложениях водоемов близки друг к другу (табл. 1) и, в отличие от ряда микроэлементов, стабильны. Средние отклонения содержаний ванадия во взвесах и донных отложениях соответственно равны 0,0048 и 0,0045%, стандартные отклонения — 3,66 и 2,15. Резкое отклонение содержания ванадия от среднего значения наблюдается редко и не превышает 200%. Атипичные содержания ванадия обычно наблюдаются в водоемах, загрязненных промышленными стоками (рр. Галидзга, Квирила и др.).

Содержание ванадия во взвесах мало зависит от величины $V_{взв}$. Прослеживается лишь слабая обратная связь. Вследствие этого максимальному содержанию $V_{взв}$ (ледниковые реки) соответствует минимальное содержание ванадия во взвесах и наоборот; в максимальном количестве ванадий содержат взвеси равнинных рек (табл. 2). Какой-либо определенной связи между содержанием ванадия и макрокомпонентным составом взвесей и донных отложений нами не обнаружено.

Стабильность содержания ванадия в твердой фазе водоемов обусловлена главным образом его равномерным распределением в почвах и породах [2]. Кроме того, вследствие малого содержания растворенного ванадия и его ограниченной сорбции [1, 3] процессы перераспределения ванадия в водоемах протекают в небольших масштабах. Доказательством этого служит распределение ванадия в фракционированных по размерам частиц взвесах (табл. 3). С увеличением дисперсности содержание ванадия в твердой фазе в среднем повышается, однако не столь резко, как в случае других, хорошо сорбируемых микроэлементов.

Таблица 3
Содержание ванадия (% · 10²) во фракционированных взвесах речных вод

Река—пункт	Размер частиц, мм			
	>0,01	<0,01—>0,005	<0,005—>0,001	<0,001
Кура—Мцхета	1,71	1,37	1,07	1,48
Арагви—Мцхета	1,12	1,38	1,29	2,44
Риони—Жонети	0,47	1,40	2,69	—
Цхенис-цкали—устье	1,13	1,05	2,13	0,95
Чорохи—устье	1,05	1,35	0,63	2,62
Среднее	1,09	1,31	1,56	1,97

По данным К. Сугавара и др. [4], во фракционированных донных осадках озер Японии максимальное содержание ванадия наблюдается в грубодисперсной фракции, что, по мнению авторов, обусловлено увеличением богатых кремнием диатомитовых веществ в тонких фракциях озерных отложений. В нашем случае, наоборот, с увеличением дисперсности уменьшается содержание двуокиси кремния (от 48,88 до 43,71%) и увеличивается содержание окиси алюминия (от 17,58 до

23,64%), что одновременно с увеличением поверхности взвесей должно способствовать увеличению их сорбционной способности.

Стабильность содержания ванадия в твердой фазе водоемов Грузии обуславливает тесную прямую связь между содержаниями взвесей и содержанием взвешенного ванадия. Коэффициент парной корреляции этой связи приближается к единице ($r=0,90$). Это дает возможность довольно точно по содержанию взвесей рассчитать содержание взвешенного ванадия:

$$V_{\text{взв}} \text{ мкг/л} = 3,4 + 95,4 M,$$

где M — содержание взвесей г/л. Определенные экспериментально и рассчитанные по формуле величины содержания $V_{\text{взв}}$ по группированым данным приведены на рис. 1. Совпадение результатов хорошее.

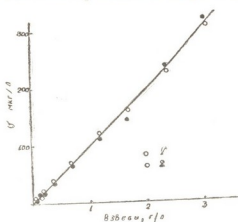


Рис. 1. Зависимость $V_{\text{взв}}$ от содержания взвесей: 1 — экспериментальные величины, 2 — рассчитанные величины

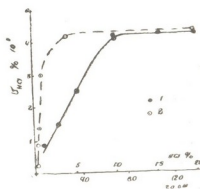


Рис. 2. Зависимость V_{HCl} от концентрации HCl (1) и продолжительности контакта взвесей с 10% HCl (2)

Кроме валового содержания во взвешах и донных отложениях водоемов, изучалось содержание кислотнорастворимых форм ванадия

Таблица 4

Содержание V_{HCl} во взвешах речных вод Грузии (взвеси: 10% HCl=1:125, продолжительность контакта 3 суток)

Река—пункт	Взвеси, мг/л	$V_{\text{взв}}$		V_{HCl}		$\frac{V_{\text{HCl}}}{V_{\text{взв}}}$
		мкг/л	%	мкг/л	%	
Риони—Глола	2856	864	0,0303	35,2	0,0012	0,041
Буба—Шови	3100	254	0,0082	46,5	0,0015	0,183
Терек—Коби	3090	380	0,0123	77,3	0,0025	0,203
Девдараки—устье	2220	293	0,0132	47,2	0,0021	0,161
Мулхура—устье	625	84	0,0134	15,6	0,0025	0,186
Ингури—Джвари	462	77	0,0167	7,5	0,0016	0,097
Ингури—устье	410	33	0,0080	8,7	0,0021	0,264

(V_{HCl}). С возрастанием концентрации HCl от 1 до 10% количество V_{HCl} увеличивается (рис. 2). Растворение протекает быстро, и равновесие устанавливается в течение суток (рис. 2). Дальнейшее увеличе-

ние концентрации HCl и продолжительности контакта на содержание V_{HCl} мало влияет.

Содержание V_{HCl} в твердой фазе водоемов Грузии невысокое — 0,0019% (табл. 4), что составляет около 16% валового содержания $V_{\text{взв}}$. Для сравнения укажем, что кислотнорастворимая форма меди в этих же объектах достигает 70—80% его валового содержания.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.1.1977)

გეოქიმია

ბ. სუპატაშვილი, ნ. ლორია, ნ. გოლიადე

ვანადიუმის განაწილება საქართველოს წყალსატემების
 შეთხვედრებულ ნივთიერებებსა და ფსკერულ დანალექებში

რეზიუმე

შესწავლილია ვანადიუმის გავრცელება საქართველოს მდინარეების, ტბებისა და სხვ. შეტენარებულ ნივთიერებებსა და ლამებში. დადგენილია მისი ცვლადობის ზოგიერთი კანონზომიერება. მოწოდებულია მყარი ნატანის რაოდენობიდან შეტენარებული ვანადიუმის გამოსათვლელი ფორმულა.

GEOCHEMISTRY

G. D. SUPATASHVILI, N. V. LORIA, N. S. GOLIADZE

THE DISTRIBUTION OF VANADIUM IN RESERVOIR SUSPENSIONS AND BOTTOM SEDIMENTS IN GEORGIA

Summary

The distribution of vanadium in the suspensions, sediments and oozes of Georgian rivers, lakes and reservoirs has been studied and some objective laws of its modification established.

The calculation formula for determining the quantity of vanadium in stable sediments is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Голиадзе, Н. В. Лория, Г. Д. Супаташвили. Сообщения АН ГССР, 80, № 2, 1975.
2. А. П. Виноградов. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М., 1957.
3. К. Б. Краускопф. Сб. «Геохимия литогенеза». М., 1963.
4. K. Sugawara, H. Nato, S. Yamada. J. Earth Sci., Nagoya University, 4, № 1, 1956.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Г. МУХАДЗЕ

ОБ ОДНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИЗГИБА ТОНКОГО СТЕРЖНЯ ПО ЛЕКАЛУ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 4.1.1977)

Тонкие стержни в обычных случаях чистого изгиба балки приводят к удовлетворительным результатам и при больших деформациях [1], однако возмущения кривизны от сосредоточенных сил не могут рассчитываться по схеме плоских сечений. Поэтому, если в изгибающих моментах включаются сосредоточенные силы, то в дифференциальном уравнении изгиба таких стержней в местах возмущений нельзя пренебрегать поперечными силами, — сдвиги, несмотря на малость, оказывают значительно большее влияние, чем моменты, и уравнение деформаций будет иметь вид [1]

$$q(x) - \frac{1}{\beta^2} \int_{-l}^x (x - \xi) q(\xi) d\xi = -\frac{P}{\beta^2} (l + x) + \frac{EI}{R\beta^2}, \quad (1)$$

где $q(x)$ — реактивное давление взаимодействия, P — прижимающая к лекалу сосредоточенная сила, приложенная на концах стержня, x — продольная ось, y — ось симметрии.

Известно решение этой задачи методом дифференциальных уравнений [1]

$$q''(x) - \beta^{-2} q(x) = 0. \quad (2)$$

Неизвестные этой задачи $q(x)$ и P связаны между собой еще уравнением равновесия

$$2P = \int_{-l}^l q(t) dt. \quad (3)$$

Решим эту задачу теперь методом интегральных уравнений.

Рассмотрев (1) как линейное интегральное уравнение Вольтерра второго рода, представим его решение формулой Фредгольма [2]

$$q(x) = f(x) - \lambda \int_0^x R(x, t, \lambda) f(t) dt, \quad (4)$$

где $f(x)$ — правая сторона уравнения (1), $R(x, t, \lambda)$ — резольвента.

При $R(x, x, \lambda) = 0$, согласно (2), получим

$$q''(x) - \lambda q(x) = f''(x) - \lambda R'(x, x, \lambda) f(x) - \lambda \int_0^x R''(x, t, \lambda) f(t) dt - \\ - \lambda f(x) + \lambda^2 \int_0^x R(x, t, \lambda) f(t) dt.$$

Так как $f''(x) = 0$, приходим к граничной задаче для резольвенты при

$$R(x, t, \lambda)|_{t=x} = 0, \quad R'(x, t, \lambda)|_{t=x} = -1.$$

Рассмотрим теперь обобщение, расширяющее решение этого класса задач.

Пусть имеется уравнение

$$q(x) = f(x) + \lambda \int_0^x [a_0 + a_1(x-t)] q(t) dt; \quad (5)$$

ее решение будем искать в виде

$$q(x) = f(x) + \int_0^x g''(x, t, \lambda) f(t) dt. \quad (6)$$

Тогда из (5) получим

$$f(x) + \int_0^x g''(x, t, \lambda) f(t) dt = f(x) + \lambda \int_0^x [a_0 + a_1(x-t)] f(t) dt + \\ + \lambda \int_0^x [a_0 + a_1(x-t)] \int_0^t g''(t, s, \lambda) f(s) ds dt. \quad (7)$$

Согласно формуле Дирихле, при $g(t, t, \lambda) = 0$, $g'(t, t, \lambda) = 1$,

$$\int_0^x [a_0 - a_1(x-t)] \int_0^t g''(t, s, \lambda) f(s) ds dt = \\ = - \int_0^x [a_0 + a_1(x-t)] f(t) dt + \int_0^x (a_0 g' + a_1 g) f(t) dt.$$

Поэтому из (7) получим

$$g''(x, t, \lambda) - \lambda(a_0 g' + a_1 g) = 0,$$

где

$$g(t, t, \lambda) = 0, \quad g'(t, t, \lambda) = 1, \quad (8)$$

т. е. определив $g(x, t, \lambda)$ получим резольвенту

$$\lambda R(x, t, \lambda) = g''(x, t, \lambda) = \lambda(a_0 g' + a_1 g). \quad (9)$$

Этот метод распространяется и на интегральные уравнения Вольterra, когда ядро — многочлен $(n - 1)$ -степени.

В нашем случае, согласно (2)

$$g'' - \beta^{-2} g = 0;$$

его решение будет

$$g = C_1(t) \exp \left\{ \frac{x}{\beta} \right\} + C_2(t) \exp \left\{ -\frac{x}{\beta} \right\}. \quad (10)$$

Из (10), при граничных условиях (8), получим

$$g(x, t, \beta) = \beta \operatorname{sh} \frac{x-t}{\beta},$$

$$g''(x, t, \beta) = \beta^{-1} \operatorname{sh} \frac{x-t}{\beta}.$$

Следуя (6) напомним

$$q(x) = f(x) + \beta^{-1} \int_{-l}^x \operatorname{sh} \frac{x-t}{\beta} f(t) dt,$$

где

$$f(x) = \frac{EI}{R\beta^2} - \frac{P}{\beta^2} (l+x).$$

Наконец, обращаясь к (3), окончательно получаем

$$q(x) = \frac{EI}{R\beta^2} \frac{\operatorname{ch} \frac{x}{\beta}}{\operatorname{ch} \frac{l}{\beta}}, \quad P = \frac{EI}{\beta R} \operatorname{th} \frac{l}{\beta}.$$

Эти формулы точно совпадают с формулами М. М. Филоненко-Бородича [1].

Приложенный метод можно легко использовать в задачах балок на упругом основании, в задачах изгиба пластин и оболочек.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.1.1977)

8. მუხადზე

ხისტ ლეკალოზე თხელი ღეროს ღუნვის ამოცანის ერთი ამოხსნის
 შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ხისტ ლეკალოზე თხელი ღეროს ღუნვის ამოცანის ამოხსნა ინტეგრალური განტოლებების მეთოდით. აგებულია კოშის ამოცანა რეზოლვენტისათვის. შედეგები პასუხობენ მ. ფილონენკო-ბოროდიჩის ცნობილ ფორმულებს.

STRUCTURAL MECHANICS

M. G. MUKHADZE

ON ONE SOLUTION OF THE PROBLEM OF THIN ROD BENDING ON RIGID CURVE

Summary

The solution of the problem of thin rod bending on a rigid curve is considered by the method of integral equations. The initial value problem is worked out for the resolvent. The results fully agree with the Filonenko-Borodich well-known formulas.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Филоненко-Бородич и др. Курс сопротивления материалов, т. II. М.—Л., 1949.
2. М. Л. Краснов. Интегральные уравнения. М., 1975.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), Г. В. ЧОЛИКИДЗЕ,
Н. Ш. ДУРМИШИДЗЕ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВОЗДУХА ПРИ ДВИЖЕНИИ СОСТАВА В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ—ТОННЕЛЯХ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

При движении состава в выработках или в тоннелях метрополитенов движущийся состав вагонов обуславливает вторичное течение воздушного потока по направлению или же навстречу вентиляционному потоку. В горных выработках это явление вызывает изменение режимов проветривания главных вентиляторов за счет изменения сопротивления сети выработок и появления добавочной депрессии или компрессии. Особенно значительное изменение в структуре проветривания ожидается при движении состава на перегонах метрополитенов. В частности, обусловленное движением состава вторичное течение воздуха полностью опрокидывает вентиляционный поток, а при приближении состава к станциям поток воздуха создает неблагоприятные условия для пассажиров [1].

Исследование затронутого вопроса проводилось многими учеными [1, 2]. Одни исследователи интересовались лишь сопротивлением движущегося состава, оказываемым вентиляционному потоку. Другие анализировали влияние вторичного потока движущегося состава на вентиляцию в целом как параллельное содействие с вентилятором, основываясь на том, что характеристика $Q-H$ движения вторичного потока подобна характеристике поршня. Последнее явление, по нашему мнению, характеризуется более сложной картиной, и, тем самым, подобная трактовка вопроса нам представляется ошибочной. В предлагаемой работе дается анализ динамики перемещения вторичного потока с целью установления его истинного влияния на процесс проветривания.

Рассмотрим процесс движения состава с миделевым сечением S_0 со скоростью v в выработке сечением S (рис. 1). Впереди и сзади состава имеем распределенное сопротивление выработки R , а в зазоре между выработкой и составом сечением $\delta_s = S - S_0 - R_s$, которое при значительных скоростях можно считать постоянным. Вначале движением воздуха в выработке пренебрегаем.

Рассматривая движущийся поток впереди состава как свободную струю, объем зоны ядра постоянных скоростей определяем скоростью движения состава, а последний совместно с соотношением $\frac{S}{S_0}$ определяет количество движущегося вместе с составом воздуха. Кроме того, сопротивление выработки противодействует этому перемещению и как бы заставляет часть воздуха перетекать в обратном направлении через зазор. Следовательно, получаем перераспределение воздуха на параллельных ветвях.

Как видно из представленной на рис. 2 схемы, в параллельные ветви поступает количество воздуха, равное S_0V . В зависимости от сопротивления выработки R и зазора R_3 изменяется количество движущегося воздуха в отдельных ветвях. Граничными условиями, очевидно, будут

$$R=0 \quad Q=S_0V, \quad Q_3=0, \quad R=\infty, \quad Q=0, \quad Q_3=S_0V.$$

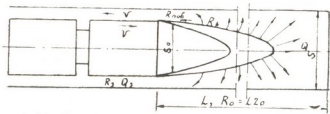


Рис. 1

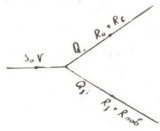


Рис. 2

Движению воздуха в зазоре оказывает сопротивление поворот потока на 180° , его с достаточным приближением можно принять (для гладких и шероховатых труб соответственно) [2]

$$R_{п.глад} = \frac{0,35}{\delta_s^2}, \quad R_{п.ш} = 0,061 (5,6 + 280 \alpha) \frac{H}{b\delta_s^2}.$$

В свою очередь, в зоне раздела фаз свободной струи и поворота потока имеем сопротивление воздуха о воздух, которое на основе теории Г. Н. Абрамовича рассчитывается по формуле

$$R_B = 0,027 PL_{вп} \rho \frac{v_0^2}{2}.$$

Таким образом, в параллельные ветви с сопротивлениями $R + R_B$ и $R_3 + R_{пов}$ поступает воздух в количестве S_0V . Уравнение баланса потери давления дает

$$RQ^2 + R_B Q^2 = R_3 Q_3^2 + R_{пов} Q_3^2. \tag{1}$$

Подставляя $Q_3 = S_0V - Q$ и упрощая, получаем

$$Q^2 (R + R_B) = (R_3 + R_{пов}) (Q^2 - 2QS_0V + S_0^2 V^2),$$

откуда решение относительно Q дает

$$Q = \frac{S_0V \sqrt{R_3 + R_{пов}}}{\sqrt{R + R_B} + \sqrt{R_3 + R_{пов}}} = \frac{S_0V \sqrt{R_3 + \frac{0,35}{\delta_s^2}}}{\sqrt{R + 0,027 PL_{вп} \rho \frac{v_0^2}{2}} + \sqrt{R_3 + \frac{0,35}{\delta_s^2}}}. \tag{2}$$

Полученное решение вполне соответствует граничным условиям задачи. Действительно, при $R=0$ $Q \approx S_0V$, а при $R=\infty$ $Q=0$. Принимая

подрадикальные величины в решении (2) постоянными, для дебита и депрессии в сети будем иметь

$$Q = \frac{S_0 V \sqrt{A}}{\sqrt{R+B} + \sqrt{A}}, \quad H = \frac{RAS_0^2 V^2}{A+B+R + 2\sqrt{A(R+B)}}. \quad (3)$$

При изучении влияния движения состава на проветривание выработок необходимо иметь характеристику в координатах $Q-H$.

Как видно из решения (2), при $R=R_3$ $Q \approx \frac{S_0 V}{2}$, а депрессия в этом случае определяется выражением

$$H = \frac{RS_0^2 V^2}{4} = (A-B) \frac{S_0^2 V^2}{4}.$$

При $R \rightarrow \infty$ максимальная депрессия, учитывая предел выражения $\lim_{R \rightarrow \infty} \frac{R}{A+B+R + 2\sqrt{A(R+B)}} = 1$, определится зависимостью $H_{\max} \approx AS_0^2 V^2$. Действительно, по формуле $H=RQ^2$ также имеем $H_{\max} = AS_0^2 V^2$. Следовательно, при $R=0$ $H=0$, $Q=S_0 V$.

Таким образом, рассчитывая значения сопротивлений в зазоре, воздуха о воздух и в повороте для данной скорости движения состава, а также величины Q и H по формулам (3) для трех упомянутых граничных условий, получаем характеристики в координатах $Q-H$, которые представлены на рис. 3. С увеличением скорости движения состава депрессия растет в большей степени, чем дебит воздуха, и в зависимости от того, какое сопротивление $-R_v$ или $R_{\text{пов}}$ больше при $R=R_3$, режим будет лежать левее при $R_v > R_{\text{пов}}$ или правее при $R_v < R_{\text{пов}}$ среднего значения $\frac{S_0 V}{2}$. Подробный анализ характеристик можно осуществить для конкретных условий.

При работе вентилятора на длинную сеть появление вторичного потока навстречу или по направлению вентиляции, по нашему мнению,

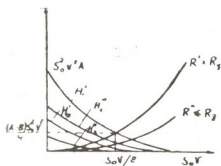


Рис. 3

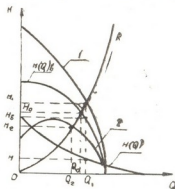


Рис. 4

следует рассматривать как последовательное включение добавочного источника движения воздуха. Последнее подтверждается тем, что если поток воздуха, движущийся вместе с составом, превышает дебит

вентилятора, то вентилятор становится сопротивлением для перемещения воздуха. На рис. 4 показаны режимы работы вентилятора и добавочного источника при содействии и встречной работе. Кривая 1 и режим Q_1-H_1 соответствуют процессу содействия, а кривая 2 и режим Q_2-H_2 — встречному действию вентилятора и вторичного потока.

Проведенным анализом установлен характер изменения количества движущегося вместе с составом воздуха в зависимости от параметров состава и тоннеля. Кроме того, с целью исследования влияния движения состава на режим проветривания горных выработок определена характеристика $Q-H$ и показано совместное действие вентилятора и добавочного источника.

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

(Поступило 14.1.1977)

საბადოთა და მუშავება და გამდიდრება

ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. შოლიკიძე, ნ. დურმიშიძე

სამთო გამონამუშევრებში — მიტროკოლიტინის გვირაბებში
შემადგენლობის მოძრაობისას ჰაერის გადაადგილების
პროცესის საკითხისათვის

რეზიუმე

მოცემულია გვირაბებში შემადგენლობის მოძრაობისას ჰაერის გადაადგილების პროცესის ანალიტიკური კვლევა. დადგენილია შემადგენლობასთან ერთად მოძრავი ჰაერის რაოდენობის ცვლილების ხასიათი შემადგენლობის და გვირაბის პარამეტრების გათვალისწინებით. გვირაბების განივების რეჟიმებზე შემადგენლობის მოძრაობის გავლენის ანალიზისათვის მიღებულია მახასიათებელი $Q-H$ და ნაჩვენებია ვენტილიატორის და დამატებითი წყაროს ერთობლივი მუშაობა.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. A. DZIDZIGURI, G. V. CHOLIKIDZE, N. Sh. DURMISHIDZE

ON THE PROBLEM OF THE AIR FLOW PROCESS DURING THE
TRAIN MOVEMENT IN UNDERGROUND TUNNEL-WORKINGS

Summary

An analytical investigation of the air flow process during the train movement in underground tunnel-workings is given. The type of change of the air amount moving together with the train, depending on the parameters of the train and the tunnel, has been established. For the purpose of investigating the influence of the train movement on the ventilation performance of the workings the characteristic $Q-H$ has been determined and the combined operation of the ventilator and the auxiliary source is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Цодиков. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. М., 1975.
2. Ф. А. Абрамов. Рудничная аэрогазодинамика. М., 1972.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, С. Л. БОЛКВАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НЕОГРАНИЧЕННОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 18.1.1977)

При слоевой выемке мощных залежей полезных ископаемых (например, каменного угля) и твердеющей закладке выработанного пространства возникает задача построения температурного поля системы полезное ископаемое-твердеющая закладка-порода, которую можно сформулировать следующим образом: дана неограниченная пластина твердеющей закладки, помещенная между полуограниченными массивами угля и породы (рис. 1) с начальным экспоненциальным распределением температуры, обусловленным дегазацией; в процессе твердения

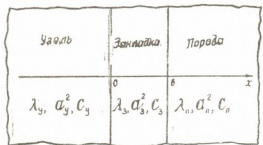


Рис. 1. Схема рассматриваемой системы тел

в закладке по всему объему выделяется значительное количество тепла; необходимо найти распределение температуры в системе для любого заданного промежутка времени τ .

Математическая запись поставленной задачи принимает вид

$$\frac{\partial t_y(x, \tau)}{\partial \tau} = a_y^2 \frac{\partial^2 t_y(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (\tau > 0, -\infty < x < 0), \quad (1)$$

$$\frac{\partial t_3(x, \tau)}{\partial \tau} = a_3^2 \frac{\partial^2 t_3(x, \tau)}{\partial x^2} + f_3(\tau) \quad (\tau > 0, 0 < x < b), \quad (2)$$

$$\frac{\partial t_n(x, \tau)}{\partial \tau} = a_n^2 \frac{\partial^2 t_n(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (\tau > 0, b < x < \infty), \quad (3)$$

краевые условия

$$t_3(x, 0) = t_0^3, \quad t_y(x, 0) = t_0^y - \delta_1 e^{-\sigma_1|x|} - \Gamma_y|x|,$$

$$t_n(x, 0) = t_0^n - \delta_2 e^{-\sigma_2(x-b)} + \Gamma_n(x-b), \quad (4)$$



$$t_{y|x=0} = t_{3|x=0}, \quad \lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{x=0} - \lambda_y \frac{\partial t_y}{\partial x} \Big|_{x=0} = \lambda_y \Gamma_y, \quad (5)$$

$$t_{3|x=b} = t_{n|x=b}, \quad \lambda_n \frac{\partial t_n}{\partial x} \Big|_{x=b} - \lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{x=b} = \lambda_n \Gamma_n, \quad (6)$$

$$\frac{\partial t_y}{\partial x} \Big|_{x=-\infty} = -\Gamma_y, \quad \frac{\partial t_n}{\partial x} \Big|_{x=\infty} = \Gamma_n, \quad (7)$$

где

$$f_3(\tau) = \frac{\vartheta_1 k}{R_3 C_3} \exp \left\{ -\frac{k\tau}{R_3 C_3} \right\} \quad (8)$$

— известная функция внутреннего объемного источника тепла в твердеющей закладке.

В выражениях (1)—(8) индексами «у», «з» и «п» соответственно обозначены уголь, закладка, порода; b — толщина закладки; a^2 — температуропроводность; λ — теплопроводность; t_0^3 — начальная температура закладки; t_0^y и t_0^n — естественная температура соответственно угля и породы на поверхности раздела; Γ — геотермический градиент; R — термическое сопротивление; C — объемная теплоемкость; ϑ_1 — максимальное приращение температуры закладки в процессе твердения в адиабатических условиях; δ , σ , k — эмпирические константы.

Поставленная задача нами решена при помощи функции Грина в комбинации с методом интегрального преобразования Лапласа — исходные дифференциальные уравнения и краевые условия преобразуются по Лапласу только относительно временной переменной и полученные при этом уравнения решаются методом Грина [1—3].

Полученные решения имеют вид

$$\begin{aligned} t_y(x, \tau) = & \int_{-\infty}^0 [t_0^y - \delta_1 \exp(-\sigma_1 |\xi|) - \Gamma_y |\xi|] G_{yy}(x, \xi, \tau) d\xi + t_0^3 \int_0^b G_{y3}(x, \xi, \tau) d\xi + \\ & + \int_b^\infty [t_0^n - \delta_2 \exp(-\sigma_2 (\xi - b)) + \Gamma_n (\xi - b)] G_{yn}(x, \xi, \tau) d\xi + \int_0^\tau \int_0^b G_{y3}(x, \xi, \tau - t) \times \\ & \times f_3(\tau) d\xi dt + \frac{1}{1 + \beta} [(\alpha_{17} + \alpha_{15}\beta) \Gamma_n \lambda_n - (\alpha_{14} - \alpha_{16}\beta) \Gamma_y \lambda_y] \times \\ & \times \left[2 \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4a_y^2 \tau}\right) - \frac{x}{a_y} \operatorname{erfc} \frac{x}{2a_y \sqrt{\tau}} \right], \quad (9) \end{aligned}$$

$$t_3(x, \tau) = \int_{-\infty}^0 [t_0^y - \delta_1 \exp(-\sigma_1 |\xi|) - \Gamma_y |\xi|] G_{3y}(x, \xi, \tau) d\xi + \int_0^b t_0^3 G_{33}(x, \xi, \tau) d\xi +$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_b^{\infty} \{t_0'' - \delta_2 \exp[-\sigma_2(\xi - b)] + \Gamma_n(\xi - b)\} G_{3n}(x, \xi, \tau) d\xi + \int_0^{\tau} \int_0^b G_{33}(x, \xi, \tau - t) \times \\
 & \times f_3(\tau) d\xi dt + \frac{1}{1 + \beta} \left\{ [(\alpha_{15}\beta \Gamma_n \lambda_n - \alpha_{14} \Gamma_y \lambda_y)] \left[2 \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4a_3^2 \tau}\right) - \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. - \frac{x}{a_3} \operatorname{erfc} \frac{x}{2a_3 \sqrt{\tau}} \right] + [\alpha_{16}\beta \Gamma_y \lambda_y + \alpha_{17} \Gamma_n \lambda_n] \times \right. \\
 & \quad \left. \times \left[2 \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4a_3^2 \tau}\right) + \frac{x}{a_3} \operatorname{erfc} \frac{x}{2 \sqrt{\tau} a_3} \right] \right\}, \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_n(x, \tau) = & \int_{-\infty}^0 [t_0^y - \delta_1 \exp(-\sigma_1|\xi|) - \Gamma_y|\xi|] G_{ny}(x, \xi, \tau) d\xi + t_0^3 \int_0^b G_{m3}(x, \xi, \tau) d\xi + \\
 & + \int_b^{\infty} \{t_0'' - \delta_2 \exp[-\sigma_2(\xi - b)] + \Gamma_n(\xi - b)\} G_{nn}(x, \xi, \tau) d\xi + \int_0^{\tau} \int_0^b G_{m3}(x, \xi, \tau - t) \times \\
 & \quad \times f_3(\tau) d\xi dt + \frac{1}{1 + \beta} \left\{ (\alpha_{15}\beta \Gamma_n \lambda_n - \alpha_{14} \lambda_y \Gamma_y) \times \right. \\
 & \times \left[2 \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \exp\left(-\frac{\left(\frac{x-b}{a_n} + \frac{b}{a_3}\right)^2}{4\tau}\right) - \left(\frac{x-b}{a_n} + \frac{b}{a_3}\right) \operatorname{erfc} \frac{\frac{x-b}{a_n} + \frac{b}{a_3}}{2 \sqrt{\tau}} \right] + \\
 & \quad + (\alpha_{17} \Gamma_n \lambda_n + \alpha_{16}\beta \Gamma_y \lambda_y) \left[2 \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \exp\left(-\frac{\left(\frac{x-b}{a_n} - \frac{b}{a_3}\right)^2}{4\tau}\right) - \right. \\
 & \quad \left. - \left(\frac{x-b}{a_n} - \frac{b}{a_3}\right) \operatorname{erfc} \frac{\frac{x-b}{a_n} - \frac{b}{a_3}}{2 \sqrt{\tau}} \right] \right\}, \quad (11)
 \end{aligned}$$

где функции Грина G для угля определены выражениями

$$\begin{aligned}
 G_{yy}(x, \xi, \tau) = & \frac{1}{2a_y \sqrt{\pi\tau}} \left[\exp\left(-\frac{(x-\xi)^2}{4a_y^2 \tau}\right) - \exp\left(-\frac{(x+\xi)^2}{4a_y^2 \tau}\right) \right] + \\
 & + \frac{1}{a_y \sqrt{\pi\tau}} \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \left[\alpha_1 \exp\left(-\frac{1}{4\tau} \left(\frac{2bn}{a_3} + \frac{x+\xi}{a_y}\right)^2\right) + \right. \\
 & \quad \left. + \alpha_2 \exp\left(-\frac{1}{4\tau} \left(\frac{2bn+2b}{a_3} - \frac{x-\xi}{a_y}\right)^2\right) \right]; \quad (12)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{y3}(x, \xi, \tau) = & \frac{1}{2a_3 \sqrt{\pi\tau}} \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \left[\alpha_9 \exp\left(-\frac{1}{4\tau} \left(\frac{\xi+2bn}{a_3} - \frac{x}{a_y}\right)^2\right) + \right. \\
 & \quad \left. + \alpha_{10} \exp\left(-\frac{1}{4\tau} \left(\frac{2b-\xi+2bn}{a_3} - \frac{x}{a_y}\right)^2\right) \right]; \quad (13)
 \end{aligned}$$

$$G_{\text{yn}}(x, \xi, \tau) = \frac{\alpha_{13}}{a_{11} \sqrt{\pi\tau}} \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \exp\left(-\frac{1}{4\tau} \left(\frac{\xi - b}{a_{11}} + \frac{b + 2bn}{a_3} - \frac{x}{a_y}\right)^2\right); \quad (14)$$

где β и α_i — постоянные коэффициенты.

Аналогичный вид принимают эти функции и для остальных тел системы.

Решения (9), (10), (11) дают возможность построения на ЭВМ температурного поля рассматриваемой системы тел при восходящей или нисходящей последовательности отработки наклонных слоев мощной толщи полезного ископаемого и твердеющей закладке выработанного пространства для любого заранее заданного промежутка времени.

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

(Поступило 20.1.1977)

საბადოთა დამუშავება და გადამდგობა

შ. იანიანი, ს. ბოლკვადე

შემოთხსავლცრელი სამზრინანი სისტემის არასტაციონარული
 სითბობაგატრობის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილული და ამოხსნილია ნახშირი-ვსება-ქანი შემოუსაზღვრელი სისტემის არასტაციონარული ტემპერატურათა ველის აგების ამოცანა ვსებაში განსაზღვრული რაოდენობის სითბოს მოცულობითი შიგა წყაროს არსებობისა და ნახშირისა და ქანის მასივში ტემპერატურის საწყისი ექსპონენციალური განაწილების შემთხვევაში.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

Sh. I. ONIANI, S. L. BOLKVADZE

ON A PROBLEM OF NON-STATIONARY HEAT CONDUCTION OF AN UNBOUNDED THREE-LAYERED SYSTEM

Summary

The problem of the construction of the temperature field of an unbounded coal-packing-rock system has been considered and solved when an inside volumetric source of a given amount of heat in the packing is available with the initial exponential distribution of the temperature in the coal and rock massifs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Иванов. Сб. «Теплофизика в литейном производстве». Минск, 1963, 11.
2. С. И. Гайдук. Там же, стр. 52.
3. О. П. Алексеева, А. В. Иванов. Изв. вузов, Энергетика, № 1, 1960.



МЕТАЛЛУРГИЯ

К. А. ОГАНЕЗОВ, И. А. БАЙРАМАШВИЛИ

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЙ ВОДОРОДА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ МЕТОДОМ «ИМПУЛЬСНОГО НАГРЕВА» В ПОТОКЕ ИНЕРТНОГО ГАЗА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 21.1.1977)

Известны методы раздельного определения газовых примесей, находящихся на поверхности и в объеме твердого тела, способом многих образцов [1, 2] и путем разделения некоторых состояний газов нагревом твердого тела при двух значениях температуры — ниже и выше температуры плавления [3]. Однако в первом случае результаты не могут дать информацию о различных состояниях газовых примесей, а во втором информация неполная.

Одним из способов дифференциального определения состояний газов в твердых телах является применение температурной зависимости газовыделения, при этом степень дифференциации тем выше, чем меньше изменение температурного интервала. Существующие методы анализа большей частью не могут быть использованы для этой цели по причине трудности регулирования температуры нагрева.

В настоящей работе показана возможность экспрессного дифференциального определения состояния водорода в некоторых твердых телах методом нагрева твердого тела импульсом тока в потоке инертного газа [4].

В температурном интервале от 200 до 3500°C твердое тело нагревается с интервалом 120—150°C в камере с микрообъемом.

Камера, подключенная к хроматографу ХЛ-69 в качестве аналитического объема, после принятой в [4] тренировки обеспечивает быстрое вымывание камеры потоком аргона. Зависимость чувствительности от температуры нагрева показана на рис. 1. Ниже 1000°C величина чувствительности значительно выше из-за отсутствия газовыделения графитовой капсулы. Точность воспроизводимости по всему интервалу температур и изменения концентрации от 10^{-4} до 1% не превышает 6—8% относительных.

Следует отметить, что количественная оценка требует подбора условий таким образом, чтобы при первом же импульсе тока обеспечивалось полное газовыделение.

Дифференциальная оценка состояний водорода была проведена на образцах алюминия и его сплаве с бором, сильно отличающихся температурами плавления.

На рис. 2 представлены кривые кинетики газовыделения алюминиевого порошка (1), прутка алюминия, очищенного от поверхностного загрязнения (2), и алюминия, легированного цирконием (3). Все три кривые имеют несколько общих точек максимального газовыделения. Необходимо отметить, что выход водорода при значении температуры 1700°C связан с легирующим элементом, в частности с цирконием,

гидрид которого имеет максимум выхода водорода при данной температуре.

Появление остальных максимумов можно приписать парам воды— 550° , молекулярному водороду — 700° , водороду, связанному с окислом алюминия,— 11500° и растворенному в матрице водороду — 1350°C .

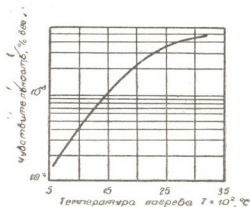


Рис. 1. Зависимость чувствительности определения водорода от температуры нагрева твердого тела

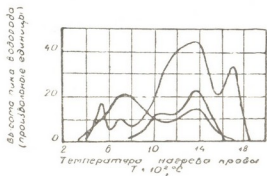


Рис. 2. Кинетика выхода водорода из алюминиевого порошка (1), прутка (2) и сплава (3)

На различных этапах технологического процесса получения додекаборида алюминия с помощью разработанной методики были количественно оценены различные формы нахождения водорода. Влияние степени измельчения и вакуумного отжига на данном материале, полученном методом синтеза компонентов, показано на рис. 3 в виде зависимости водородосодержания от температуры нагрева пробы.

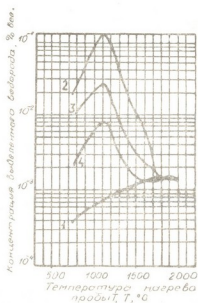


Рис. 3. Зависимость водородосодержания додекаборида алюминия от температуры нагрева: кристаллов (1), порошка, полученного измельчением в планетарной мельнице (2), порошка, полученного измельчением в яшмовой ступке (3), отожженного в вакууме порошка (4)

Кривая (1) соответствует исходным кристаллам, для которых общее количество водорода составляет $(7,6 \pm 0,8) \cdot 10^{-3}\%$ вес., а доля поверхностного водорода — $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ вес.

Измельчение кристаллов до разной степени дисперсности со средними размерами частиц $1 \div 1,5$ и $2 \div 2,5$ мкм привело к зависимости, представленной на кривых (2) и (3) соответственно. Видно, что доля поверхностного водорода растет с увеличением дисперсности до $70 \div$

80% от общего количества водорода. Вакуумный отжиг (10^{-3} тор) при температуре 1800°C в течение 1 часа снизил общее количество водорода от $5 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^{-2}\%$ вес. (кривая 4).

Следует отметить, что такого рода операции влияют в основном на поверхностную часть водорода.

(Поступило 28.1.1977)

მეტალურგია

კ. ოგანეზოვი, ი. ბაირამაშვილი

მზარ სხეულში წყალბადის ცალკეული ფორმების რაოდენობრივი განსაზღვრა ინერტიული გაზის ნაკადში „იმპულსური გახურების“ მეთოდით

რეზიუმე

მოყვანილია მგრძობიარობის ტემპერატურული დამოკიდებულება, რომლის სამუალებითაც შესაძლებელია ცალკეული ფორმების განსაზღვრა მალალი მგრძობიარობით ($10^{-4}\%$ წონით).

დამუშავებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა ალუმინის დოდეკაბორიდში წყალბადის რაოდენობრივად განსაზღვრისათვის, რომელიც ფხვნილის დისპერსიულობასთან არის დაკავშირებული.

METALLURGY

K. A. OGANEZOV, I. A. BAIRAMASHVILI

QUANTITATIVE DETERMINATION OF DIFFERENT STATES OF HYDROGEN IN SOLIDS BY "PULSE HEATING" IN INERT GAS STREAM

Summary

A method is proposed for differential quantitative evaluation of states of hydrogen in solids. A "pulse heating" apparatus was used, with a microvolumetric chamber connected to the XJL-69 chromatograph as an analytical volume. Temperature sensitivity of the analysis is given.

The method was used in studying the process of aluminium dodecaboride crushing.

Reproducibility in the wide range of determinations is within 6-8 % rel.

ლიტერატურა -- ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Б. В. Маркин, К. Б. Джурицкий. Сб. «Методы исследования и определения газов в металлах». Л., 1973, 47.
2. К. А. Оганезов, И. А. Байрамашвили, В. В. Чепелев. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972, 125.
3. Keith W. Guardipree. Anal. Chem., 400, 1970, 469.
4. К. А. Оганезов, И. А. Байрамашвили, В. В. Чепелев, Л. И. Михайличенко. Сообщения АН ГССР, 63, 1971, 578.



УДК 546.19'22

МЕТАЛЛУРГИЯ

Н. Н. ХОПЕРИЯ, О. В. ШЕНГЕЛИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ПАРА РЕАЛЬГАРА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 20.1.1977)

Сульфиды мышьяка являются теми исходными продуктами, переработка которых обуславливает получение некоторых необходимых для современной техники мышьяковых соединений.

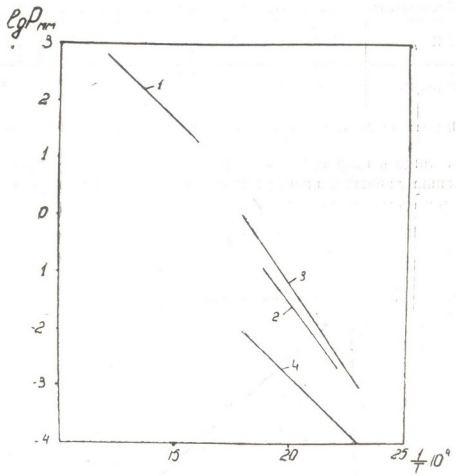


Рис. 1. Температурная зависимость давления насыщенного пара реальгара: 1 — данные [1], 2 — данные [2], 3 — данные [3], 4 — данные [3]

Для осуществления оптимальной технологии получения того или иного соединения мышьяка представляется существенным знание давления насыщенного пара его сульфидов и, в частности, реальгара (As_4S_4), для которого эти данные весьма ограничены и разноречивы (рис. 1).

В настоящей статье изложены результаты экспериментального определения давления насыщенного пара жидкого реальгара по методу (струи), отличающемуся от ранее применявшихся [1—3].

В качестве исходного материала использовался возогнанный в вакууме (10^{-3} мм рт. ст) при температуре $\sim 230^\circ\text{C}$ селективный флотационный концентрат реальгара, полученный из сульфидных мышьяковых руд Рачинского месторождения.

Согласно данным химических анализов, соотношение элементов (As, S) в исследуемом образце соответствовало теоретически рассчитанному; при спектральном анализе были обнаружены сотые доли Са, Al, Sb, и следы Cu, Fe, Si, Mg. Кристалличность образца подтверждена рентгенографическими анализами.

Опыты проводились на установке и по методике, описание которых дано в работе [4]. Регистрация количества испаряющегося вещества осуществлялась по убыли веса навески.

Экспериментальные значения давления насыщенного пара реальгара*

$T^\circ\text{K}$	583	633	673	703	773
P мм рт. ст.	1,4	3,4	13,2	21,4	98,4

* При расчете $P_{\text{равн.}}$ состав пара принимался отвечающим тетрамеру— As_4S_4 [3].

В таблице и на рис. 2 представлены результаты экспериментов по определению давления насыщенного пара реальгара, которые могут быть выражены уравнением

$$\lg P_{\text{мм}} = -\frac{4375}{T} + 7,55 \quad (583-773^\circ\text{K}).$$

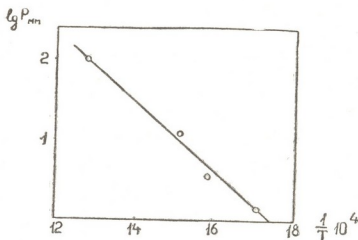


Рис. 2. Результаты экспериментального определения давления насыщенного пара реальгара

На основе полученных данных рассчитаны величины энтальпии и энтропии испарения, а также температура кипения, равные соответственно

$$\Delta H_{\text{исп}} = 20,0 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}, \quad \Delta S_{\text{исп}} = 34,5 \frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot \text{моль}}$$

и $T_{\text{кисп}} = 937^\circ\text{K}$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 3.2.1977)

მეტალურგია

ბ. სოფერიძე, ო. შენგელია

რეალგარის ნაჯერი ორთქლის წნევის ექსპერიმენტული განსაზღვრა
რეზიუმე

ექსპერიმენტულად განსაზღვრულია რეალგარის ნაჯერი ორთქლის ენტალპია და ენტროპიის სიდიდეები.

METALLURGY

N. N. KHOPERIA, O. V. SHENGELIA

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE PRESSURE
OF SATURATED VAPOUR OF REALGAR

Summary

The pressure of saturated vapour of realgar has been experimentally determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Устюгов, А. А. Кудрявцев, Б. М. Куадже. Неорганические материалы, т. IV, № 8, 1968.
2. Zuhair A. Munir. J. Chem. Phys. 55, № 9, 1971.
3. Г. Г. Господинов, А. С. Пашинкин. Неорганические материалы, т. IX, № 1, 1973.
4. Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, XLII:1, 1966.

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ДВУХ КРИВОШИПОВ
 В СЕМИЗВЕННОМ ПЛОСКОМ ШАРНИРНОМ МЕХАНИЗМЕ

В данной работе, которая является продолжением работы [1], аналитическим и графоаналитическим методами определены условия, при которых в плоском семизвennom механизме ABCDEFM (рис. 1) прилегающие к стойке ведущие звенья 2 и 5 относительно нее могут совершать полный оборот, т. е. будут кривошипами.

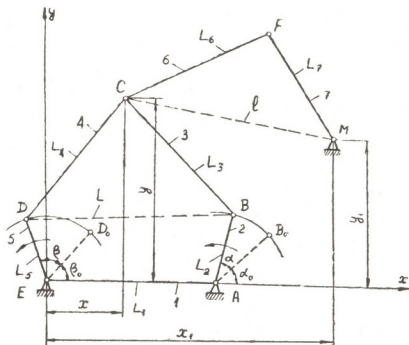


Рис. 1

Известно [1], что для рассматриваемого плоского семизвнного механизма (рис. 1) ведущие звенья 2 и 5 будут кривошипами только в том случае, если удовлетворяются следующие условия:

$$L_3 + L_4 \geq L_{\max} \text{ и } |L_3 - L_4| \leq L_{\min}; \quad (1)$$

$$L_6 + L_7 \geq l_{\max} \text{ и } |L_6 - L_7| \leq l_{\min}, \quad (2)$$

где L_{\max} и L_{\min} — максимальная и минимальная величины переменного расстояния L между шарнирами B и D ; l_{\max} и l_{\min} — максимальная и минимальная величины расстояния l между подвижными шарнирами C и M при полном обороте звеньев 2 и 5.

Определим переменное расстояние L между подвижными шарнирами B и D . Это расстояние определяется из следующего известного выражения [2]:

$$L^2 = L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 - 2L_1L_2 \cos(\alpha_0 + \alpha) + 2L_1L_5 \cos(\beta_0 + i_{52}\alpha) - 2L_2L_5 \cos[(\alpha_0 + \alpha) - (\beta_0 + i_{52}\alpha)], \quad (3)$$

где L_1 , L_2 и L_5 — заданные параметры звеньев 1, 2 и 5; α_0 и β_0 — углы, определяющие начальное положение ведущих звеньев 2 и 5; i_{52} — передаточное отношение от звена 5 к звену 2 и

$$i_{52} = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (4)$$

Для определения максимального L_{\max} и минимального L_{\min} расстояний L находим экстремальные значения выражения (3); тогда первая производная выражения (3) примет вид [2]

$$\begin{aligned} \frac{dL}{d\alpha} = & L_1L_2 \sin(\alpha_0 + \alpha) - [\cos i_{52}\alpha - C_{i_{52}}^2 \cos i_{52}^{-2}\alpha \sin^2\alpha + \\ & + C_{i_{52}}^4 \cos i_{52}^{-4}\alpha \sin^4\alpha - \dots] [L_1L_5(i'_{52}\alpha + i_{52}) \sin\beta_0 - L_2L_5(1 - i'_{52}\alpha - \\ & - i_{52}) \sin[(\alpha_0 - \beta_0) + \alpha]] \mp [i_{52} \cos i_{52}^{-1}\alpha \sin\alpha - C_{i_{52}}^3 \cos i_{52}^{-3}\alpha \sin^3\alpha + \\ & + C_{i_{52}}^5 \cos i_{52}^{-5}\alpha \sin^5\alpha - \dots] \{L_1L_5(i'_{52}\alpha + i_{52}) \cos\beta_0 + L_2L_5(1 - i'_{52}\alpha - \\ & - i_{52}) \cos[(\alpha_0 - \beta_0) + \alpha]\} = 0, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$i'_{52} = \frac{\beta'\alpha - \beta}{\alpha^2} \text{ и } C_{i_{52}}^n = \frac{i_{52}(i_{52} - 1)(i_{52} - 2)(i_{52} - 3) \dots (i_{52} + n - 1)}{n!}.$$

Решением уравнения (5) находим нужные нам значения α , которые подставляются в выражение (3) и определяются L_{\max} и L_{\min} , после чего длины шатунов 3 и 4 подбираются так, чтобы удовлетворялись условия (1).

Условия (2) будут удовлетворены в том случае, если известна траектория, описанная точкой C . Уравнение траектории для плоского пятизвенного шарнирного механизма дано в работе [3] и в общем случае ее можно представить в виде $\varphi(x, y) = 0$, где x и y координаты точки C .

Определяем расстояние l между подвижными шарнирами C и M при полном обороте ведущих звеньев 2 и 5

$$l^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2, \quad (6)$$

где x_1 и y_1 — заданные координаты точки M .

Устанавливаем зависимость между заданными параметрами механизма и расстоянием l . Для этого составляем функцию Лагранжа и определяем условный экстремум расстояний l

$$F(x, y) = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + \lambda \varphi(x, y), \quad (7)$$

где λ — постоянный множитель.

Необходимые условия экстремума сводятся к системе трех уравнений

$$\frac{\partial E}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial E}{\partial y} = 0; \quad \varphi(x, y) = 0 \quad (8)$$

с тремя неизвестными x , y , и λ , из которых можно определить эти неизвестные.

Вопрос о существовании и характере условного экстремума решается на основании изучения знака второго дифференциала функции Лагранжа.

Найденные нужные значения x и y подставляются в выражение (6) и определяются l_{\max} и l_{\min} .

После определения экстремальных значений расстояние l , длины звеньев 6 и 7 подбираются так, чтобы соблюдались условия (2).

Из анализа уравнений (8) установлено, что их решение, даже с применением современной вычислительной техники, является весьма сложным. Поэтому определение экстремальных значений расстояния l аналитическим методом фактически невозможно.

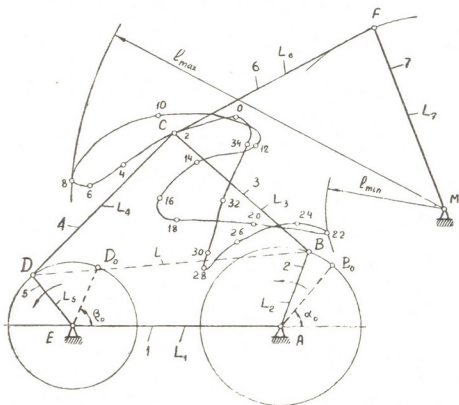


Рис. 2

Экстремальные значения расстояния l можно определить графическим методом. Для этого считаем, что вышеизложенным методом найдены размеры звеньев 3 и 4. Далее строим траекторию точки C плоского пятизвенного шарнирного механизма $ABCDE$ (рис. 2). Из заданной неподвижной точки M проведем дуги окружностей, касающиеся крайних точек траектории описанной точки C . Радиусы этих окружностей являются искомыми величинами l_{\max} и l_{\min} . Зная l_{\max} и l_{\min} , размеры звеньев 6 и 7 следует подбирать так, чтобы удовлетворялись условия (2).

Полученные условия существования двух кривошипов в плоском семизвенном механизме имеют общий характер. В качестве частных случаев получаем известные условия существования двух кривошипов в плоском пятизвеннике, когда $l_6 = l_7 = 0$ и известные условия существования кривошипа в плоском четырехзвеннике, когда $l_5 = l_6 = l_7 = 0$.

Таким образом, определены условия, при которых в плоском семи-звенном шарнирном механизме прилегающие к стойке ведущие звенья могут быть кривошипами.

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМа
 им. Д. И. Менделеева

(Поступило 13.1.1977)

მანქანათმშენობლა

დ. თაბხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი

ბრტყელ შვიდზღვრულ სახსრიან მექანიზმში ორი მრუდმხარას
 არსებობის პირობები

რეზიუმე

განსაზღვრულია ორი მრუდმხარას არსებობის პირობები ბრტყელ შვიდ-
 ზღვრულ სახსრიან მექანიზმში. ნაჩვენებია რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს
 მექანიზმის პარამეტრები, რომ დგარის მოსაზღვრე წამყვანმა რგოლებმა შეძ-
 ლონ სრული ბრუნის შესრულება.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

CONDITIONS FOR THE EXISTENCE OF TWO CRANKS IN A SEVEN-LINK PLANE HINGED MECHANISM

Summary

Conditions for the existence of two cranks in a seven-link hinged mech-
 anism are examined.

The conditions are determined which must be satisfied by the param-
 eters of the mechanisms so that the driving links contiguous to the fixed
 ones might perform a complete rotation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Тавхелидзе, Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.
2. Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.
3. В. В. Добровольский. Труды Московского станко-инструментального инсти-
 тута. М., 1938.



УДК 621.9.6

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Г. Ф. МЧЕДЛИШВИЛИ

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ С ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ ЧАСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 25.1.1977)

Одним из перспективных направлений развития теории гидро-систем является создание метода синтеза комплексных систем с заданными статистическими и динамическими характеристиками.

В статье рассматриваются вопросы синтеза комплексных систем регулирования с гидравлической силовой частью дроссельного регулирования скорости с наперед заданной кривой переходного процесса. В дальнейшем будем рассматривать силовую часть привода с четырехщелевым управляющим золотником. Но следует отметить, что предлагаемая в работе методика синтеза в равной мере будет справедлива и для систем, в силовой части привода которых используются золотники иных конструкций — двухщелевые, однощелевые.

Динамика систем регулирования рассматриваемого класса в первом приближении может быть описана [1] системой уравнений

$$m(1+k_n)\ddot{x} + h(1+k_n)\dot{x} + k_{ж}\cdot x + (1+k_n)\cdot \frac{d}{dt}[|P_{тр}| \cdot \text{sign } \dot{x}] = k_{ж} \cdot \delta(p_n; F; \varepsilon; x, \dots),$$

$$T_i \dot{x}_{1i} + x_{1i} = f_{1i}(k_{1i}; x; x_{1i}; x_{2j}; \dots),$$

$$T_{1j} \ddot{x}_{2j} + T_{2j} \dot{x}_{2j} + x_{2j} = f_{2j}(k_{2j}; x; x_{2j}; x_{1i}; \dots),$$

где $i=1, 2, 3, \dots, n$; $j=1, 2, 3, \dots, m$; k_n — коэффициент, зависящий от модулей упругости жидкости, стенок трубопроводов и гидроцилиндра, а также длины хода поршня и геометрических параметров гидроцилиндра и трубопроводов; все остальные условные обозначения заимствованы из работы [1]. В одном из линейных функций f_{1i} и f_{2j} в виде аргумента участвует ступенчатая функция $\rho(t) = A_0 \cdot 1(t)$, где $1(t)$ — единичная функция; A_0 — модуль ступенчатого воздействия.

Уравнение скоростной характеристики выражается различными функциональными зависимостями при раскрытиях силового золотника $\varepsilon \leq 0,15$ мм и $\varepsilon > 0,15$ мм [2].

Аппроксимируем входы и выходы нелинейных звеньев (нелинейных дифференциальных уравнений) функциями, являющимися решениями линейных звеньев, включенных в общую структуру системы регулирования, с одновременной заменой нелинейного уравнения линейным из

условия максимального приближения решения нелинейного звена к решению линейного. Следовательно, необходимо задание функций $x(t)$ и $\varepsilon(t)$.

Во избежание необходимости в целом ряде случаев введения условия устойчивости в синтезируемую систему, желаемый процесс задаем в виде кривой переходного процесса некоторой линейной системы регулирования такой же структуры, что и исследуемая система.

С помощью известных методов приближенного построения кривой переходного процесса, а также метода анализа, основанного на «выделении высокочастотной составляющей общего решения» [3], определяем аппроксимирующие выражения входной и выходной функций линейной системы регулирования.

При конструировании линейной системы желаемого процесса линейные звенья управляющих цепей берем такими же, что и линейные звенья синтезируемой нелинейной системы регулирования; линейной же модели силового каскада задаем параметры, позволяющие получить желаемый процесс $\bar{x}(t)$, удовлетворяющий определенным, физически реализуемым показателям качества переходного процесса. С другой стороны, если желаемый процесс задавать в виде решения (решения уравнения не ниже четвертого порядка)

$$\bar{x}(t) = A_0 - [x_n(t) + a_1 \cdot e^{-\lambda t} \cdot \sin \omega t + a_2 e^{-\lambda t} \cdot \cos \omega t],$$

с помощью которого можно удовлетворять четырем начальным условиям $x(0)$, $\dot{x}(0)$, $\ddot{x}(0)$ и $\ddot{\ddot{x}}(0)$ исследуемого процесса, то это позволит воспроизводить функцию $\varepsilon(t)$ с помощью функции желаемого процесса $\bar{x}(t)$. Частное решение $x_n(t)$ может быть двух видов

$$x_n(t) = \begin{cases} A_1 e^{-u_1 t} + A_2 e^{-u_2 t} \\ a_{01} \cdot e^{-u_0 t} \cdot \sin \omega_0 t + a_{02} \cdot e^{-u_0 t} \cdot \cos \omega_0 t. \end{cases}$$

В качестве математического аппарата, с помощью которого осуществляется приближение решения нелинейного звена к решению его линейной модели, используем минимизацию с помощью подбора варьируемых параметров нелинейного уравнения функционала от дифференциального уравнения [4]

$$\Phi = \int_0^{\tau} \varphi^2(t) \cdot dt, \quad (3)$$

где τ — промежуток времени, в течение которого осуществляется приближение координаты $x(t)$ к желаемому процессу $\bar{x}(t)$;

$$\begin{aligned} \varphi(t) = & m(1 + k_n) \cdot \frac{d^3 \bar{x}}{dt^3} + h(1 + k_n) \cdot \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} + k_{\dot{x}} \cdot \frac{d \bar{x}}{dt} + \\ & + (1 + k_n) \cdot \frac{d}{dt} \left[|P_{\text{тр}}| \cdot \text{sign} \frac{d \bar{x}}{dt} \right] - k_{\ddot{x}} \cdot \ddot{\bar{x}}(p_n; F; \varepsilon; \bar{x}; \dots), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\bar{\varepsilon}(t) = T_c^2 \cdot \frac{d^3 \bar{x}}{dt^3} + 2\zeta \cdot T_c \cdot \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} + \frac{d\bar{x}}{dt}; \quad (5)$$

T_c — постоянная времени силовой части линейной системы желаемого процесса; ζ — относительный коэффициент затухания.

В качестве варьируемого параметра выбираем k_v — коэффициент усиления по скорости силового каскада. В ряде случаев в качестве варьируемых могут быть взяты и другие параметры системы регулирования.

Значения варьируемого параметра k_v ищем из решения уравнения

$$\int_0^{\bar{x}} \varphi(t) \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial k_v} \cdot dt = 0. \quad (6)$$

Характерную особенность предоставляет собой учет нелинейной функции

$$v(t) = \frac{d}{dt} \left[|P_{тр}| \cdot \text{sign} \frac{dx}{dt} \right].$$

Считая, что сила сухого трения имеет постоянный модуль $v(t) = \delta(t)$, где $\delta(t)$ есть δ -функция, которая равна нулю при всех t , не равных t_{0i} и равна бесконечности при всех $t = t_{0i}$. Здесь t_{0i} — момент времени смены знака скорости $\dot{x}(t)$.

Действие нелинейной функции $v(t)$ приближенно учитываем аппроксимирующей функцией $H_x^{\cdot\cdot}(t)$, заменяющей \ddot{x} в выражении (4). При выборе $H_x^{\cdot\cdot}(t)$ основываемся на том, что действие импульсной функции $v(t)$ приводит в точках $t = t_{0i}$ к уменьшению величины второй производной \ddot{x} на величину $\Delta \ddot{x} = 2 \cdot \frac{|P_{тр}|}{m}$ [5]. Для того чтобы решение нелинейной системы уравнений приближалось к решению линейной, считаем, что после точки времени t_{01} отрезки кривых $\frac{d^2 \bar{x}}{dt^2}$ и $H_x^{\cdot\cdot}(t)$ совпадают. Математическое описание функции $H_x^{\cdot\cdot}$ имеет вид

$$H_x^{\cdot\cdot}(t) = \begin{cases} \left(1 + \frac{\Delta \ddot{x}}{\Delta \ddot{x}_n} \right) \cdot \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} & \text{при } 0 < t < t_{01} \\ \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} & \text{при } t > t_{01}. \end{cases} \quad (7)$$

Желаемый процесс выбираем таким образом, чтобы только лишь в одной точке t_{01} осуществлялось воздействие импульсной функции $v(t)$. В таком случае параметры функций $\ddot{x}(t)$ должны быть такими, что в точке t_{01} должно выполняться условие $H_x^{\cdot\cdot}(t) = \Delta \ddot{x} + \Delta \ddot{x}_n$, где $\Delta \ddot{x}_n$ — малая величина ($\Delta \ddot{x}_n \approx (0,05 \div 0,1) \Delta \ddot{x}$). Характерной особенностью интег-

რალური გამომდინარეობის (6) არის, რომ ყველა ინტეგრალური ფუნქცია არის ხილვადი ფუნქციის დროითი.

პროცედურა სინთეზის, განვიხილეთ უფრო მაღლა, ავსებს არა მარტო პარამეტრიკული სინთეზის განხორციელებას, არამედ სტრუქტურული სინთეზის განხორციელებას. თუ პროცედურა პარამეტრიკული სინთეზის განხორციელებას არ ავსებს, მაშინ უნდა განვიხილოთ სინთეზის პროცედურა, რომელიც ავსებს სინთეზის პროცედურას, როდესაც ვარიირებთ სტრუქტურით სისტემის სინთეზის პროცესს. სტრუქტურული სინთეზის პროცესს, ადვილად, სტრუქტურული სინთეზის პროცესის განხორციელებისას ვირჩევთ სინთეზის პროცესის განხორციელებისას.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.1.1977)

მანქანათმშენობლა

თ. მხედლიშვილი

კონკრეტული სისტემების სინთეზის პროცესის განხორციელებისას

რეზიუმე

შესწავლილია არაწრფივი დინამიკური სისტემების სინთეზის პროცესის განხორციელებისას სინთეზის პროცესის განხორციელებისას სინთეზის პროცესის განხორციელებისას.

შემოწმებულია მეთოდი, რომელიც ავსებს სინთეზის პროცესის განხორციელებისას სინთეზის პროცესის განხორციელებისას სინთეზის პროცესის განხორციელებისას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. F. MCHEDLISHVILI

CONCERNING THE SYNTHESIS OF A NONLINEAR DYNAMIC SYSTEM WITH HYDRAULIC POWER PART

Summary

The paper discusses urgent problems of the synthesis of a concrete class of nonlinear dynamic systems with prescribed characteristics of a transient process. The stated method enables to carry out synthesis of the parameters and of the structure of a system with hydraulic power part, this being of highly practical importance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Ф. Мchedlishvili, В. В. Лоскутов. Труды УПИ, № 238, 1975.
2. В. А. Лещенко. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М., 1975.
3. Т. Ф. Мchedlishvili. Сб. «Современные системы и средства управления работой металлорежущих станков». Свердловск, 1975.
4. И. А. Орурк. Новые методы синтеза линейных и некоторых нелинейных динамических систем. М.—Л., 1965.
5. Т. Ф. Мchedlishvili и др. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1970.



УДК 621.1.016

ТЕПЛОТЕХНИКА

В. И. ГОМЕЛАУРИ (член-корреспондент АН ГССР),
 Т. Ш. МАГРАКВЕЛИДЗЕ, С. В. ДВАЛАДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
 НЕДОГРЕВА НА КРИЗИС КИПЕНИЯ ВОДЫ ПРИ
 ВЫНУЖДЕННОМ ОБТЕКАНИИ ПОВЕРХНОСТИ
 С ДВУХРАЗМЕРНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ

В работе [1] была изучена зависимость критического теплового потока от скорости и величины недогрева жидкости, движущейся в кольцевом канале вдоль шероховатой поверхности. При этом был установлен эффект увеличения $q_{кр}$ для шероховатой поверхности по сравнению с $q_{кр}$ для гладкой поверхности при $\Delta t_{нед} > (20 \div 25)^\circ \text{C}$.

В связи с практической важностью данного вопроса специально было исследовано влияние $\Delta t_{нед}$ на $q_{кр}$ в случае шероховатых поверхностей. Опытные данные, полученные при скорости недогретой воды $\omega = 2,60 \text{ м/с}$, представлены на рис. 1. На рис. 1 представлены также опыт-

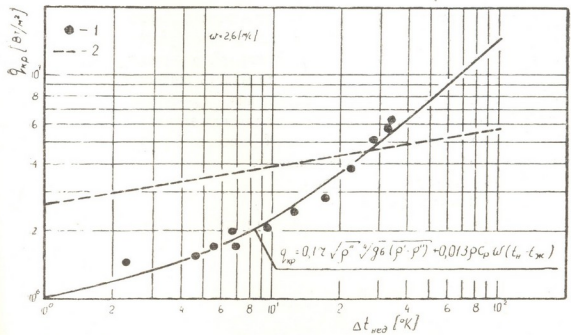


Рис. 1. Сопоставление опытных данных с уравнением (1): 1 — шероховатая поверхность, 2 — гладкая поверхность [1]

ные данные, полученные в работе [1] при той же скорости потока. Экспериментальные результаты по критическим тепловым потокам для шероховатой поверхности, характеризующейся геометрическим параметром $s/h = (12 \div 14)$, обобщаются уравнением

$$q_{кр} = 0,17 \sqrt{\rho''^4 / (g \sigma (\rho' - \rho''))} + 0,013 \rho' c_p \omega (t_n - t_k). \quad (1)$$

В основу уравнения (1) положена физическая модель, предусматривающая существование за каждым элементом шероховатости вихревой зоны, находящейся в состоянии интенсивного массообмена с основным потоком теплоносителя. Из уравнения (1) видно, что предложенная физическая модель учитывает как тепловой поток, обеспечивающий протекание процесса парообразования на поверхности нагрева в вихревой зоне, так и тепловой поток, компенсирующий теплоотдачу с вершин зарождающихся в этой зоне паровых пузырей.

Для определения среднего массового расхода жидкости, переходящего из вихревой зоны в ядро потока, была использована зависимость.

$$M = c \frac{\rho' \omega V}{h},$$

полученная в работе [2] на основании опытных данных в случае однофазного потока.

Пристеночное объемное паросодержание при кризисе кипения недогретой жидкости, в соответствии с [3], принималось постоянным. Кроме того, при выводе зависимости (1) были учтены особенности условий парообразования в вихревых зонах, расположенных за элементами шероховатости в направлении движения потока. Сказанное позволило использовать при выводе уравнения (1) известную зависимость С. С. Кутателадзе [4] для критического теплового потока при кипении в большом объеме.

В статье приняты следующие обозначения: $q_{кр}$ — плотность критического теплового потока, r — скрытая теплота парообразования, $\Delta t_{нед}$ — недогрев жидкости до температуры насыщения, ρ' , ρ'' — плотности жидкости и пара соответственно, c_p — удельная теплоемкость жидкости, σ — поверхностное натяжение, t_n — температура насыщения, $t_{ж}$ — температура теплоносителя, ω — скорость теплоносителя, s — шаг между элементами шероховатости, h — высота элементов шероховатости, M — массовый расход, V — объем вихревой зоны, c — постоянный коэффициент.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 14.1.1977)

თბოტექნიკა

3. გომელაური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. მამბრაძემიძე, ს. ჯვალაძე

წყლის დუღილის კრიზისზე გადაცივების შემთხვევის შემთხვევაში
ტული გამოკვლევა ორგანოზომილებიანი ხაოიანობის მქონე
შედაპირის იძულებითი გარსდენის პროცესში.

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად არის შესწავლილი კრიტიკული თბური დატვირთვის ზრდის ეფექტი გადაცივებული წყლის ნაკადით ორგანოზომილებიანი ხაოიანობის მქონე შედაპირის იძულებითი გარსდენის პროცესში. ექსპერიმენტული შედეგები ადასტურებენ (1) განტოლების მართებულობას.

V. I. GOMELAURI, T. Sh. MAGRAKVELIDZE, S. V. DVALADZE

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF
SUBCOOLING ON THE CRITICAL HEAT FLUX FOR FORCED
FLOW OF WATER PAST A SURFACE WITH TWO-DIMENSIONAL
ROUGHNESS

Summary

The effect of increasing the critical heat flux with increasing subcooling of water flowing past a heating surface with two-dimensional roughness was studied experimentally. The results are in good agreement with equation (1).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гомелаури, Т. Ш. Маграквелидзе. Теплоэнергетика, № 6, 1976.
2. Б. А. Силантьев. ПМТФ, № 5, 1966.
3. С. С. Кутателадзе, М. А. Стырикович. Гидродинамика газожидкостных систем. М., 1976.
4. С. С. Кутателадзе. Теплоотдача при конденсации и кипении. М., 1952.



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

В. Д. БАРЫШНИКОВ, Д. Н. ДОЧВИРИ, С. Н. КУЛИКОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА СКОРОСТИ И
 КОРРЕКТИРУЮЩИХ ЦЕПЕЙ СЕКЦИОННОГО
 ЭЛЕКТРОПРИВОДА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ
 С УПРУГИМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 21.1.1977)

Применение для привода бумагоделательных машин (БМ) тиристорных электроприводов на базе элементов УБСР с последовательной коррекцией и подчиненными контурами регулирования в ряде случаев осложняется из-за отрицательного влияния на динамику упругостей и зазоров механических передач. Это влияние при настройках на известные оптимумы [1] обычно выражается в увеличении колебательности переходного процесса и приводит к уменьшению надежности, а иногда не позволяет получить необходимую производительность машины. Устранение колебаний от влияния упругостей и зазоров достигается введением в систему регулирования корректирующих цепей, которые позволяют уменьшить колебания при удовлетворительном быстродействии.

В статье излагаются результаты исследования влияния упругостей механических передач и приводятся условия настройки регулятора скорости (РС) и двух типов корректирующих цепей, при которых переходные процессы получаются близкими к процессам в некоторой «жесткой» системе с настройкой на «симметричный оптимум».

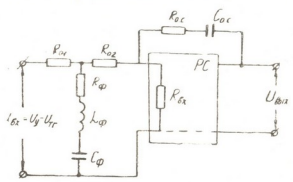


Рис. 1. Электрическая схема регулятора скорости с RL-фильтром

На рис. 1 показана схема входных цепей регулятора РС с RLC-фильтром, где ведущее напряжение (u_v) и напряжение обратной связи по скорости ($u_{вх}$) подаются на один общий вход РС. В этой схеме RLC-фильтр одновременно выполняет функции сглаживания входного напряжения и функции корректирующей цепи.

Передаточную функцию РС вместе с RLC-фильтром при достаточно большом коэффициенте усиления (для операционного усилителя

УБСР АИ достигает нескольких десятков тысяч) можно представить в виде

$$W_{PC}^{\Phi}(p) \frac{u^{\text{вх}}(p)}{u_{\text{вх}}(p)} = \beta_{PC} \cdot \frac{\tau_{PC} \cdot p + 1}{\tau_{PC}} \cdot \frac{T_1 \cdot T_2 p^2 + T_2 p + 1}{T_1 \cdot T_2 p^2 + T_3 p + 1}, \quad (1)$$

где

$$\beta_{PC} = \frac{R_{OC}}{R_{01} + R_{02}}; \quad \tau_{PC} = R_{OC} \cdot C_{OC}; \quad T_1 = \frac{L_{\Phi}}{R_{\Phi}}; \quad T_2 = R_{\Phi} C_{\Phi};$$

$$T_3 = (1 + \alpha) T_2; \quad \alpha = \frac{1}{R_{\Phi}} \cdot \frac{R_{01} \cdot R_{02}}{R_{01} + R_{02}}.$$

Передаточная функция (1) отличается от обычной передаточной функции РС без RLC-фильтра комплексным коэффициентом

$$W_{\Phi}(p) = \frac{T_1 \cdot T_2 p^2 + T_2 p + 1}{T_1 T_2 p^2 + T_3 p + 1}, \quad (2)$$

который при соответствующем выборе параметров позволяет эффективно подавлять упругие механические колебания.

При настройке контура скорости параметры РС и RLC-фильтра рекомендуется выбирать по соотношениям

$$\beta_{PC} = 0,5 \cdot k_r \cdot T_{ME} \sqrt{q} \cdot \omega_y, \quad \tau_{PC} = \frac{\gamma}{\sqrt{\xi' \cdot p \cdot \omega_y}}, \quad (3)$$

$$T_1 \cdot T_2 = \omega_y^{-1}, \quad \alpha = \frac{2}{\sqrt{\xi' \cdot V q}},$$

где k_r — коэффициент передачи обратной связи токового контура; T_{ME} — суммарная механическая постоянная времени привода;

$\omega_y = \frac{1}{\sqrt{\tau_{M1} \cdot T_c}}$ — частота свободных упругих колебаний; T_{M1} — механическая постоянная времени двигателя; T_c — постоянная времени, определяющая упругие свойства механической передачи; $\xi' = 0, 5 \omega_y \cdot T_d$ — коэффициент затухания упругих колебаний; T_d — постоянная времени, определяющая демпфирующие свойства механической пере-

дачи; $\gamma = 1, 5$; $q = \frac{T_{M1}}{T_{ME}} 0, 01 \div 0, 1$.

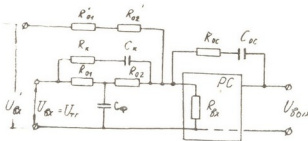


Рис. 2. Электрическая схема регулятора скорости с дифференцирующей RC-цепью

В схеме рис. 2, применяемой для той же цели, используются только RC-цепочки. Входная цепь регулятора РС, на которую подается

напряжение тахогенератора ($u_{\text{тг}}$) состоит из параллельно соединенных сглаживающего фильтра (R_{01}, R_{02}, C_{ϕ}) и дифференцирующей корректирующей цепи (R_k, C_k).

Передачную функцию РС вместе со сглаживающим фильтром и корректирующей цепочкой при достаточно большом статическом коэффициенте усиления можно представить в виде

$$W_{\text{РС}}^{\text{д}}(p) = \frac{u_{\text{вх}}^{\text{вх}}(p)}{u_{\text{вх}}(p)} = \beta_{\text{РС}} \cdot \frac{\tau_{\text{РС}} \cdot p + 1}{\tau_{\text{РС}} \cdot p} \cdot \left(\frac{1}{T_{\text{тг}} \cdot p + 1} + \frac{\alpha_k \cdot T_k \cdot p}{T_k \cdot p + 1} \right), \quad (4)$$

где, кроме уже известных обозначений, принято

$$T_{\text{тг}} = \frac{R_{01} \cdot R_{02}}{R_{01} + R_{02}} \cdot C_{\phi}; \quad T_k = R_k \cdot C_k; \quad \alpha_k = \frac{R_{01} + R_{02}}{R_k}.$$

Первое слагаемое в скобках правой части (4) является передачной функцией фильтра тахогенератора, а второе обусловлено введением корректирующей РС-цепи, которая вводит на вход первую производную от скорости приводного двигателя.

Выбор настроечных параметров при схеме рис. 2 рекомендуется производить по соотношениям

$$T_{\text{тг}} = (V 2\xi' \cdot q \cdot \omega_y)^{-1}, \quad T_k = V 2\xi' \cdot q \cdot \omega^{-1}, \quad \alpha_k = 1. \quad (5)$$

Параметры настройки РС ($\beta_{\text{РС}}$ и $\tau_{\text{РС}}$) можно определять по (3), но при $\gamma = 6$.

Приведенные рекомендации для оптимизации динамики тиристорных электроприводов БМ с последовательной коррекцией и подчиненным контуром регулирования тока использованы при моделировании на АВМ и апробированы на действующих БМ Светогорского и Сегежского ЦБК.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

Ленинградский технологический
 институт целлюлозно-бумажной
 промышленности

(Поступило 27.1.1977)

ელექტროტექნიკა

3. ბარიშნიკოვი, ჯ. დოვირი, ს. კულიკოვი

ქალაქლმკეთებელი მანქანის სმცციის დრეკადი მემანიკური კავშირებიანი ელექტროამპრამის სიჩქარის რეგულატორისა და მამორემტირებელი წრემდების ასაწყობი პარამეტრების განსაზღვრა

რეზიუმე

განხილულია ქალაქლმკეთებელი მანქანის სექციის უნიფიცირებული ელექტროამპრამის დინამიკის საკითხები, როდესაც ითვალისწინებენ მემანიკური კავშირების დრეკადობებს.

მოყვანილია ფორმულები ამძრავის სიჩქარის რეგულატორისა და მკორექტირებელი რგოლების (მიმდევრობითი RLC პასიური ფილტრისა და პარალელური RC მადიფერენცირებელი წრედის) ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრავად.

 ELECTROTECHNICS

V. D. BARISHNIKOV, J. N. DOCHVIRI, S. N. KULIKOV

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF SPEED REGULATOR
AND CORRECTING CIRCUITS OF SECTIONAL ELECTRIC DRIVE
OF PAPER MACHINE WITH ELASTIC GANGING

Summary

The paper considers generalized conditions of adjusting the speed regulator and correcting circuits (in series RLC of passive filter and parallel RC of differentiator) permitting to eliminate the effect of the elasticity of mechanical transmissions upon the dynamics of paper machine sectional electric drive and to obtain optimized dynamic processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Барышников, Ю. А. Борцов, В. М. Шестаков. Электротехническая промышленность, сер. «Электропривод», вып. 6, 1971.



УДК 681.325

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Э. К. СИТНИКОВ

МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ КЛАВИШИ С ОПТИМАЛЬНЫМИ
 МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 11.1.1977)

По мере стремительного роста объемов машинной обработки информации в устройствах автоматки, в средствах связи, в вычислительной и информационно-измерительной технике, в радиоэлектронике и машинописи, а также повышения качественных показателей этих устройств все более актуальным становится вопрос обеспечения их надежными и долговечными средствами ввода информации. В системе «оператор-машина» наиболее распространен способ общения с помощью клавишной техники. Однако существующие клавиатуры, как правило, построены на электрическом принципе контактного переключения, который приводит к снижению достоверности ввода информации.

Известно, что достоверность ввода информации с помощью электроконтактных клавиатур на один-два порядка ниже достоверности обработки информации остальными узлами современных устройств.

С целью повышения долговечности, надежности и других качественных показателей устройств ручного ввода информации в Советском Союзе и за рубежом ведутся работы по созданию клавиатур с электронными принципами действия [1, 2]. В системе Академии наук Грузинской ССР также ведутся работы в данной области в направлении создания бесконтактной клавиатуры с применением гальваномангнитных датчиков. Результаты работ по созданию такого клавишного модуля на основе одного из разработанных принципов были опубликованы автором в [3].

Настоящая статья посвящена вопросу создания клавишных магнитоуправляемых модулей с оптимальными (с эргономической точки зрения) механическими характеристиками. На примере нового разработанного в [4] принципа построения модуля рассмотрены пути решения этой задачи и показаны конкретные средства ее реализации.

Как известно, механическая характеристика (распределение статической нагрузки по ходу головки клавиши) является важным эксплуатационным показателем устройств ручного ввода информации. Ее вид непосредственно влияет на производительность труда оператора и достоверность ввода информации, причем в зависимости от условий эксплуатации к механической характеристике клавишного модуля предъявляются различные требования.

Для устройств, в которых режим работы клавиатуры характеризуется значительным интервалом времени между нажатиями (например, в пультах управления систем радиоэлектроники и информационно-измерительной техники), наиболее оптимален характер распределения усилия нажатия по ходу головки клавиши, изображенной кривой I на рис. 1. Эта кривая $P=f(h)$ показывает, что в исходном положении головки клавиши усилие сопротивления перемещению максимально и

резко падает по ходу. При этом механическая характеристика обеспечивает клавише виброустойчивость и способствует надежному перемещению подвижной части после преодоления пальцем оператора первоначального максимального усилия. Этот «гумблерный» эффект создает у оператора так называемое чувство «исходного состояния» и способствует повышению достоверности ввода информации. Реализовать такой вид механической характеристики возможно с помощью бесконтактной беспружинной клавиши с неподвижным магнитом и подвижным сердечником, схематически изображенной на рис. 2. Постоянный

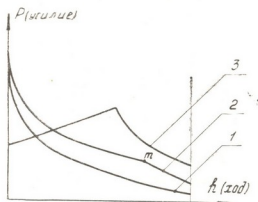


Рис. 1

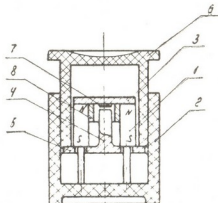


Рис. 2

кольцеобразный магнит 1 укреплен соосно в диамагнитном корпусе 2. На торце магнита расположено магнитомягкое ярмо 3, а в отверстие магнита помещен сердечник 4, соединенный своим подвижным ярком 5 с направляющей клавишной головкой 6. Магниточувствительный элемент 7 установлен в отверстие магнита на поверхности ярма. На рис. 2 клавиша показана в исходном (стартовом) положении, при котором сердечник втянут до отказа в отверстие магнита и вместе с ярком и клавишной головкой находится в крайнем верхнем положении. При этом взаимодействии поля постоянного магнита с ферромагнитным сердечником — ярком обеспечиваются надежное удержание подвижной части клавиши в исходном положении и интенсивное воздействие магнитного потока на гальваномангнитный элемент в рабочем зазоре замкнутой магнитной системы. При нажатии на клавишную головку сердечник перемещается вдоль оси клавиши, увеличивая рабочий зазор между магниточувствительным элементом и торцом сердечника; магнитная система размыкается, что приводит к уменьшению величины магнитной индукции, действующей на чувствительный элемент. После снятия усилия нажатия сердечник втягивается в отверстие, его ярко притягивается к торцу магнита, а подвижная часть клавиши перемещается вверх, занимая исходное положение. В исходном положении $h=0$ сила P максимальна и после преодоления противодействующей силы магнитного залипания ярка к магниту резко падает. К концу хода, когда магнитное поле взаимодействует, в основном с материалом сердечника, сила P по величине больше приведенной массы подвижной части устройства, что обеспечивает беспружинный подъем головки.

С целью получения более плавного хода головки клавиши и улучшения условий беспружинного подъема подвижной части желательно иметь кривую механической характеристики более пологого вида, т. е. с менее резким падением усилия нажатия P по ходу h . Для этого в описанную конструкцию вводится кольцевой поясok 8 (рис. 2) из магнитомягкого материала. Поясок располагается на ярме и помещается в

отверстие магнита, причем высота пояска выполняется меньше величины рабочего хода. Поясок не только изменяет характер распределения усилия нажатия по ходу головки, но и увеличивает перепад магнитной индукции, воздействующей на магниточувствительный элемент 7 при неизменной энергии магнитного поля. В исходном положении клавиши поясок не влияет на величину магнитной индукции, воздействующей на чувствительный элемент, а в предельном нижнем положении, когда торец сердечника максимально отдален от магниточувствительного элемента, магнитный поток, направляясь по кратчайшему пути, замыкается через поясок-сердечник-якорь, минуя магниточувствительный элемент. Поясок, изменяя направление магнитного потока, экранирует внутреннюю полость ярма 3 и в предельном нижнем положении практически полностью исключает воздействие полей рассеяния постоянного магнита на магниточувствительный элемент. Механическая характеристика такого клавишного устройства показана кривой 2 на рис. 1. Ее точка перегиба m обусловлена выходом торца сердечника из полости кольца.

В системах с «тяжелым» режимом работы при длительном и быстром вводе информации, например в машинописи, телеграфии, профессиональных ЭВМ, работа на устройствах с рассмотренными механическими характеристиками вызывает преждевременную утомляемость оператора. Поэтому для таких устройств наиболее приемлема клавиатура с постепенно возрастающим усилием в начале перемещения и резким его падением в зоне выполнения клавишей своей рабочей функции. При этом палец оператора в момент соприкосновения с клавишной головкой не испытывает ощущения удара, а надежному перемещению подвижной части до предельного положения способствует инерция движения, которую приобретает палец оператора, преодолев максимальное значение постепенно возрастающего усилия P .

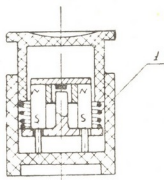


Рис. 3

Такую механическую характеристику, показанную кривой 3 на рис. 1, можно получить в описываемой конструкции. Для этого осуществляется упругая связь головки с якорем через пружинящий элемент, например через пружину сжатия 1 (рис. 3). Если пружина установлена с усилием меньшим, чем сила магнитного залипания якоря к магниту, то в начале хода головка будет перемещаться за счет сжатия пружины и только после преодоления пружинной силой залипания произойдет осевое смещение якоря относительно магнита.

На созданных экспериментальных образцах описанных конструктивных вариантов (с магнитами из сплава ЮН14ДК24 размерами $D=12$ мм, $d=7,5$ мм, $l=8$ мм) перепад магнитной индукции, воздействующей на магниточувствительный элемент при ходе подвижной ча-

сти клавиши, равном 4 мм, составлял 0,2 Т в бескольцевом варианте и 0,23Т в кольцевом варианте, а усилие нажатия в исходном положении составляло 0,9Н для беспружинных вариантов и 0,2Н для пружинного варианта.

Таким образом, в магнитоуправляемых клавишах возможно получить оптимальные механические характеристики для различных условий эксплуатации с помощью простых технических средств, используя для этой цели постоянный магнит, входящий в конструкцию клавиши в качестве элемента, воздействующего на магниточувствительный датчик.

Академия наук Грузинской ССР
 Специальное конструкторское
 бюро научного приборостроения

(Поступило 13.1.1977)

ავტომატური მართვა და გაომომზღიითი ტექნიკა

ე. სიტნიკოვი

მაგნიტურად მართვადი კლავიშები ოპტიმალური მექანიკური
 მახასიათებლებით

რეზიუმე

განხილულია ახალი პრინციპი უკონტაქტო კლავიშების შექმნისა გალვანო-მაგნიტური ელემენტით და მისი კონსტრუქციული ვარიანტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ერგონომიკის თვალსაზრისით ოპტიმალური მექანიკური მახასიათებლის მიღებას.

ჩატარებულია ვარიანტების და მექანიკური მახასიათებლის შედარებითი ანალიზი. დამტკიცებულია, რომ შესაძლებელია უბრალო კონსტრუქციის მალალი საიმედობის კლავიშების შექმნა სხვადასხვა სამუშაო რეჟიმისათვის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

E. K. SITNIKOV

MAGNETO-CONTROLLED KEYS WITH OPTIMUM MECHANICAL CHARACTERISTICS

Summary

A new idea of constructing a non-contact key with a galvanomagnetic element and its options, permitting to obtain various mechanical characteristics, is discussed and the feasibility of designing simple and highly reliable magneto-controlled keys for various operational modes is demonstrated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Евсеев, М. Г. Хоменко. Приборы и системы управления, № 5, 1971.
2. W. Schlegel. Elektronik, № Т-3, 1969.
3. Э. К. Ситников. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975.
4. Э. К. Ситников, О. К. Хомерики. Авт. свид. СССР № 448455. Бюлл. изобр. № 40, 1974.

М. К. ДАРАСЕЛИЯ (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. ГЛОНТИ,
 Н. С. БАБИЛОДЗЕ

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В ИСТОЧНИКАХ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Согласно проведенным исследованиям, из 2000—2500 мм осадков, выпадающих в год в южных районах субтропиков нашей республики, где в основном распространены красноземные почвы, около 40% их просачивается через толщу почвы, остальное расходуется на транспирацию и испарение с поверхности почвы и растений [1].

Многолетними лизиметрическими исследованиями установлено, что просачивающиеся осадки вымывают из почвы как органические, так и минеральные вещества, количество которых, несмотря на слабую концентрацию фильтрационных вод, достигает в сумме значительных величин.

Таблица 1

Вынос атмосферными осадками минеральных веществ из красноземной почвы на территории Анасеули (ВНИИЧисК), кг/га

Угодье	Сухой остаток	SiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	SO ₃	Cl
Чайная плантация	1210	72	211	5	198	64	2	39	20	160	98
Целина	290	58	сл.	сл.	75	27	сл.	14	сл.	42	45

Приведенные данные свидетельствуют о том, что вынос минеральных веществ из почв чайных плантаций намного больше, чем из целинной почвы, покрытой папоротником. Из красноземов в наибольшем количестве выносятся кальций, хотя его валовое содержание в почве меньше 1%. Что касается полуторных окислов, то резко преобладает вынос алюминия, подвижность которого в почве значительно возрастает под влиянием подкисления. На целине, где pH почвенного раствора около 6, обнаруживаются только следы алюминия.

Привлекает внимание большое содержание в фильтратах лизиметров серы. Источником поступления этого элемента в красноземную почву являются атмосферные осадки и широко применяемые на чайных плантациях удобрения — суперфосфат и сульфат аммония, содержащие соответственно 12 и 24% серы.

С осадками в почву поступает за год более 60 кг/га серы, при этом чем ближе к морю, тем больше содержание этого элемента в осадках.

Таким образом, общее поступление серы в почву чайных плантаций (Анасеули) за год составляет примерно около 150 кг/га.

Красноземы содержат значительное количество органического вещества (гумуса), общее количество его в метровом слое составляет около 250 т/га, а содержание азота в том же слое — 13 т/га.

Микробиологические процессы, при которых органический азот переходит в нитраты, в красноземах протекает слабо вследствие кислой реакции, однако этот процесс особенно подавлен в условиях чайной плантации, где подкисление, вызванное длительным внесением сульфата аммония, снизило рН до 3,5.

Исследования Ф. В. Турчина [2] и В. П. Цанава [3] показали, что часть азота вносимых удобрений связывается с органическим веществом, при этом вновь образовавшееся органическое вещество минерализуется в 2—3 раза интенсивнее, чем старое.

Доза азота (250—300 кг/га), вносимая в почву чайных плантаций, обеспечивает высокие урожаи чайного листа. Из этого количества азота около 30% используется растением, примерно столько же или несколько больше вымывается из почвы осадками, около 20% потребляется микроорганизмами и переходит в микробные клетки, а остальное количество возвращается на поверхность почвы с обрезками чайных растений.

Количество азота, теряемого путем вымывания, колеблется из года в год и составляет примерно 60—80 кг/га, при этом концентрация нитратов в лизиметрических водах составляет в среднем 5—8 мг на 1 л фильтрата.

Однако определения нитратного азота, проведенные нами в родниковых водах и колодцах, расположенных на той же территории (Анасеули), показали значительно большую концентрацию азота в этих источниках, чем в лизиметрических водах. Было установлено, что в родниках и колодцах, находящихся в зоне расположения чайных плантаций и получающих высокие дозы азотных удобрений, концентрация азота во много раз больше, чем в отдаленных от плантации водных источниках.

Таблица 2

Содержание нитратов (NO_3) в родниковых водах на территории Анасеули (ВНИИЧНСК), мг/л

Месторасположение родника	1974 г.			1975 г.		
	19.XII	25.XII	22.I	11.IV	12.VI	8.IX
№ 1—в зоне чайной плантации	33,6	33,9	35,0	34,8	23,5	12,4
№ 2—в зоне чайной плантации	1,1	1,0	1,4	1,5	2,5	6,4
№ 3—вдали от чайной плантации	32,8	38,8	19,4	20,8	29,7	19,5
Водопроводная вода в Анасеули	23,9	23,1	44,2	38,1	7,3	7,4

По приведенным в табл. 2 данным, в родниковой и водопроводной воде Анасеули содержание нитратного азота достигает высоких величин. С 1975 г. проводилось также изучение содержания азота в воде 10 различных пунктов Махарадзевского района. Полученные данные (см. табл. 3) указывают на высокую концентрацию нитратного азота в колодцах с. Гурианта (50 и 48,5 мг/л). Повышенное содержание азота в родниковых и колодезных водах установлено и в других пунктах наблюдений.

Вопрос об установлении предельных концентраций в воде вредных для живого организма веществ требует специальных исследований. По мнению американского ученого Хаука, случаи падежа скота объясняются высокой концентрацией нитратов в питьевой воде [4].

Таблица 3

Содержание нитратного (NO_3) азота в воде на территории Махарадзевского района (1975 г.), мг/л

П у н к т ы	30.I	9.IV	12.VI	11.IX	1.XII
с. Гурианта, колодец Квирчиладзе	не опр.	50,9	28,6	34,5	25,9
г. Махарадзе, водопроводная вода	19,9	18,6	16,4	12,9	7,0
с. Гурианта, колодец Квачантирадзе	24,3	не опр.	37,76	48,5	15,5
Река Натанеби	3,0	2,1	1,5	1,9	3,8

Установленный на сегодняшний день факт резкого повышения концентрации нитратного азота в родниках и колодцах зоны чайных плантаций, который, несомненно, является результатом вымывания этого элемента из почвы плантаций, получающих высокие дозы азотного удобрения, сам по себе является настораживающим, требующим внимания.

Необходимо расширить исследования родников, колодцев и других источников питьевой воды, расположенных в районах интенсивного применения удобрений. Должны быть разработаны мероприятия по увеличению коэффициента использования азота вносимых удобрений и уменьшению потерь из почвы, подобраны соответствующие формы азотных удобрений, менее поддающихся вымыванию.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт чая и субтропических культур
Анасеули

(Поступило 4.10.76)

ნიავაგომცოდნეობა

მ. ღარასელია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. ლლონტი, ნ. ბაბილოძე

სასუქების გავლენა აზოტის შემცველობის გადამღებაზე სასმელ
წყლებში

რ ე ზ ი ე

ჩაის პლანტაციების აზოტით ინტენსიური განოყიერების ზონაში არსებულ წყაროებსა და ჭებში აღმოჩენილია ნიტრატული აზოტის მაღალი კონცენტრაცია — 50 მგ/ლ წყალზე.

ეს მეტად საყურადღებო ფაქტია და მოითხოვს სპეციალური ღონისძიების განხორციელებას.

საჭიროა გადიდდეს მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი და შეიძინოს აზოტის ისეთი ფორმები, რომლებიც ნაკლებად ირეცხება ნიადაგიდან.

M. K. DARASELIA, T. A. GLONTI, N. S. BABILODZE

EFFECT OF FERTILIZATION ON THE RISE OF NITROGEN
CONTENT IN SOURCES OF DRINKING WATER

Summary

High concentrations of nitric nitrogen, reaching 50 mg per litre of water, have been discovered in springs and wells located in the area of tea plantations intensively fertilized with nitrogen. This fact, causing concern, demands due attention. It is necessary to raise the ratio of nitrogen utilization by plants and to select nitrogen forms less susceptible to washing out.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. К. Дараселия. Динамика почвенных растворов красноземных почв Грузии. Тбилиси, 1974.
2. Ф. В. Турчин. Агрохимия, № 3, 1964.
3. В. П. Цанава. Агрохимия, № 5, 1965.
4. Д. Ж. Бремер. Труды 10-го Международного конгресса почвоведов. М., 1974.



А. В. БОБРОВИЦКИИ

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТЫ И ПОЛУТОРНЫХ ОКИСЛОВ В ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЯХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 24.1.1977)

В процессах почвообразования и особенно при заболачивании почв велика активность подвижных и связанных с крупнодисперсными и тонкодисперсными фракциями форм кремнекислоты и полуторных окислов. Интенсивные процессы заболачивания в пониженных частях древнеаллювиальной Колхидской низменности способствовали формированию в различной степени заболоченных подзолисто-желтоземно-глеевых почв. Для оценки степени заболоченности и оподзоленности нами были выделены гранулометрические фракции из слабо-, средне- и сильнозаболоченных разновидностей этих почв с расчленением влажных образцов без химических пептизаторов на воднопептизированные (А) и агрегированные (Б) илестые (2—0,4 мк) и коллоидные (<0,4 мк) фракции, в которых затем определялось содержание кремнекислоты и полуторных окислов (см. таблицу).

Почвеннофракционное распределение кремнекислоты характеризуется рядом особенностей. Крупнодисперсные > 10 мк и глинистые 10—2 мк фракции во всех разрезах содержат значительно больше SiO₂, чем илестые и коллоидные фракции — при усилении заболачивания почв различие между ними уменьшается. В слабозаболоченной почве крупнодисперсный кварц >10 и 10—2 мк обнаруживается в большем количестве в нижних горизонтах B_{1g} и G — по мере заболачивания и в этом случае содержание SiO₂ уменьшается от 80 до 60%. Илестые и коллоидные фракции характеризуются, за редким исключением, однообразным распределением кремнекислоты по генетическим горизонтам в пределах 50—60% — уменьшение на 2,5—5% в содержании аморфной кремнекислоты заметно во фракции <0,4 мк нижних горизонтов слабо- и среднезаболоченных почв (A₁—51, 3—51,8%; G — 46,4—49,3%). Различия в содержании SiO₂ в тонкодисперсных подвижных и агрегированных фракциях во всех генетических горизонтах почв выражены слабо (таблица).

Распределение полуторных окислов отличается следующими особенностями. В крупнодисперсных >10 мк и глинистых 10—2 мк фракциях значительно меньше Al₂O₃ и Fe₂O₃ в сравнении с тонкодисперсными фракциями, что особенно заметно в содержании алюминия (10—12%) в нижних горизонтах слабозаболоченной почвы — при усилении заболачивания различие это сглаживается за счет увеличения содержания алюминия на 10—15%, что объясняется внутрипочвенной трансформацией крупнодисперсных алюмосиликатов по полевым шпатам и слюдам и образованием микроагрегатов глинистых частиц [1]. В распределении алюминия во всех фракциях средних горизонтов A₂ и B_{1g}

почв отмечено превышение содержания на 1—4% по сравнению с горизонтами А1 и G, что может служить критерием оподзоленности верхних горизонтов и несколько большего накопления алюмосиликатов в зоне колебания капиллярной каймы. Погоризонтное распределение Al_2O_3 в А и Б — илистых и коллоидных фракциях во всех разрезах равномерное в пределах 25—30% и с разницей в 0,5—2%, за исключением подвижного ила А (19%) в горизонте G слабозаболоченной почвы.

Содержание кремнекислоты и полуторных окислов в гранулометрических фракциях подзолисто-желтоземно-глеевых почв Колхидской низменности, % на прокаленную навеску

Фракция, мк	Горизонт	Разрез 8			Разрез 9			Разрез 10		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
>10	A1	70,2	18,4	5,04	67,6	19,3	5,46	62,2	19,1	10,60
	A2	64,8	21,1	5,36	59,0	22,1	11,80	62,0	23,2	9,03
	B1g	76,6	11,8	4,30	60,4	23,0	5,98	63,7	23,2	5,61
	G	77,3	12,0	4,87	69,0	17,1	4,94	70,1	18,1	4,78
10—2	A1	69,6	17,4	5,06	68,3	18,3	5,71	61,3	27,8	5,06
	A2	68,0	19,5	5,87	66,2	21,0	5,01	60,7	28,1	5,61
	B1g	80,1	10,2	4,49	62,1	22,7	5,36	60,2	26,5	6,12
	G	80,0	10,0	5,05	66,7	19,0	6,16	64,3	20,5	4,96
2—0,4 А	A1	55,0	27,1	8,78	56,2	28,8	7,35	58,6	25,4	8,19
	A2	56,4	29,2	10,00	56,5	30,9	7,80	56,6	29,6	7,65
	B1g	52,9	28,1	11,00	53,1	29,0	8,80	57,4	26,9	10,20
	G	59,2	19,0	13,80	53,1	28,6	8,96	55,1	27,3	9,55
2—0,4 Б	A1	55,3	26,7	10,70	57,0	26,4	10,40	56,5	25,6	9,30
	A2	51,3	28,3	10,60	54,0	29,6	8,71	55,5	27,3	9,50
	B1g	53,7	26,9	11,30	54,4	28,5	10,40	56,0	29,1	8,73
	G	56,4	25,9	9,56	51,5	26,1	12,80	56,6	27,0	8,12
<0,4 А	A1	51,8	29,0	10,40	51,7	29,3	9,56	53,4	29,1	11,10
	G	49,3	25,7	14,00	49,8	27,4	10,50	52,8	29,1	11,10
<0,4 Б	A1	51,7	28,3	11,40	51,3	30,7	11,00	51,9	26,5	12,60
	G	47,0	24,6	18,00	46,4	26,0	15,00	52,0	27,5	12,00

Примечание: Глубины горизонтов, см: в разрезе 8 слабозаболоченной почвы с. Ахалсепели А1—0—17, А2—36—64, В1g—64—97, G—97—107; в разрезе 9 среднезаболоченной почвы с/х „Гантиади“ А1—0—25, А2—25—34, В1g—34—71, G—71—120; в разрезе 10 сильнозаболоченной почвы с. Хорга А1—0—12, А2—12—28, В1g—28—44, G—80—90.

Некоторые различия в пофракционном распределении железа объясняются наличием, кроме связанного в кристаллитах минералов решеточного и на поверхности агрегатов пленочного железа, также аморфных тонкодисперсных и конкреционных форм (рис. 1). В слабозаболоченной почве преобладает илисто-коллоидно-дисперсное Fe_2O_3 , достигающее 14—18%, а в средне- и сильнозаболоченных — и крупноконкреционные формы >10 мк (11,8—10,6—9,03%). Таким образом, нарастающее заболачивание сопровождается равномерным «ожелезнением» всей почвенной массы.

Профильное распределение кремнекислоты и полуторных окислов с учетом количества фракций в мг/100 г почвы (рис. 2) резче характе-

ризует особенности внутрипочвенных геохимических процессов на различных стадиях почвообразования. На графиках четко выделяется трансформация SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 в процессе заболачивания почв из грубодисперсных фракций в активные тонкодисперсные и коллоидно-

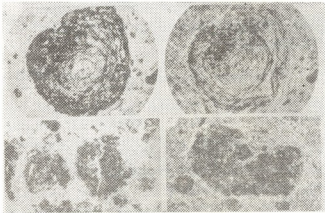


Рис. 1. Формы гидроокислов железа в заболоченных почвах: а — конкреция, ник. II, ув. 37 \times ; б — то же, ник. +, заметно концентрическое переслаивание темных колец железа со светлыми глинистыми; в — микроконкреции и трещиноватые стяжения, ник. II, ув. 63 \times ; г — подвижные тонкодисперсные формы гидроокислов железа в форме стяжений вокруг микропор — окаймляющие их концентрически ориентированные глины указывают первоначальные границы пор, в пределах которых происходило накопление гидроокислов, ник. +, ув. 63 \times

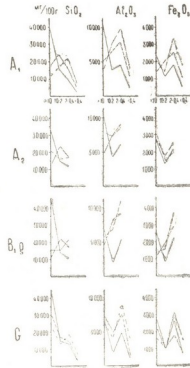


Рис. 2. Покрассионное профильное распределение кремнекислоты и полуторных окислов в подзолито-желтоземно-глеясых почвах: — разрез 8, — — разрез 9, — — разрез 10

дисперсные формы >10 мк \rightarrow 10—2 мг \rightarrow 2—0,4 мк \rightarrow $<0,4$ мк, что особенно заметно выражено в поведении алюминия и железа. Повышенное количество тонкодисперсных (2—0,4 мк) форм Al_2O_3 (более 11 000 мг/100 г) и Fe_2O_3 (более 3700 мг/100 г) в горизонте B1g сильнозаболоченной почвы по сравнению с вышележащим A2 и нижним C (Al_2O_3 — 9000 и Fe_2O_3 — 2500—3000 мг/100 г) горизонтами свидетельствует о нисходящем передвижении их и может служить критерием оподзоленности горизонта A2. По мере заболачивания почв в Колхидской низменности количество тонкодисперсных форм кремнекислоты и полуторных окислов сильно увеличивается, что особенно наглядно проявляется в верхнем горизонте A1 (рис. 2). В сильнозаболоченной почве уже с поверхности фракции < 2 мк содержат максимум суммарного количества в мг/100 г почвы SiO_2 — 30141, Al_2O_3 — 13948, Fe_2O_3 — 5057, из которых на долю фракции $<0,4$ мк приходится SiO_2 — 7742, Al_2O_3 — 4091 и Fe_2O_3 — 1740.

Микростроение различных форм гидроксидов железа в заболоченных почвах Колхидской низменности (рис. 1) подтверждает в основном натечную природу этих новообразований.

НИИ почвоведения, агрохимии
и мелiorации
МСХ СССР

(Поступило 27.1.1977)

ნიადაგთმცოდნეობა

ა. ბობროვიციკი

კოლხეთის დაბლობის დაჭარბებული ნიადაგების ზრანულომეტრიულ ფრაქციებში სილიციუმოქსიდების და ნახევარქანაბრებულების ბავრცელების თავისებულობანი

რეზიუმე

ნიადაგის დაჭარბების პროცესების შემეცნებისათვის დადგენილია SiO_2 , Al_2O_3 და Fe_2O_3 მნიშვნელოვანი გეოქიმიური გარდაქმნების თავისებურებანი უხეში დისპერსიული ფრაქციების აქტიურ კოლოიდურ დისპერსიებში გადასვლა-ტრანსფორმაციის პროცესში.

SOIL SCIENCE

A. V. BOBROVITSKI

DISTRIBUTION OF SILICIC ACID AND SESQUIOXIDES IN
THE GRANULOMETRIC FRACTIONS OF KOLKHETI
LOWLAND SWAMPED SOILS

Summary

The findings of a study of the distribution of SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 in Kolkheti lowland swamp soil fractions differing as to dispersiveness and degree of peptization.

Specificities of geochemical transformations of SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 in the transformation of coarsely dispersed fractions into active colloiddally-dispersed components have been established. The results are important for the elucidation of the processes of soil swamping.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Бобровицкий. Сообщения АН СССР, 81, № 2, 1976.



ბ. შივაბა

არაგვის აუზის სუბალპური ტყისა და მაღალმთის ბუჩქნართა
ზოგირითი ფორმაციის ანთროპოგენური ცვლის ძირითადი
მიმართულებანი

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 17.12.1976)

თანამედროვე ეტაპზე მცენარეულობის დიდი ნაწილი წარმოდგენილია ნაწარმი (მეორადი) ცენოზებით. ძირეული ცენოზების მეორადით შეცვლის პროცესი ბუნებრივადაც ხდება, მაგრამ მიმდინარეობს ეტაპობრივად და ხანგრძლივია, თუ არ ჩავთვლით კატასტროფულ ცვლებს. ადამიანის ჩარევის გამო ცვლის პროცესები დაჩქარებულია, ნახტომისებური ხასიათი აქვს, შეუქცევადია და უმეტესწილად მცენარეულობის სრულ დეგრადაციას იწვევს. უარყოფითი ანთროპოგენური გავლენა უპირველეს ყოვლისა ადამიანის არაკონსომიერი სამეურნეო საქმიანობითაა გამოწვეული.

მცენარეულობის პირველად და მეორად ტიპებს შორის გარკვეული სტრუქტურული, ფლორისტიკული და ფლოროგენეტიკური კავშირები არსებობს, რაც საშუალებას გვაძლევს გავარკვიოთ ძირეული ცენოზების დინამიკის მთავარი მიმართულებანი და დავსახოთ ანთროპოგენური ფაქტორებით ცვლის გენეზისური რიგები [1].

გენეზისური რიგების დასადგენად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნაწარმი ცენოზების ასოციაციათა სტრუქტურის დეტალურ შესწავლას, რაც გვეხმარება მათი წარმოშობის მიზეზების სწორად ახსნაში. ხშირად ნაწარმი ასოციაციები დომინანტებითა და სუბდომინანტებით ძალიან გვანან ერთმანეთს, მაგრამ წარმოშობით სხვადასხვა გენეზისურ რიგს განეკუთვნებიან, რის გამოც მათ ანალიზს დიდი სიფრთხილით უნდა მივუდგეთ.

არაგვის აუზში სუბალპური ტყეები ძირითადად არყნარებითაა წარმოდგენილი და ტყის ზედა საზღვარსაც ისინი ქმნიან. გარდა არყნარებისა გავრცელებულია სუბალპური ნეკერჩხლიანები, ცირცელიანები, მაღალმთის მუხნარები და მცირედ სუბალპური წიფლნარები. აღნიშნული ფორმაციების დიდი ნაწილი დეგრადირებულია და მათ ადგილზე განვითარებულია ტყისშემდგომი ბუჩქნარები: დეკიანები, იელიანები, მოცვიანები, თხილიანები, ღვიიანები, მდელობუჩქნართა კომპლექსები, აგრეთვე მარცკლოვანი და მარცკლოვან-ნაირბალახიანი მდელოს ფორმაციები.

სუბალპური ტყისა და მაღალმთის ბუჩქნართა ცვლები შეიძლება გავაერთიანოთ სუბალპური მცენარეულობის ანთროპოგენური ცვლის გენეზისურ რიგში [1], რომელსაც პირობითად ორ ქვერივად ვყოფთ: ა. სუბალპური ტყეების ანთროპოგენური ცვლის გენეზისური ქვერივი, ბ. მაღალმთის ბუჩქნართა ანთროპოგენური ცვლის გენეზისური ქვერივი.

სუბალპური ტყის ანთროპოგენური ცვლა ძირითადად ორი ციკლით მიდის — *Fruticosa* და *Herbosa*, რომლებშიც გამოიყოფა სტადიები: *Rhododendronosa*, *Salixosa*, *Myrtillosa*, *Mixtoherbosa*, *Altherbosa*, *Graminosa* და ა. შ. სტადიები წარმოდგენილია ფაზებით — მთელი რიგი ასოციაციებით ან კომპლექსური ხასიათის მიკროდაჯგუფებებით. *Fruticosa*-ს ციკლიდან (*Silva subalpina fruticosa*) წამყვანი როლი ეკუთვნის *Rhododendronosa*-ს სტადიას, რადგანაც სწორედ დეკა თამაშობს მთავარ როლს სუბალ-



პური ტყეების არა მარტო ანთროპოგენურ, არამედ ბუნებრივ ცვლელშიც არაგვის აუზში ფართოდაა გავრცელებული *Betuletum rhododendronosum*, *Sorbetum rhododendronosum*, *Aceretum rhododendronosum*, აგრეთვე ბი- და ტრიდომინანტური დაჯგუფებანი [2]. ბუნებრივია, რომ ასეთი ტყეების გაჩენვის შემდეგ მათ ადგილზე უსათუოდ დეკიანი დარჩება, რომელიც იმდენად მყარი და თავისთავადი ცენოზია, რომ ტყის დემუტაცია გაძნელებულია.

სუბალპური ტყეების გაჩენვის შემდეგ მათი ცვლა წარმართება *Rhododendrona*, *Myrtillosa*, *Azaleosa*, *Coryllosa* და *Juniperosa*-ს სტადიებით, მაგრამ ისინი (დეკიანის გარდა) არასტაბილური დაჯგუფებებია, მით უმეტეს, აღნიშნული სტადიებიდან თუ უარყოფითი ფაქტორების გაეღონა არ ვაგრძელდა, სათანადო ექსპოზიციის პირობებში დეკიანის განვითარებაა მოსალოდნელი. პოტენციურად კი სუბალპური ბუჩქნარები, მათ შორის დეკიანებიც, მომავალი მდელიზია, რასაც ძალიან აჩქარებს პასტორალური ფაქტორების გავლენა.

არაგვის ხეობაში დეკიანი წიფლნარები ნაკლებადაა წარმოდგენილი, ისინი ფრაგმენტების სახით არიან ჩართული სუბალპურ ტყეებში (არყნარებში). როგორც ჩანს, წარსულში სუბალპური წიფლნარები უფრო ფართოდ უნდა ყოფილიყო გავრცელებული, სახელდობრ, დეკიანი და მალალბალახეულიანი წიფლნარი, რადგანაც მათი ნაშთები დღესაც გვხვდება ხოლმე აქა-იქ. ასეთი წიფლნარების გაჩენვისას მათი ცვლა დეკიანის ან მალალბალახეულობის სტადიებით უნდა წარმართულიყო, რომელთა ბოლო ფაზებს ალბათ მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი მდელოების სხვადასხვა ფორმაციები წარმოადგენდნენ ან შესაძლებელია მალალბალახეულობა იმთავითვე შეცვლილიყო დეკიანით ან სხვა ბუჩქნარი ფორმაციით. წიფლნარის კვლავ აღდგენა არსებული პასტორალური გავლენის გამო შეუძლებელი უნდა ყოფილიყო, უკეთეს შემთხვევაში აღდგებოდა ან არყნარი, ან ცირკელიანი, რომელთაც შეიძლება დღესაც ყოფილი სუბალპური წიფლნარების ადგილსამყოფელი უჭირავთ.

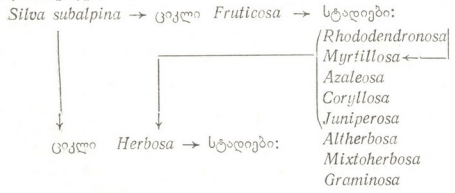
ანთროპოგენური ცვლის მეორე ციკლი *Herbosa* უნდა წარმართულიყო *Altherbosa*, *Mixtoherbosa* და *Graminosa*-ს სტადიებით.

ასეთი გზით განვითარებული მდელოები განსხვავდებიან *Fruticosa*-ს სტადიებით განვითარებული მდელოებისაგან როგორც სტრუქტურულად, ისე ფლორისტისტიკული შედგენილობითაც.

სუბალპური ტყეების ანთროპოგენურ ცვლებში მონაწილეობენ თხილი, იელი, ღვია, მაგრამ ისინი (იელის გარდა) დამოუკიდებელ ცენოზებს დიდ ფართობებზე ვერ ქმნიან, არამედ ჩართული არიან ფრაგმენტების სახით ტყისშემდგომი მდელო-ბუჩქნარის კომპლექსში. მათი შემდგომი ანთროპოგენური ცვლა ძირითადად *Herbosa*-ს ციკლით მიდის.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ ყოფილი სუბალპური ტყეების ადგილი დღეს უჭირავთ დეკიანებს, იელიანებს, მალალბალახეულობის კომპლექსებს, ნაწილობრივ ღვიაანებს და თხილიანებს და ა. შ.

სუბალპური ტყეების ანთროპოგენური ცვლები სქემატურად ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



სუბალპურ ბუჩქნართა ანთროპოგენური ცვლის ქვერიგში განვიხილავთ ძირითად ფორმაციას—დეკიანს, რომელიც სხვა სუბალპური ბუჩქნარებისაგან განსხვავებით ტყის ზედა საზღვრის შემდეგ ქმნის დამოუკიდებელ, პირველად ცენოზებს ტიპური მონოლომინანტური დაჯგუფებების სახით. როგორც ქვეტყე იგი ყოველთვის წამყვანი ედიფიკატორის როლში გამოდის, განსაზღვრავს რა ტყის მიკროკლიმატს. ამ თვალსაზრისით დეკა შეიძლება „აგრესიულ“ სახეობად ჩათვალოს [3].

ტყის საზღვრის ზემოთ დეკას ბუჩქებს მწყემსები საწვავად იყენებენ. ამის გამო მის რაყებს ჩეხენ და ერთდროულად სათიბ-საძოვრებს ათავისუფლებენ. ზოგიერთ ავტორს დეკა სათიბ-საძოვრების ნამდვილ სარეველად მიაჩნია [4]. სათიბ-საძოვრებისათვის ფართობების განთავისუფლების მიზნით მწყემსები დეკიანის რაყებს ხშირად ცეცხლს უკიდებენ, რის შემდეგაც დეკიანის ადგილზე ვითარდება უარყოფითი ცენოზები და საბოლოოდ ეროზიის კერები.

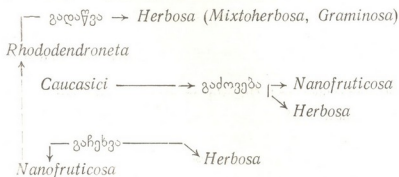
დეკიანების გაჩეხვის, გადაწვის ან ამოძირკვის შემდეგ, იმის მიხედვით თუ რომელი ტიპის დეკიანმა განიცადა გავლენა, ან რომელ ცენოზს ესაზღვრებოდა იგი, დეკიანის ცვლა შეიძლება ორი მიმართულებით წავიდეს:

1. ციკლი — *Nanofruticosa*

სტადიები: *Myrtillosa, Empetrosa, Vacciniosa*

2. ციკლი — *Herbosa*

სტადიები: *Mixtoherbosa, Graminosa*, რომლებიც წარმოდგენილი არიან შემდეგი ასოციაციებით: *Festucetum, Nardetum, Agrostidetum, Caricetum, Calamagrostidetum, Deschampsietum*, ან ნაირბალახოვანი კომპლექსებით: *Geranietum, Alchimilietum, Anemonetum, Sibbaldietum* და სხვა, რომელთაგან პასტორალური გავლენის შეწყვეტისას შესაძლებელია დეკიანის აღდგენა. *Nanofruticosa*-ს ციკლის სხვადასხვა სტადიები ანთროპოგენური ფაქტორების შემდგომი გავლენით გადაიქცევიან მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი მდელოების სხვადასხვა ფაზად. აღნიშნული ცვლები სქემატურად ასე შეიძლება გამოისახოს:



რაც შეეხება მაღალმთის ბუჩქნართა სხვა ფორმაციებს (თხილიანი, იელიანი, ლეიანი და სხვა) როგორც ნაკლებად სტაბილური ტყისშემდგომი დაჯგუფებანი, ანთროპოგენური ფაქტორების შემდგომი ზემოქმედებისას ადვილად იცვლებიან ნაირბალახიან, უმეტეს წილად დასარეველიანებული მდელოებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

Г. С. КИКАВА

 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ СМЕН
 СУБАЛЬПИЙСКИХ ЛЕСОВ И НЕКОТОРЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ
 КУСТАРНИКОВЫХ ФОРМАЦИЙ БАСSEИНА р. АРАГВЫ

Резюме

Рассматриваются основные генетические направления и закономерности антропогенных смен субальпийских лесов и некоторых высокогорных кустарниковых формаций басс. р. Арагвы.

Из антропогенных смен субальпийских лесов выделяются циклы— *Fruticosa* и *Herbosa* и стадии— *Rhododendronosa*, *Myrtillosa*, *Azaleosa*, *Coryllosa*, *Juniperosa*, *Altherbosa*, *Mixtoherbosa*, *Graminosa*.

Антропогенные смены высокогорной кустарниковой формации *Rhododendroneta caucasici* представлены циклами *Nanofruticosa* и *Herbosa*, основными стадиями которых являются *Myrtillosa*, *Empetrosa*, *Vacciniosa*, *Mixtoherbosa*, *Graminosa*.

BOTANY

G. S. KIKAVA

 THE MAIN TRENDS IN THE ANTHROPOGENIC CHANGES OF
 SUBALPINE FORESTS AND SOME HIGH-MOUNTAIN SHRUB
 FORMATIONS IN THE ARAGVI RIVER BASIN

Summary

The main genetic trends and regularities of the anthropogenic changes of subalpine forests and some high-mountain shrub formations in the Aragvi river basin are examined.

Of the anthropogenic changes of subalpine forests the *Fruticosa* and *Herbosa* cycles and *Rhododendronosa*, *Myrtillosa*, *Azaleosa*, *Coryllosa*, *Juniperosa*, *Altherbosa*, *Mixtoherbosa* and *Graminosa* stages stand out.

The anthropogenic change of high-mountain shrub formation *Rhododendroneta caucasici* is represented by the cycles *Nanofruticosa* and *Herbosa*, their main stages being *Myrtillosa*, *Empetrosa*, *Vacciniosa*, *Mixtoherbosa*, *Graminosa*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Малиновский. Проблемы ботаники, т. 8. М.—Л., 1966.
2. გ. ჯიჯიაძე. საქ. ბოტ. საზ. მოამბე, 5, 1972.
3. Е. А. Работнов. Phytocoenologia, № 1-2, 1975.
4. А. К. Магакьян. Труды Тбил. бот. ин-та, т. 15, Тбилиси, 1953.



ბ. ნასყიდაშვილი, ვ. საგაღაშვილი

საქართველოს რბილი ხორბლის ჯიშებში ჰიბრიდული ქონდარობის
ბინეტიკის შესწავლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრეუეჩმა 21.1.1977)

ხორბლის გენოტიპში გამოვლენილ მრავალფეროვან ფაქტორებს შორის ყურადღებას იპყრობს ჰიბრიდული ქონდარობის გამაპირობებელი გენების არსებობა.

გენეტიკური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ჰიბრიდული ქონდარობის მოვლენას აპირობებს სამი წყვილი დომინანტური კომპლემენტური გენის $D_1 D_1 D_2 D_2 D_3 D_3$ ურთიერთზემოქმედება. ეს გენები ლოკალიზებულია 2 D, 2 B და 5 B ქრომოსომაში.

ამჟამად ჰიბრიდული ქონდარობის გამომწვევი დომინანტური კომპლემენტარული გენები აღნიშნულია შემდეგ სახეობებში: *T. aestivum* [1—4], *T. spae-roccum* [5, 6], *T. compactum* [7—10], *T. macha* [2, 5], *T. durum* [7—10], *T. dicocum*, *T. pyramidale*, *T. persicum* [8, 11], *T. diccoides* *T. Timophe-ovi*, *T. orientale* [5].

ჰერმსენის [2] კლასიფიკაციის მიხედვით ხორბლის ჯიშების გენოტიპი ჰიბრიდული ქონდარობის გენების მიხედვით იყოფა შემდეგ ჩჯუფებად: 1) $D_1 D_1 D_2 D_2 D_3 D_3$, 2) $D_1 D_1 d_2 d_2 D_3 D_3$, 3) $d_1 d_1 D_2 D_2 D_3 D_3$, 4) $d_1 d_1 D_2 D_2 d_3 d_3$, 5) $d_1 d_1 d_2 d_2 D_3 D_3$ და 6) $d_1 d_1 d_2 d_2 d_3 d_3$. ხორბლის ზოგიერთი სახეობისათვის დამახასიათებელია ჰიბრიდული ქონდარობის მხოლოდ ერთი ტიპი. ასე, მაგალითად, *T. durum*-ის ჯიშებს აქვთ გენოტიპი $d_1 d_1 D_2 D_2 D_3 D_3$ ან ამ გენების რეცესიული ალელები.

ჰიბრიდული ქონდარობა, დომინანტური გენების ალელების სიძლიერის და მესამე გენის (D_3) არსებობის მიხედვით, პირველ და მეორე თაობაში ვლინდება შემდეგი სამი ფორმით: პირველი ფორმა — dwarf 1 ლეტალური ფორმაა, რომელსაც იწვევს სამი დომინანტური გენის ($D_1 D_2 D_3$) ურთიერთზემოქმედება. ამ შემთხვევაში მცენარე ძლიერ ბარტყობს, ემსგავსება „ბალახოვან კონებს“ და არ გადადის აღერების ფაზაში. მეორე ფორმა — dwarf 2 პირველისაგან იმით განსხვავდება, რომ მცენარე ივითარებს მოკლე და მსხვილ ღეროებს ნახევრადფერტილური თავთავებით. ჰიბრიდული ქონდარობის ყველაზე სუსტი ფორმაა dwarf 3. ამ ტიპის მცენარისათვის დამახასიათებელია მრავალი ღეროს განვითარება. ასეთი მცენარე ზრდას წყვეტს აღერების ფაზაში, ხოლო დათავთავების ფაზაში ზრდის ტემპი ძლიერდება და ივითარებს ძალიან წვრილ თავთავს ბუჩირი მარცვლებით. თითოეულ ჩჯუფში ჰიბრიდული დეპრესია შეიძლება იყოს ძლიერი, ზომიერი და სუსტი.

საქართველოში გავრცელებული რბილი ხორბლის ჯიშების გენოტიპში ჰიბრიდული ქონდარობის გამაპირობებელი გენების არსებობის დასადგენად ჩვენ ტესტირებად გამოვიყენეთ ხორბლის შემდეგი სახეობები: *T. durum* (*v. coeruleascens*), *T. persicum* (*v. stramineum*), *T. diccoides* (*v. arabicum*), *T. georgicum*, *T. dicocum*, *T. macha* (*v. Imereticum*). საქართველოს რბილი

ხორბლის ჯიშების (ხულუგო, თეთრი იფქლი, კორბოულის დოლის პური, წითელი იფქლი, ძალისურა, კახური დოლის პური) ტესტირებად გამოყენებულ სახეობებთან შეჯვარებით მიღებულ პირველი და მეორე თაობის მცენარეთა შესწავლის შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ ყველა შეჯვარებაში ნათლად ვლინდება ჰერმსენის მიერ დადგენილი ჰიბრიდული ქონდარობის მესამე ტიპი. ამ შეჯვარების პირველი თაობის მცენარეები ფენოტიპურად ნორმალურებია და ჰიბრიდული ქონდარობის ნიშნები შეუმჩნეველი იყო როგორც ზრდის ტემპის, ბარტყობის სიძლიერის, ფოთლების და ღეროს შეფერვის ინტენსივობის, ისე განვითარებულ მცენარეთა სიმაღლის და თავთავის სიგრძის მიხედვით. ყველა ჰიბრიდული კომბინაციის მეორე თაობაში მეტ-ნაკლები რაოდენობით გამოითიშნენ ჰიბრიდული ქონდარა მცენარეები, ე. წ. „ზალახოვანი კონები“.

საქართველოს რბილი ხორბლის ჯიშების (ძალისურა, კორბოულის დოლის პური, კახური დოლის პური) ენდემურ ჰექსაპლოიდურ *T. macha* (*v. imereticum*)-თან რეციპროკული შეჯვარებით მიღებულ ჰიბრიდული კომბინაციების მეორე თაობაში აღზრდილ იქნა 1070 მცენარე. ფენოტიპურად ნორმალური განვითარების იყო 916 მცენარე, ხოლო ჰიბრიდული ქონდარა — 154. ჰიბრიდული ქონდარა მცენარეებიდან თითოეული თავთავი განვითარა 96 მცენარემ, ხოლო 58 მცენარე არ დათავთავდა. მსგავსი შედეგები მიღებულ იქნა რბილი ხორბლის ჯიშების — თეთრი იფქლის, ხულუგოს და წითელი იფქლის — მონაწილეობით მიღებულ ჰიბრიდულ კომბინაციებში. ასეთივე შედეგი მიღებულ იქნა ტესტირებად გამოყენებულ ხორბლის ყველა სახეობასთან შეჯვარების შემთხვევაში. ჰიბრიდული კომბინაციების მეორე თაობაში ფენოტიპურად ნორმალური განვითარების მცენარეებისა და გამოთიშული ჰიბრიდული ქონდარა მცენარეების შეფარდება გამოისახა 15:1 ან 13:3.

შეჯვარებაში გამოყენებული სახეობების *T. durum*, *T. persicum*, *T. dicocoides*, *T. georgicum* და *T. macha* გენოტიპი ატარებს ჰიბრიდული ქონდარობის D_2D_3 გენებს.

ამრიგად, ჩვენს მიერ მიღებული შედეგებით დადგინდა, რომ საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშები — ხულუგო, თეთრი იფქლი, კორბოულის დოლის პური, წითელი იფქლი, ძალისურა და კახური დოლის პური ატარებენ ჰიბრიდული ქონდარობის გამაპირობებელ დომინანტურ კომპლემენტარულ D_1 გენს.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.1.1977)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ, Ц. Ш. САМАДАШВИЛИ

კ. ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНОВ ГИБРИДНОЙ КАРЛИКОВОСТИ В СОРТАХ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ГРУЗИИ

Резюме

Изучение гибридов, полученных от скрещиваний сортов мягкой пшеницы Грузии (Тетри Ипки, Цители Ипки, Корбоулис Долис Пури, Хулуго, Дзалисура, Кахури Долис Пури) с тетраплоидными (*T. durum v. coerulea*, *T. persicum v. stramineum*, *T. dicocoides v. arabicum*, *T. georgicum*, *T. dicocum*) и гексаплоидными (*T. macha v. imereticum*) видами пшеницы показало, что в F_2 выщепились растения, т. н. «травяные пучки». Соотношение между нормально разви-

тыми растениями и травяным пучком было близким к теоретическому ожидаемому 15:1 или 13:3. Это позволяет предполагать, что сорта мягкой пшеницы Грузии являются носителями гена гибридной карликовости D_1 .

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI, Ts. Sh. SAMADASHVILI

TOWARDS THE STUDY OF HYBRID DWARFNESS GENES
IN GEORGIAN SOFT WHEAT

Summary

A study of hybrids resulting from hybridization of Georgian soft wheat (Tetri Ipkli, Tsiteli Ipkli, Korboulis dolis puri, Khulugo, Dzalitura, Kakhuri dolis puri) with tetraploid (*T. durum* v. *coerulescens*, *T. persicum* v. *stramineum*, *T. dicoccoides* v. *arabicum*, *T. georgicum*, *T. dicoccum*) and Hexaploid (*T. macha* v. *imereticum*) var. of wheat has shown that the so-called "grassy bunch" plants deviated in F_2 . Correlation between the normally developed plants and "grassy bunch" was close to the theoretically expected, 15:1 or 13:3. This permits to suppose that the varieties of Georgian soft wheat are carriers of the hybrid dwarfness gene D_1 .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Mac Millan. Coun. Sci. Ind. Res., Bull., 1937.
2. J. G. Hermesen. Euphytica. 16, № 1, 1967.
3. Г. А. Бабаджанян. Труды Арм. НИИЗ, с. Пшеница, 1, 1974.
4. Л. Г. Бекназарян. Труды Арм. НИИЗ, с. Пшеница, 2, 1976.
5. M. Tanaka. Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ., 85, 1965.
6. W. L. Waterhouse. Proc. Hinn. Soc. Nw. Sw. 55, 5, 1930.
7. K. Nishikawa. Seiken Ziko, 19, 1967.
8. K. Nishikawa. Jap. J. Genet. 37, 3, 1962.
9. Г. А. Бабаджанян, Л. Г. Бекназарян. Труды Арм. НИИЗ, с. Пшеница, 2, 1973.
10. ზ. ნასკიდაშვილი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 77, № 2, 1975.
11. Л. Л. Декапрелевич, П. П. Наскидашвили. Генетика, XI, № 11, 1975.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. Ш. ЧАВЧАНИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ЭРИТРОПОЭЗА
 У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ И ХРОНИЧЕСКИМ
 ГЛОМЕРУЛОНЕФРИТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 21.1.1977)

О патогенезе изменений эритропоэза при почечной патологии единого мнения нет. Поражение кроветворной ткани наступает на ранних этапах почечных заболеваний и имеет свою динамику развития, итогом которой является формирование гипопластического, гипорегенераторного состояния эритрона [1]. Причиной анемии считается снижение продукции пораженными почками эритропоэзстимулирующего фактора [2].

Нами обследованы две группы больных. Первую группу составили 16 больных острым гломерулонефритом. Показатели клиренса эндогенного креатинина у всех были нормальными, у четырех отмечалась умеренная анемия. 48 больных хроническим гломерулонефритом составили вторую группу, разделенную на три подгруппы (см. табл. 1).

Таблица 1

Подгруппы	Общее кол-во больных	Низкие показатели клиренса эндогенного креатинина (60—33 мл/час)	Нарушение концентрационной способности почек	Анемия (гемоглобин 8,2—12,0 г %, кол-во эритроцитов 3,2—3,0 млн.см ³)
Хронический гломерулонефрит с гипертоническим синдромом	24	8	2	4
Хронический гломерулонефрит с нефротическим синдромом	13	5	3	2
Смешанная форма хронического гломерулонефрита	11	6	3	5

У 15 больных артериальная гипертония была стойкой. Общий белок крови у больных второй и третьей подгрупп колебался от 3,2 до 6,2%. Остаточный азот крови у всех обследованных находился в пределах нормы.

Контрольную группу составили 35 доноров и 20 практически здоровых лиц. У всех обследованных показатели периферической крови были в пределах нормы.

Для определения эритропоэзстимулирующей активности (ЭпСА) сыворотки крови использовался метод лейкоцитарной культуры в мо-

дификации, проведенной для выражения и интерпретации результатов опыта. Отклонение от контроля степени миграции лейкоцитов под воздействием раствора Рингера определялось путем вычисления критерия Вилконсона—Манна—Уитли как статистически достоверное увеличение или уменьшение ЭпСА. В табл. 2 достоверное снижение обозначается минусом, достоверное увеличение — плюсом и отсутствие разницы — нулем.

Частота каждого признака в отдельных исследованных группах выражалась в процентах. Межгрупповое сравнение по каждому признаку проводилось отдельно с вычислением критерия надежности Стьюдента (t) и вероятности случайности различия (P).

Сыворотка крови 19 здоровых лиц (95%) не оказывала влияния на миграцию лейкоцитов и лишь одного (5%) стимулировала ее. Хотя сыворотка крови доноров чаще (17%) стимулировала миграцию, разница между процентными показателями данного признака (8%) статистически недостоверна ($p > 0,05$) и средний показатель обеих групп (13%) принят за физиологически допустимую частоту его проявления.

Сыворотка крови 11 больных (69%) острым нефритом не изменяла миграцию лейкоцитов ($p > 0,05$), 4 (25%) тормозила ее ($p < 0,001$), а одного (6%) стимулировала ($p > 0,05$).

В табл. 2 представлены данные ЭпСА сыворотки крови больных хроническим гломерулонефритом.

Таблица 2

Подгруппы	Показатели ЭпСА сыворотки крови		
	—	0	+
Хронический гломерулонефрит с гипертоническим синдромом	1(4%) ($p < 0,001$)	19(79%) ($p > 0,05$)	4(17%) ($p > 0,05$)
Хронический гломерулонефрит с нефротическим синдромом	4(31%) ($p < 0,001$)	4(31%) ($p < 0,001$)	5(38%) ($p > 0,05$)
Смешанная форма хронического гломерулонефрита	3(27,5%) ($p < 0,001$)	6(54,5%) ($p > 0,05$)	2(18%) ($p > 0,05$)

Сыворотка крови большинства больных острым нефритом и гипертонической формой хронического гломерулонефрита, как и здоровых лиц, не оказывала влияния на миграцию лейкоцитов в культуре лейкоцитарной пленки. Отсутствие эффекта сыворотки крови значительно реже проявлялось у больных со смешанной формой хронического гломерулонефрита и с нефротическим синдромом.

Статистическая достоверность разницы по показателям частоты торможения миграции между всеми исследованными группами больных и контрольной группой объясняется отсутствием такого эффекта сыворотки крови у практически здоровых людей.

Была выявлена определенная зависимость между низкими показателями клиренса эндогенного креатинина и наличием тормозящего миграцию лейкоцитов эффекта сыворотки крови: из 29 больных с нормальными показателями клиренса только у одного (3,5%) сыворотка крови проявила тормозящий миграцию эффект, в то время как из 19 больных с низкими показателями клиренса эндогенного креатинина

у 7 (37%) сыворотка крови проявила эффект, тормозящий миграцию лейкоцитов. Следует отметить, что все 7 случаев торможения миграции у больных с низкими показателями клиренса эндогенного креатинина приходится на больных с нефротическим синдромом. Из 8 случаев хронического гломерулонефрита с гипертоническим синдромом и низкими показателями клиренса ни у одного сыворотка крови не вызвала торможения миграции, в то время как сыворотка крови 4 из 5 больных хроническим гломерулонефритом и нефротическим синдромом и низкими показателями клиренса обладала этим свойством. На связь между понижением клиренса эндогенного креатинина и тормозящим миграцию лейкоцитов свойством сыворотки крови при нефротическом синдроме указывает тот факт, что из 8 больных нефротическим вариантом хронического гломерулонефрита с нормальными показателями клиренса эндогенного креатинина ни у одного сыворотка крови не вызвала эффекта торможения миграции, а у 4 даже стимулировала. В отличие от нефротического синдрома, все 4 случая стимуляции миграции при хроническом гломерулонефрите с гипертоническим синдромом приходится на больных с низкими показателями клиренса эндогенного креатинина. Степень снижения показателя клиренса в обеих подгруппах была одинаковой.

Таким образом, появление эффекта, тормозящего миграцию лейкоцитов сыворотки крови больных хроническим гломерулонефритом, коррелирует со снижением показателя клиренса эндогенного креатинина, являющегося объективным признаком выраженности патологического процесса в почках.

Анемия отмечалась приблизительно у 25% больных острым и хроническим гломерулонефритом.

Внутригрупповая зависимость между показателями влияния сыворотки крови на лейкоцитарную культуру и показателями периферической красной крови отсутствует.

Нами ранее выявлено, что при почечной недостаточности титр эритропоэтинов в крови больных не только не уменьшается, но и приблизительно у половины больных бывает увеличенным.

Увеличение содержания эритропоэзстимулирующего фактора (ЭСФ) в сыворотке крови у части больных с хронической почечной недостаточностью и анемией наблюдалось также О. И. Моисеевой и другими авторами [3—5].

Трудно предположить, что возможен дефицит содержания в крови ЭСФ при сохраненных почечных функциях, в то время как при хронической почечной недостаточности у больных обнаруживается нормальное его содержание. Поэтому способность сыворотки крови больных патологией почек подавлять миграцию лейкоцитов должна объясняться абсолютным увеличением содержания эритропоэзингибирующего фактора.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей
МЗ СССР

(Поступило 28.1.1977)

6. შავჩანიძე

ერიტროპოეზის ჰუმორული რეგულაციის საკითხისათვის მფვავე და ქრონიკული გლომერულონეფრიტით დაავადებულ ავადმყოფებში

რეზიუმე

მწვავე და ქრონიკული გლომერულონეფრიტით დაავადებულ ავადმყოფებში, რომლებსაც არ ჰქონდათ თირკმლის ფუნქციური უკმარისობის ნიშნები, შესწავლილ იქნა სისხლის შრატის ერიტროპოეზისტიმულირებელი აქტივობა ლეიკოციტური აპკის კულტურის მეთოდის გამოყენებით.

გამოვლენილ იქნა, რომ შემთხვევათა 25—30%-ში სისხლის შრატი იწეს ლეიკოციტების მიგრაციის დამორგუნველ თვისებას. თირკმლის დაავადებები, ადრე ჩატარებულ გამოკვლევების თანახმად, არ ხასიათდება ერიტროპოეტიკების ტიტრის შემცირებით და ამიტომ მიღებული ფენომენი წარმოადგენს ერიტროპოეზის ინჰიბიტორების ტიტრის აბსოლუტური მომატების დემონსტრაციას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. Sh. CHAVCHANIDZE

CONCERNING THE HUMORAL CONTROL OF ERYTHROPOIESIS IN PATIENTS WITH ACUTE AND CHRONIC GLOMERULONEPHRITIS

Summary

The erythropoiesis-stimulating activity of blood serum in patients with acute and chronic glomerulonephritis has been studied by the method of leukocytic pellicle culture. It has been found that blood serum in norm does not influence leukocyte migration from the leukocytic pellicle in the majority of cases (87%). In other cases blood serum stimulated migration.

In 25-30% of cases of acute nephritis and chronic glomerulonephritis with the nephrotic syndrome the patients' blood serum inhibited leukocyte migration.

A definite dependence was found between the low indices of endogenous creatinine clearance and those of the serum effect inhibiting the leukocyte migration.

The capacity of blood serum from patients with kidney pathology to suppress leukocyte migration is accounted for by the absolute increase of erythropoiesis-inhibiting factor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Алексеев. Тер. арх., 22, № 4, 1950, 58—65.
2. К. И. Канделаки. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1964.
3. О. И. Моисеева. Почка и эритропоэз. Л., 1970.
4. N. J. Gallagher *et al.* Ann. Int. Med., 50, № 6, 1960, 1201—1212.
5. G. C. Gambaro *et al.* Arch. E. Maraglino, patol. e clin., 26, № 3, 1970, 181—197.



М. В. ЧИЧИНАДЗЕ, В. С. МИШЕНЕВА, Т. А. ГОРЮХИНА

ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ ВИНКА-АЛКАЛОИДОВ И ПРЕДНИЗОЛОНА НА ЭНЕРГЕТИКУ АСЦИТНЫХ КЛЕТОК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 4.1.1977)

В асцитных клетках яичников крыс и опухоли NK/Ly продемонстрировано сосуществование сложной саморегуляции энергетического обмена — двустороннего взаимодействия дыхания и гликолиза, пастеровского эффекта и обратной пастеровской реакции (эффект Кребтри).

В литературе практически отсутствуют работы по изучению влияния винка-алкалоидов на основные реакции метаболизма углеводов и энергетику клеток (дыхание, гликолиз, содержание АТФ) в асцитных опухолях—карциноме яичников крыс. Между тем, хорошо известно, что энергетический обмен служит необходимой базой биосинтеза макромолекулярных соединений клеток, как здоровых, так и неопластических (гликоген, РНК, ДНК и др.), и во многих случаях сам является мишенью действия противоопухолевых соединений. В работе изучено влияние винкристина и винбластина, а также преднизолона на энергетический обмен асцитных клеток некоторых экспериментальных опухолей—карциномы яичников крыс и опухоли NK/Ly мышей.

Подопытными животными являлись самцы беспородных белых крыс и мышей. Асцитную опухоль NK/Ly мышей и карциному яичников крыс перевивали внутривенно, асцитные клетки исследовали на 5—6-й день роста опухоли NK/Ly, а яичников крыс — на 7—8-й день. Дыхание клеток определяли манометрически в аппарате Варбурга, о гликолизе судили по молочной кислоте [1] и показатели выражали в коэффициентах Q_{O_2} и Q_{CO_2} соответственно. Содержание АТФ определяли энзимоспектрофотометрическим методом [2].

В настоящее время приходится отказаться от того взгляда, что характерной чертой для биохимизма опухолевых злокачественных клеток является нарушение механизма дыхания клеток. Этот взгляд оказался несостоятельным, поскольку установлена полноценность дыхания раковых клетках как по интенсивности [3, 4], так и по физиологической эффективности [4]. В опытах, проведенных в оптимальных условиях содержания кислорода [2, 4—6], один процесс дыхания, в отсутствие гликолиза, способен был поддерживать в раковых клетках нормальную скорость ресинтеза АТФ и энергетически обеспечивать синтез их белков за счет готовых аминокислот [4]. На данном этапе, по-видимому, следует считаться с одним бесспорно установленным явлением — что для большинства тканей организма характерно отсутствие аэробного гликолиза, в различных же злокачественных опухолях наблюдаются наиболее резкие отклонения от этого правила [6]. Ввиду этого сосуществование дыхания и гликолиза в различных злокачественных опухолях заслуживает самого пристального рассмотре-

ния, поскольку оба процесса являются теми важнейшими источниками, которые мобилизуют энергию питательных веществ для роста и функции клеток. Мы в своих исследованиях химизма и обмена различных асцитных злокачественных клеток рассчитывали обнаружить характерные особенности энергетического обмена, присущие каждой разновидности бластомных клеток. С этой целью для изучения были выбраны асцитные клетки двух экспериментальных перевивных опухолей — карциномы яичников крыс и опухоли NK/Ly. Приведенные в табл. 1 цифры дыхания и гликолиза асцитных клеток двух разновидностей асцитных опухолей отчетливо выявляют общие метаболические характеристики — относительно невысокое дыхание, высокий аэробный гликолиз и еще более высокий анаэробный гликолиз, т. е. сосуществование гликолиза и дыхания и наличие обратной пастеровской реакции.

Таблица 1

Гликолиз, дыхание и их соотношение в различных клетках асцитных опухолей

Асцитные клетки	Дыхание		Эффект Кребтри	Гликолиз		Коэффициенты Варбурга		Кол-во опытов
	Q _{O₂}	Q _{O₂+Г}		Воздух	H ₂	Воздух	H ₂	
				Q _{CO₂+Г}	Q _{CO₂+Г}	Q _{CO₂+Г} /Q _{O₂}	Q _{CO₂+Г} /Q _{O₂}	
Карцинома яичников крыс	6,8	4,6	32,0	19,0	29,5	2,8	5,8	5
m±	0,55	0,51		1,8	2,0			
Лимфома	18,1	10,0	45,8	25,7	42,8	2,6	4,3	19
m±	1,3	0,64		2,0	3,9			

Таким образом, в этой группе злокачественных асцитных опухолей мы должны признать существование сложной саморегуляции энергетического обмена — двустороннего взаимодействия дыхания и гликолиза, пастеровского эффекта и обратной пастеровской реакции (эффект Кребтри). Можно полагать, что основной характерной особенностью взаимоторможения процессов дыхания и гликолиза в злокачественных асцитных клетках с мощным аэробным гликолизом является конкуренция за аденозиндифосфат [6].

В связи с большим своеобразием взаимоотношений дыхания и гликолиза в исследованных асцитных клетках, встал вопрос о том, какое отражение будут иметь эти два сложных явления при воздействии противоопухолевых агентов винка-алкалоидов (винбластин, винкристин) и преднизолона на две разновидности опухолей — карциному яичников крыс и асцитную лимфому NK/Ly мышей.

Наши исследования показали (табл. 2), что винбластин в концентрации 43, 86 и 207 мкг/мл клеток, а винкристин при дозе 17 и 34 мкг/мл не изменяют эффективности дыхания и содержания АТФ в асцитных клетках карциномы яичников крыс и лимфомы NK/Ly. Более интенсивный гликолиз, по сравнению с контролем, с увеличением уровня молочной кислоты почти в 1,5—2 раза был выявлен только после инкубации опухолевых клеток яичников крыс с винкристином. Меньшие дозы винка-алкалоидов не меняют эффективности энергетического обмена исследованных асцитных опухолей в опытах *in vitro*. Что касается влияния преднизолона на метаболические характеристики клеток опухоли NK/Ly, то сравнительно малые и средние дозы пред-

низолона (350 и 700 мкг/мл клеток) уже несколько уменьшают интенсивность дыхания, а большие его концентрации (1400 мкг/г) угнетают дыхание почти в 2 раза. Все три испытанные дозы преднизолона резко увеличивают интенсивность гликолиза клеток — почти в 5—6 раз, по сравнению с контролем.

Таблица 2

Влияние винбластина, винкристина и преднизолона на дыхание, гликолиз и содержание АТФ в асцитных клетках экспериментальных опухолей

Источник асцитных клеток	Препарат, мкг	Q _{O₂}	Q _{CO₂}	АТФ
Карцинома яичников крыс	—	10,0±2,8	22,7±6,1	12,5±3,2
	43 винбластина	9,0±2,0	28,5±0,9	15,0±1,5
	86 "	8,9±1,6	29,6±2,8	12,9±3,0
	207 "	10,3±5,5	25,7±7,9	16,2±2,0
	17 винкристина	10,7±0,1	27,7	9,9
Лимфома	34 "	11,7±1,7	35,5±1,8	13,0±0,6
	—	5,8±1,5	20,8±2,4	21,6±2,5
	43 винбластина	8,2±0,1	18,3±0,1	25,4
	86 "	6,7±1,0	14,7±1,0	19,3±2,0
	207 "	5,6±1,3	21,3±0,7	18,9±8,1
	17 винкристина	5,6±0,4	19,8±0,4	21,0
	34 "	7,2±0,1	21,3±2,0	21,5±2,7
Карцинома яичников крыс	—	7,0±1,5	23,5±3,5	15,6±2,0
	350 преднизолона	6,0±0,1	3,6	16,5
	700 "	5,8±0,3	3,6	12,0
Лимфома	—	9,1±1,3	16,0±7,0	21,5±2,0
	350 преднизолона	9,1±2,0	82,5±37,0	19,6±1,6
	700 "	7,7±2,1	78,5±2,5	18,3±1,7
	1400 "	5,2±2,5	74,0±6,0	15,9±1,2

В асцитных клетках карциномы яичников крыс под влиянием малых и средних доз преднизолона (350 и 700 мкг/г) несколько снижается интенсивность дыхания, резко уменьшается гликолиз.

Таким образом, энергетический баланс асцитных опухолевых клеток, складывающийся из энергии дыхания и энергии аэробного гликолиза, иными словами из суммы АТФ, образующийся как в аэробном, так и анаэробном процессах, в сильной степени подвергается изменениям при воздействии противоопухолевых препаратов, особенно при действии мощного гормонального агента — преднизолона.

Анализ полученных фактов позволяет говорить о большом разнообразии механизмов реализации воздействия различных противоопухолевых агентов на опухолевую клетку.

Научно-исследовательский институт
 онкологии
 им. проф. Н. Н. Петрова
 МЗ СССР

(Поступило 7.1.1977)

ა. ჰიშინაძე, ვ. მიშენევა, თ. გორიუხინა

ვინკა-ალკალოიდების და პრედნიზოლონის მოქმედების ენერგეტიკული მასპარიმენტული სიმსივნეების ასციტური უჯრედების ენერგეტიკაზე

რეზიუმე

ვირთავას საკვერცხეებისა და NK/Ly სიმსივნურ უჯრედებში ნაჩვენებია ენერგეტიკული ცვლის რთული თანაარსებობის პროცესი — სუნთქვისა და გლიკოლიზის ორმხრივი მოქმედება, პასტერის ეფექტისა და პასტერის შექცევადი რეაქციის (კრებტრის) ეფექტი. ვირთავას საკვერცხეების ასციტური სიმსივნური უჯრედების ინკუბირებისას ვინკრისტინთან შეინიშნებოდა გლიკოლიზის დონის მატება 1,5—2-ჯერ. პრედნიზოლონი ამცირებდა სუნთქვას და მკვეთრად ზრდიდა გლიკოლიზს (5—6-ჯერ) ლიმფომა NK/Ly-ს უჯრედებში და პირიქით, ვირთავას საკვერცხეების სიმსივნურ უჯრედებში ამცირებდა რძის მჟავის წარმოქმნას.

BIOCHEMISTRY

M. V. CHICHINADZE, V. S. MISHENEVA, T. A. GORYUKHINA

THE EFFECT OF VINCA ALKALOIDS AND PREDNISOLONE ON THE ENERGETICS OF THE EXPERIMENTAL TUMOURS OF ASCITIC CELLS

Summary

Broad metabolic characteristics of ascitic cells of the rat ovaries and that of NK/Ly are presented. The existence of a complex system of self-regulation of energetical exchange—two-way interaction of respiration and glycolysis, the Pasteur effect and reverse Pasteur reaction (the Crabtree effect), is shown in the ascitic cells of rats, as well as in the tumours NK/Ly. The concentrations of vinblastine 43,86 and 207 mkg/ml and that of vincristine 17 and 34 mkg/ml cells do not alter the respiration effectiveness and the ATP content in the carcinoma of the rat ovaries and ascitic lymphomas NK/Ly. An increase of glycolysis 1.5-2 times is observed during incubation of ascitic cells of carcinoma of the rat ovaries with vincristine. Prednisolone decreases respiration and drastically (5-6 times) increases glycolysis in the lymphoma cells NK/Ly, and vice versa, decreases the formation of lactic acid in the carcinoma cells of rat ovaries.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Varcer, W. Summerson. J. Biol. Chem., 135, 1941, 535—554.
2. И. С. Луганова, И. Ф. Сейц. Булл. exper. биол. и мед., 71, № 6, 1971, 41—43.
3. В. С. Шапот. Проблемы медицинской химии. М., 1973.
4. Н. В. Ельцина, В. А. Энгельгардт. Биохимия, № 23, 1958, 426—430.
5. И. Ф. Сейц. Взаимодействие дыхания и гликолиза в клетке и сопряженное фосфорилирование. Л., 1961.
6. И. Ф. Сейц. Вестник АМН СССР, № 4, 1965, 10—22.



Г. С. КАЛИЧАВА, Д. И. ШАРВАШИДЗЕ, Э. А. ИМЕДИДЗЕ

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АГРЕГАЦИОННЫХ ФОРМ БЕЛКА ВТМ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 19.12.1976)

Известно, что ВТМ можно реконструировать *in vitro* из белка ВТМ и гомологичной РНК [1, 2]. Кроме того, показано, что РНК ВТМ можно заменить полиадениловой кислотой [1, 2]. В обоих случаях белок агрегирует в вирусные спиральные структуры, идентичные по всем параметрам. Белок ВТМ агрегирует в спиральную вирусоподобную капсиду и без РНК в слабокислотной среде (рН 6,0). Считалось, что эти три спиральные структуры идентичны по типу укладки и конформации субъединиц. Белок ВТМ может агрегировать и в агрегаты с цилиндрической симметрией, в так называемые «диски» — 20 S и «стыкованные диски» — 28 S. Известно, что флуоресцентные спектры белка чутко реагируют на конформационные изменения в молекуле. Нами исследовалась флуоресценция различных агрегационных форм белка ВТМ для идентификации изменений, имеющих место при агрегации.

Белок ВТМ штамма Vulgare был выделен в лаборатории вирусов растений МГУ по методике Френкель-Конрата [1]. РНК ВТМ нам была любезно предоставлена М. Ф. Тальянским. В работе использовалась полиА фирмы «Reanal».

Реконструкция проводилась по методике Френкель-Конрата [2]. По этой же методике реконструировалась полиА с белком. После реконструкции вирусоподобные частицы осаждались центрифугированием в течение 2 часов при 40000 об/мин. Для получения препарата реполимеризованного белка белок инкубировался при рН 6,0, а затем осаждался центрифугированием.

Спектры флуоресценции измерялись на приборе «Aminco-Boiman». Для возбуждения флуоресценции использовался свет $\lambda_m = 295$ нм.

Нами были исследованы спектры флуоресценции белка при μ 0,2 в различных формах агрегации, вируса и комплекса полиА с диском. На рис. 1 представлены спектры флуоресценции следующих форм: а — рН 7,2, диск, б — рН 6, РПБ, в — вирус, г — комплекс полиА с дисками. При возбуждении $\lambda_m = 295$ СИ всех форм имеет максимум $\lambda_m = 332$ нм. Форма сигнала одинакова для всех форм агрегации. Интенсивность флуоресценции неодинакова: $I_{РПБ} = 0,75 I_{Диск} > I_{ВТМ}$.

Тушения флуоресценции не было отмечено при повышении ионной силы раствора до μ 0,7, когда белок ВТМ образует 28S агрегаты, так называемые «стыкованные диски» с цилиндрическим типом симметрии.

Известно, что при реконструкции в вирусную частицу и в РПБ агрегаты белка обладают спиральной симметрией. Мы считаем, что разная интенсивность флуоресценции в дисках, ВТМ, РПБ обусловлена разным типом укладки субъединиц и соответственно изменениями в их конформации.

Ранее методом спин-метки нами было показано, что РПБ и ВТМ отличаются друг от друга способом укладки в спираль. Разные величины тушения флуоресценции для этих агрегатов подтверждают наши выводы.

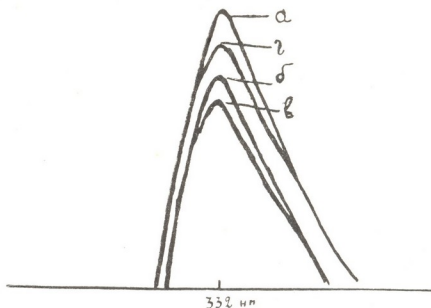


Рис. 1. Флуоресценция различных агрегационных форм белка ВТМ (концентрация $C=0.5$ mg/ml): а — диски (рН 7,2), б — РПБ (рН 6,0), в — ВТМ (рН 7,2), г — диск+полиА (рН 7,2)

Отдельно надо выделить флуоресценцию комплекса дисков с полиА $I = 0,95 I_{\text{диск}}$. По литературным данным, белок ВТМ в полиА агрегирует в вирусоподобные структуры, по своим свойствам идентичные вирусу. Из наших же данных следует, что укладка спирали здесь иная, чем в случае ВТМ, и соответственно иная конформация белковых субъединиц.

Американскими учеными было обнаружено, что белок ВТМ в совершенно одинаковых условиях может агрегировать в два типа спиральных структур [3]: идентичную ВТМ и вторую, превалирующую в отсутствии РНК. Как видно, есть и третий тип спиральных структур, характерный для комплекса дисков в полиА.

Мы думаем, что взаимодействие с определенным типом рибонуклеиновой кислоты определяет конформацию белковой субъединицы, а вместе с ней и способ укладки в спираль.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ ГССР

(Поступило 23.12.1976)

ბ. ჯალიჩავა, დ. შარვაშიძე, ე. იმედიძე

თ მ ვ ცილის აგრეგაციული ფორმების ფლუორესცენცია

რეზიუმე

შესწავლილი იყო თმვ ცილის ფლუორესცენცია სხვადასხვა ფორმაში. დადგინდა, რომ აგრეგაციის სხვადასხვა ფორმას სპირალის სხვადასხვა ტიპი შეესაბამება. აქედან გამომდინარეობს, რომ სპირალში აგრეგაციის ტიპი და ცილის მოლეკულის კონფორმაცია აგრეგაციის პროცესში დამოკიდებულია რნმ-ის ტიპზე, რომელიც ურთიერთმოქმედებს თმვ-ის ცილასთან.

PHYTOPATHOLOGY

G. S. KALICHAVA, D. I. SHARVASHIDZE, E. A. IMEDIDZE

STUDY OF THE FLUORESCENCE OF AGGREGATED FORMS OF
TMV PROTEIN

Summary

The paper deals with the fluorescence of aggregated forms of TMV protein.

On the basis of the differences in the spectra of fluorescence of various aggregated forms the conclusion is drawn about the different types of packing of protein subunits into a helical structure.

It is suggested that the type of arrangement into a virus-like structure depends upon the conformation changes taking place during the interaction of protein subunits with various nucleic acids.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Fraenkel-Conrat, B. Singer. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, № 41, 1955, 690.
2. H. Fraenkel-Conrat, B. Singer. Virology, № 23, 1964, 295.
3. P. Butler, C. Klug. J. Mol. Biol., № 102, 1976, 5.



Г. Г. СИМОНЯН, А. Б. ДОЛЯГИН, Г. С. КАЛИЧАВА

СУТОЧНАЯ РИТМИЧНОСТЬ СИГНАЛА ЭПР В ОПУХОЛЕВЫХ ТКАНЯХ КАРТОФЕЛЯ

(Представлено академиком Л. А. Качавели 4.8.1976)

В 1958 г. академиком Н. М. Эмануэлем была высказана гипотеза о существенной роли свободных радикалов в возникновении опухолевых процессов [1]. Это послужило основанием для изучения особенностей их поведения в опухолях, а также при воздействии на них ингибиторов свободнорадикальных процессов [2, 3]. В случае растительных опухолей было установлено наличие большего уровня свободных радикалов в пораженных тканях, в сравнении с нормой [4, 5].

Исходя из того положения, что присутствие свободных радикалов характерно для течения большинства биохимических процессов, можно думать, что этот показатель будет также коррелировать с физиологическими закономерностями организма. У ряда растений обнаружено наличие суточного эндогенного ритма [6], проявляющегося в колебании в течение суток таких показателей, как уровень фотосинтеза и углеводов [7], интенсивности дыхания [8], ферментных систем [9, 10], клеточных элементов [11—13]. Ранее в исследованиях было выявлено наличие ритмичности свободных радикалов в нормальных ростках картофеля [14]. Близкие к ней колебания сигнала ЭПР были обнаружены в тканях животных [15].

Выяснение вопроса о проявлении в опухолевых тканях тех же закономерностей в поведении свободных радикалов (СР), которые наблюдаются в нормальных тканях, необходимо для правильного методического подхода к изучению процесса опухолеобразования и возможности подавления его ингибиторами СР.

В связи с тем что в ранее проводимых опытах отмечалось затухание сигнала ЭПР в ростках по мере их роста и приближения к возрасту нормальной гомологичной ткани [14], в настоящей работе в контрольном варианте анализу подвергалась верхушечная зона (2—4 мм) нормальных ростков (7-дневного возраста) восприимчивого к раку сорта Лорх (по 4 ростка от 4 клубней). Отбор проб проводился в определенное время — 9, 11, 13, 15 часов и т. д. в течение 2 суток. Пробы опухолевой ткани отбирались от молодых опухолевых ростков 25-дневного возраста (по 1 ростку от клубня) и от периферийной части раковых наростов 50-дневного возраста (1 проба от клубня). Замороженные в жидком азоте пробы слегка растирались, переносились в кварцевые ампулы и на спектрометре JES-P-10 снимались спектры сигнала ЭПР против эталона, в качестве которого использовался $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Величина сигнала рассчитывалась на единицу веса сырого материала (мг) и выражалась в относительных единицах (С).

Как показали исследования (рис. 1), уровень сигнала ЭПР в опухолевых тканях в течение суток испытывает заметные ритмические колебания. Эти колебания близки к тем, которые наблюдаются в случае

нормальных тканей картофеля — заметные максимумы в уровне сигнала ЭПР сменяются последующими минимумами. Большой размах колебаний СР в верхушечной зоне нормальных ростков картофеля обусловлен наличием в них значительно большего количества активно пролиферирующих клеток. Именно митозы клеток, как считает целый ряд исследователей [6, 16, 17], ответственны за проявление суточного эндогенного ритма. Для молодых опухолевых ростков и наростов характерно наличие более умеренных колебаний в уровне СР.

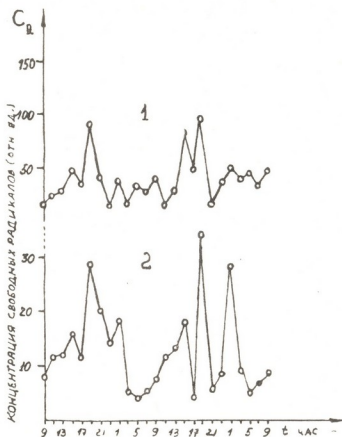


Рис. 1. Изменение концентрации СР в опухолевых наростах (I) и здоровых ростках (II) в течение суток

Характер суточного ритма митотического деления клеток изучался весьма подробно [18, 19]. Для опухолей были получены весьма разноречивые данные [16, 20, 21]. Однако в одной из последних работ [17] методом радиоавтографий весьма убедительно показано наличие суточного ритма в митотической активности и синтеза ДНК в опухолевой ткани.

Можно полагать, что митотическая активность опухолевых клеток, для которых характерна высокая пролиферация, так же как и нормальных клеток, подчинена суточному ритму. По Бранту [8], этот ритм должен проявляться в циклических колебаниях энергетических систем, этих основных осцилляторов в живых клетках. По-видимому, в связи с этим для уровня СР, отражающего интенсивность энергетического обмена в клетке, проявление суточного ритма не является удивительным.

Имеются данные, что действие противоопухолевых препаратов, примененных в период максимума митозов, весьма неодинаково [16,

22]. Наибольший эффект подавления пролиферации опухолевых клеток достигается в период максимума митозов [17]. Поэтому наличие выявленных закономерностей в поведении свободных радикалов в опухолевых тканях позволяет говорить о необходимости более дифференцированного подхода к применению ингибиторов СР для подавления процесса опухолеобразования.

Таким образом, в работе установлено наличие ритмичности в уровне сигнала ЭПР в опухолевых тканях картофеля различного возраста. Этот факт, по-видимому, следует учитывать при изучении особенностей поведения свободных радикалов при опухолеобразовании и действии на этот процесс ингибиторов.

Институт защиты растений
МСХ ГССР

Академия наук СССР
Институт химической физики
Москва

(Поступило 20.1.1977)

ფიტოპათოლოგია

ბ. სიმონიანი, ა. დოლიაგინი, გ. კალიჩავა

ეპრ სიგნალის დღეღამური რიტმულობა კარტოფილის
დაავადებულ ქსოვილებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად, რომელიც ჩატარებულა ჯანმრთელ და სიმსივნით დაავადებულ კარტოფილის ქსოვილებზე, დადგინდა, რომ თავისუფალ რადიკალთა კონცენტრაციის დღეღამური რიტმულობა აღრიცხულ უნდა იქნეს იმ შემთხვევაში, როდესაც სიმსივნეან ქსოვილებზე ინჰიბიტორებით მოქმედებენ.

PHYTOPATHOLOGY

G. G. SIMONIAN, A. B. DOLYAGIN, G. S. KALICHAVA

TWENTY-FOUR-HOUR FLUCTUATIONS OF EPR SIGNAL IN POTATO
TUMOUR TISSUES

Summary

Normal and tumour tissues of the tumour-susceptible potato "Lorch" were studied. The twenty-four-hour fluctuations in free radical concentration were found to be more moderate in the tumour tissue than in the normal one. It is suggested that 24-hour fluctuations should be considered in studying the characteristic behaviour of free radicals during tumour formation and under the action of inhibitors on this process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. П. Липчина, Н. М. Эмануэль. ДАН СССР, 121, № 1, 1958, 141.
2. А. Н. Саприн, Э. В. Ключко, В. М. Чибрикин, К. Е. Круглякова, Н. М. Эмануэль. Биофизика, 11, 3, 1966, 443.

3. А. Н. Саприн, Л. Г. Наглер, Е. В. Коперина, К. Е. Круглякова, Н. М. Эмануэль. *Биофизика*, 11, 4, 1966, 706.
4. Д. В. Липсиц, К. Е. Круглякова, М. С. Постникова, Н. М. Эмануэль. *ДАН СССР*, 145, 1, 212, 1962.
5. F. Mosora, R. Marechal, P. Manil, J. Duchesne. *C. r. Acad. Sci.* 275, № 4, 1972, 599.
6. Э. Бюнинг. *Ритмы физиологических процессов*. М., 1961.
7. D. J. Urmeyer, H. R. Koller. *Plant Physiol.* 51, 1973, 871.
8. Т. Р. Bryant. *Science*, 178, № 634, 1972, 4061.
9. J. Vente. *Z. Bot.* № 44, 1956, 59.
10. A. G. Alexander, R. Montalvo-Zapato, M. G. Justiniana. *J. Agr. Univ.*, 57, № 1, 1973, 84.
11. D'Arcy Agnes. *Thèse doct. sci. biol. Fac. sci. Univ., Lion*, 1970.
12. В. С. Семин, В. И. Килиянчук, Ю. И. Некрасов. *Труды Биол.-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР*, 20, № 123, 1973, 209.
13. А. Б. Долягин, М. С. Жедек, К. Е. Круглякова, Д. В. Липсиц. *Микология и фитопатология*, 4, № 3, 1970, 229.
14. Н. Н. Дзюбенко, У. Якубов. *Сб. «Физиолого-биохимические основы взаимодействия в фитоценозах»*. Киев, 1973, 34.
15. О. А. Коваленко, Т. В. Анфалова, В. М. Чибрикин. *Биофизика*, 16, № 5, 1971, 837.
16. М. В. Березкин. *Бюлл. exper. биол. и мед.* № 10, 1970, 82.
17. Л. В. Соколова, А. Г. Мустафин, В. Н. Доброхотов, С. И. Балдуев. *Бюлл. exper. биол. и мед.*, № 12, 1973, 64.
18. И. А. Алов. *Очерки физиологии митотического деления*. М., 1964.
19. В. Н. Доброхотов. *Вестник АМН СССР*, № 7, 1963, 50.
20. J. M. E. Leanos, A. P. Badran, J. Roy. *Micr., Soc.*, № 82, 1963, 75.
21. R. Nach, J. M. E. Leanos. *J. Nat. Cancer Inst.*, № 47, 1971, 1007.
22. F. D. Bertalanffy. *Nature*, № 198, 1963, 496.



Д. В. ЧХЕИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ СЕРОЙ ГНИЛИ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 11.1.1977)

В период наших исследований в Западной Грузии сильная эпифитотия серой гнили винограда была отмечена в 1970 и 1973 гг.

Несмотря на большое отрицательное хозяйственно-экономическое значение серой гнили винограда, эффективных мероприятий по борьбе против нее до настоящего времени практически не существовало, и многие вопросы требуют уточнения, особенно для условий Западной Грузии, так как данное заболевание причиняет большой ущерб именно в этой зоне виноградарства.

Цель наших исследований—восполнить этот пробел, выявив широкий ассортимент эффективных фунгицидов, дав хорошо обоснованные меры борьбы против серой гнили винограда и включив их в единую систему мероприятий против главнейших заболеваний виноградной лозы.

Опыты проводились в колхозе им. Я. М. Свердлова (с. Дими) Маяковского района на площади 1 га в период 1970—1974 гг. Сроки опрыскивания устанавливались в соответствии с фенологическими фазами растений и с учетом критических периодов патогена. Эталоном служил 0,4% эупарен, контролем — необработанные лозы. Во всех вариантах осуществлялись предусмотренные агроправилами мероприятия.

В течение вегетации проводилось от 1 до 3 обработок в зависимости от интенсивности развития болезни; причем первая — в период цветения или сразу же после цветения, так как, по нашим наблюдениям, в большинстве случаев первичные инфекции серой гнили появляются именно в этот период.

Этот факт подтверждается и другими исследователями, поэтому мы особое внимание уделяем уничтожению первичной инфекции. При этом первая обработка против серой гнили совпадает с третьей обработкой против мильды и с первой оидиума.

В случае ожидаемого распространения серой гнили винограда, при появлении первых признаков, в период созревания ягод необходимо провести умеренное прореживание листьев в зоне расположения гроздей, а затем второе лечение. Третье лечение рекомендуем только в годы сильной эпифитотии болезни, за 20 дней до сбора урожая.

Техническая эффективность изучаемых фунгицидов определялась по разработанной в ВИЗРе методике [1, 2].

Результаты опытов представлены в таблице, показывающей, что из всех испытанных нами препаратов высокой оценки заслуживают системные фунгициды: беномил, топсин, БМК. Так, если сравнить результаты по процентам распространения и развития болезни на гроздьях, то эффективность фунгицидов выразится следующим образом: в варианте беномил (0,1%) процент распространения болезни составляет 11,3,

а развитие — 2,6%, в варианте топсин (0,1%) — соответственно 12,8 и 2,8%, в варианте БМК (0,1%) — соответственно 16,4 и 3,1%, тогда как в эталоне (эупарен, 0,4%) распространение болезни составляет 18,2%, развитие — 6,1%, в контроле (без обработки) — соответственно 65,7 и 38,3%.

Эффективность фунгицидов против серой гнили виноградной лозы
(средние данные в % за 1970—1974 гг.)

№ п/п	Фунгициды и их концентрации по препарату	Г р о з д и		Критерий Стьюдента		Техничес- кая эф- фектив- ность
		Распро- странение	Развитие	Распро- странение	Развитие	
1	Контроль—неопрыскинутые лозы	65,7±6,6	38,3±2,4	—	—	—
2	Бордоская жидкость—1%	53,8±4,3	22,4±1,4	3,1	2,5	41,5
3	Эупарен (0,4%)—эталон	18,2±3,3	6,1±0,9	4,1	4,8	84,3
4	Каптан (0,5%)	19,7±3,3	8,6±1,2	3,5	3,7	77,8
5	Антракол (0,4%)	30,3±2,3	17,2±1,5	3,5	3,7	55,7
6	Делан (0,2%)	35,7±4,7	23,0±2,3	4,1	4,2	40,8
7	Беномил (0,1%)	11,3±0,4	2,6±0,3	4,5	4,1	93,3
8	Топсин (0,1%)	12,8±1,2	2,8±0,3	3,8	4,7	92,8
9	БМК (0,1%)	16,4±1,6	3,1±0,6	4,1	3,1	92,0
10	Цинеб (0,5%)+беномил (0,1%)	9,2±1,1	2,0±0,2	5,1	5,6	94,8
11	Цинеб (0,5%)+узген (0,1%)	10,9±1,8	3,3±0,2	3,7	3,4	91,5

Как и следовало ожидать, высокий эффект в отношении серой гнили винограда дали комбинированные смеси фунгицидов.

При лечении комбинированной смесью цинеб (0,5%) + беномил (0,1%) распространение серой гнили составило 9,2%, а развитие—2,0%, в варианте опрыскивания смесью каптана (0,5%) с коллоидной серой (1%) — соответственно 15,5 и 5,3%, в варианте цинеб (0,5%) + узген (0,1%) — соответственно 10,9 и 3,3%.

Испытанные нами фунгициды и комбинированные смеси по технической эффективности в отношении серой гнили винограда можно расположить в следующей последовательности: комбинированная смесь цинеб + беномил (94,8%), топсин (92,8%), БМК (92,0%), комбинированная смесь цинеб + узген (91,5%), беномил (93,1%), эупарен (эталон 84,3), каптан (77,8%), антракол (55,7%), делан (40,8%). На последнем месте по эффективности (41,5%) стоит бордоская жидкость (хозяйственный контроль).

Разница между испытанными препаратами и контролем достоверна, а экспериментальное значение критерия Стьюдента выше табличного [3].

Таким образом, в отношении серой гнили винограда из ассортимента высокоэффективных фунгицидов выделяются топсин, БМК и беномил, при комбинировании этих препаратов с цинебом еще больше повышается их эффективность и применение любого из них можно смело рекомендовать в указанные сроки лечения.

Институт защиты растений ГССР

(Поступило 14.1.1977)

ჯ. ჩხეიძე

ფუნგიციდების გამოცდის შედეგები ყურძნის ნაცრისფერი სიღამპლის წინააღმდეგ დასავლეთ საქართველოს პირობებში

რეზიუმე

1970—1974 წლებში ყურძნის ნაცრისფერი სიღამპლის გამომწვევი სოკოს *Botrytis cinerea* წინააღმდეგ გამოცდილი ფუნგიციდებიდან მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევიან ტოპსინი, ბმბ, ბენომილი და კაპტანი, ხოლო კომპლექსდავაადებათა (კრაქი, ნაცარი, ნაცრისფერი სიღამპლე) წინააღმდეგ ერთდროული ბრძოლისათვის — ცინები+ბენომილი და ცინები+უზგენი.

PHYTOPATHOLOGY

J. V. CHKHEIDZE

RESULTS OF FUNGICIDE TESTING AGAINST GRAY MOULD OF GRAPES IN WESTERN GEORGIA

Summary

Among fungicides tested in 1970-1974 against the fungus *Botrytis cinerea* Pers., which causes gray mould of grapes, the most effective fungicides are: topsin, benomyl and captan; cineb+benomyl and cineb+usgen are used against complex diseases (powdery mildew, gray mould).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Шумакова. Ж. Всесоюзного хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 5, № 3, 1960.
2. А. А. Шумакова. Методика указания по проведению полевых и производственных испытаний фунгицидов в борьбе с болезнями плодовых, овощных культур и виноградных. М., 1970.
3. П. Ф. Рокицкий. Биологическая статистика. Минск, 1973.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Д. Г. ДЖВЕБЕНАВА, Л. Е. ГОГИАШВИЛИ

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
АНАЛЬНОЙ ЯЗВЫ, ЛЕЧЕННОЙ ГЕЛИЙ-НЕОНОВЫМ ЛАЗЕРОМ
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 12.1.1977)

Экспериментальные исследования последних лет показали, что лазерное излучение (монохроматический красный свет) обладает стимулирующим влиянием на организм и способствует репарации длительно не заживающих и вяло текущих ран и язв [1—3]. Влияние лазера как противовоспалительного, сосудорасширяющего и улучшающего трофику фактора было показано на примере эндокринных органов [4], трофических язв, переломов костей [5], ожогов [6] и т. д. Однако лечебное действие лучей низкоэнергетических лазеров изучено недостаточно и требует экспериментального анализа и уточнения ряда вопросов лазеротерапии, что и побудило нас к проведению настоящего исследования.

Гелий-неоновый лазер использовался для стимуляции процесса регенерации при вяло текущем заживлении смоделированной язвы анальной области. Анальная язва — одно из наиболее распространенных и трудноизлечимых заболеваний прямой кишки. Эксперименты проводились на 20 кроликах породы шиншилла одного пола и возраста, весом 2,5—3,0 кг.

Анальная язва воспроизводилась по методу С. С. Вайтля (1941). Язва проявлялась на 5-е сутки после местной инъекции 0,5 мл 0,1% раствора укусовой кислоты.

У нелеченых животных (10 кроликов) язва анальной области заживала лишь на 25—30-е сутки.

У другой группы животных (10 кроликов) для лечения экспериментальной язвы применялся гелий-неоновый лазер, испускающий монохроматический красный свет с длиной волны 6328 ангстрем. Наводка луча производилась визуально при помощи стекловолокнистой оптики с выходной мощностью 15—20 мвт/см². Пораженная область облучалась со 2-х суток появления язвы ежедневно в течение 15 сек, при увеличении времени экспозиции каждый день на 15 сек.

Ультраструктура области язвы изучалась на 2, 4, 6, 8 и 10-е сутки с начала облучения, а у нелеченых спустя 5 и 25 суток после развития язвы в электронном микроскопе Tesla BS-500 после предварительной ориентации полутонких срезов в световом микроскопе.

У нелеченых животных на протяжении всего наблюдения (25—30 суток) отмечалась глубокая деструкция в эндотелии и базальном слое капилляров дермы, в десмосомах и базальных эпидермиоцитах. Максимальную выраженность изменения имели на 6—8-е сутки опыта. Обращает на себя внимание резкий межклеточный и внутриклеточный отек в эпидермисе. Базальная мембрана эпидермиса, плазматические мембраны базальных клеток и фибробластов отечны, разрыхлены, орга-

неллы и специальные включения редуцированы. Тонофиламенты укорочены и дисперсны, коллагеновые волокна фрагментированы. Деформированные просветы капилляров дермы заполнены склеенными, агрегированными эритроцитами. Значительный отек перикапиллярной соединительной ткани свидетельствует о поражении базального слоя капилляров. Макроскопически к 25-м суткам у двух кроликов язвы уменьшались, у одного язва частично затянулась, у остальных животных уменьшение язвы не наблюдалось.

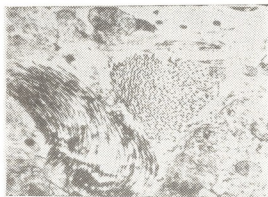


Рис. 1. Увеличение количества и упорядоченность коллагеновых волокон в дерме. 10 суток лазеротерапии в эксперименте. $\times 9000$

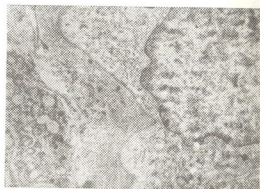


Рис. 2. В базальной клетке эпидермиса увеличено количество цитоплазматических включений и тонофиламентов. Крупное ядро имеет хорошо выраженные инвагинации мембраны. 10 суток лазеротерапии в эксперименте. $\times 10000$

На препаратах леченых животных на 4-е сутки лазеротерапии отмечалось уменьшение межклеточного и внутриклеточного отека. Электронная микроскопия выявила выраженную фибропластическую реакцию, гиперплазию и гипертрофию органелл, увеличение количества и упорядоченность коллагеновых фибрилл. В эпидермисе увеличивалось число базальных клеток, появлялись шиповатые и зернистые эпидермиоциты с характерными лизосомами, зернами кератогиалина, ориентированными тонофиламентами.

На 6—8-е сутки лазеротерапии на электронограммах выявлялись признаки активного состояния капилляров дермы. Преобладали открытые капилляры с неравномерным рельефом люминальной поверхности эндотелия и большим количеством пиноцитозных пузырьков. Последние встречались как по люминальной поверхности, так и вдоль базальной части эндотелиальной клетки. Электронная плотность эндотелиального покрова и базального слоя капилляров увеличивалась, что указывало на уменьшение проницаемости стенки капилляров. Об этом свидетельствовало также сужение межклеточных щелей в эндотелии и осмиофильность мембран в области контактов. В базальных эпидермиоцитах увеличивалось количество тонофибрилл, которые располагались в виде ориентированных пучков в околоядерной области. Вдоль боковых поверхностей клетки имелись отдельные длинные филаменты. В шиповатых эпидермиоцитах наблюдалось много лизосом и плотных цитоплазматических телец. Ультраструктура ядер базальных и шипова-

тых эпидермиоцитов свидетельствовала об их высокой функциональной активности.

К концу курса лечения (10 сеансов лазеротерапии) макроскопически площадь пораженного участка значительно (на 2/3) уменьшалась. Электронная микроскопия обнаруживала большое количество метаболически активных фибробластов и усиление их коллагенопродуцирующей функции. На обзорных электронограммах увеличивалось количество базальных и шиповатых эпидермиоцитов с характерной ультраструктурной организацией.

Лечебный эффект лучей лазера выражается в нормализации проницаемости стенки капилляров, подтверждаемой уменьшением отека, повышенной осмиофильностью матрикса и цитомембран эндотелиальной клетки.

Доказательством функциональной активности капилляров служит большое количество пиноцитозных пузырьков, открывающихся на обеих мембранах, цитоплазма насыщается цитогранулами и полирибосомами.

Нормализация сосудисто-тканевой проницаемости в структурах дермы, ответственных за основные метаболические функции, сочетается с активной репарацией окружающей эпидермальную ткань, что приводит к быстрой эпителизации и заживлению язвы. Полная эпителизация язвы наступала на 12-е сутки от начала лечения.

Таким образом, данные эксперимента показали, что лучи гелий-неонового лазера стимулируют репарацию вяло текущих, длительно не заживающих язв анальной области прямой кишки.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 21.1.1977)

მასპერიმენტული მორფოლოგია

დ. ჯგერინავა, ლ. გოგიაშვილი

ანალური მიდამოს წყლულის ელემტრონულიკროსკოპიული
გამოკვლევა ჰელიუმ-ნეონის ლაზერით მკურნალობის შემდეგ
მასპერიმენტში

რეზიუმე

ექსპერიმენტში კურდღლებზე შესწავლილია ანალური მიდამოს წყლულის ულტრასტრუქტურა ლაზერის სხივებით მკურნალობის შემდეგ სხვადასხვა პერიოდში (2—10 დღე).

მკურნალობის შემდეგ რეპარაციის პროცესი სტიმულირდება, რაც გამოიხატა წყლულის ეპითელიზაციაში, დერმაში აქტიური ფიბრობლასტების და კოლაგენური ბოჭკოების დაგროვებაში, ხოლო ეპიდერმისში ბაზალური და წვეტიანი უჯრედების ჰიპერპლაზიაში.

D. G. JVEBENAVA, L. E. GOGIASHVILI

ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF THE ANAL ULCER TREATED BY HELIUM-NEON LASER IN THE EXPERIMENT

Summary

The ultrastructure of the ulcer of the anal area at different periods after treatment by helium-neon laser rays (2-10 days) was studied in the experiment involving rabbits.

Laser therapy stimulates the process of reparation manifested in an accelerated epithelization of the ulcer due to an enhanced proliferation of fibroblasts, production of collagen and hyperplasia of basal and thornlike epidermiocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Вишневский. Сб. «Использование оптических квантовых генераторов в современной технике и медицине». Л., 1971, 83, 88.
2. П. Р. Чекуров. Сб. «Некоторые вопросы биодинамики и биоэнергетики организма в норме и патологии, биостимуляция лазерным излучением». Алма-Ата, 1972, 19—22.
3. А. Р. Раҳишев. Матер. I Закавказ. конфер. морфологов. Тбилиси, 1975, 196—198.
4. М. Е. Зельцер. Сб. «О биологическом действии монохроматического света». Алма-Ата, 1967, 84—88.
5. Р. Е. Ковинский. Вестник хирургии, № 3, 1974, 72—74.
6. В. Н. Кошелев. Матер. 4-го Всероссийского съезда хирургов. Пермь, 1973, 408.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Б. М. ЗАРГАРЯН, Г. М. ГИГИНЕИШВИЛИ, К. Г. КАРАКОЗОВ

К МЕТОДИКЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НИСТАГМОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 21.1.1977)

Учет непроизвольных движений глазных яблок (нистагма) имеет важное значение для диагностики патологических состояний лабиринта, вестибулярного нерва и центральной нервной системы. Диагностическая ценность нистагменной реакции значительно возросла после того, как появилась возможность осуществлять ее графическую регистрацию.

За время, прошедшее с момента описания первого нистагмографа [1], было предложено до сорока различных способов регистрации нистагма [2].

Основными методами регистрации нистагма у человека являются электронистагмография [3—9] и фотоэлектронистагмография [10—18].

Наибольшее распространение получила электронистагмография (ЭНГ). При всех своих очевидных достоинствах этот метод обладает тремя недостатками: 1) невозможность записи чисто ротаторных движений глаз; 2) невозможность сочетания ЭНГ с электрической стимуляцией лабиринта; 3) зависимость результатов исследований от амплитуды корнеоретинального потенциала.

Фотоэлектронистагмография (ФЭНГ) основана на использовании явления светового контраста при отражении света от различных участков глаза. Контраст определяется различием коэффициентов отражения различных участков глаза (склеры и радужной оболочки, радужной оболочки и зрачка). В качестве приемных устройств используются элементы, основанные на фотоэлектрическом эффекте.

При регистрации фотоэлектрическим способом используются две методики: отражение направленного светового пятна непосредственно от глаза; проектирование на фотоприемник одного из участков глаза.

Поскольку коэффициенты отражения различных участков глаза разные, то в результате смещения глаза меняется величина светового потока, проходящегося на чувствительный слой фотоприемника.

Фотоэлектрические приборы для регистрации движений глаз можно условно разделить на две группы:

источник света и фотоприемник неподвижно связаны с головой исследуемого при помощи очков или шлема [2, 14, 15, 17—19];

источник света и фотоприемник находятся на некотором расстоянии от головы исследуемого и не связаны с ней [11—13, 16, 20, 21].

При использовании приборов второй группы легко происходит смещение головы и глаз исследуемого относительно источника света и фотоприемника, что искажает результаты исследований [22].

Нами создан новый фотоэлектрический нистагмограф, сущность которого показана на рис. 1.

Прибор состоит из фотоумножителя (1), соединенного с дистальным концом гибкого отводящего световода (2), источника света (3),

соединенного с дистальным концом гибкого фокусирующего световода (4). Центральные концы отводящего световода (2) и фокусирующего световода (4) крепятся в шарнирных устройствах (5) с микромет-

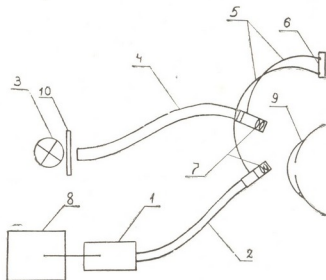


Рис. 1. Схема фотоэлектрического нистагмографа

рическими винтами, соединенных с легким пластмассовым шлемом (6), и снабжены микрообъективами (7). Выход фотоумножителя (1) подключен к регистрирующей аппаратуре (8).



Рис. 2. Общий вид прибора с электродным устройством для гальванической стимуляции лабиринта

Работа с данным прибором осуществляется следующим образом: на границу радужки и склеры (9) исследуемого глаза направляют видимый световой пучок при помощи центрального конца фокусирующего световода (4). Варьируя центральным концом отводящего световода (2) с помощью шарнирного устройства (5), получают на дисталь-

ном конце отводящего световода (2) четкое изображение освещенного участка глаза (9). После этого между источником света (3) и дистальным концом фокусирующего световода (4) устанавливают инфракрасный светофильтр (11). Дистальный конец отводящего световода (2) подключают к входу фотоумножителя (1) и производят запись.

Два гибких световода, снабженных микрообъективами, заменили собой сложную оптическую систему, позволили исключить отрицательное влияние смещений головы и глаз исследуемого относительно источника света и фотоприемника на результаты исследований, а также использовать в качестве фотоприемника высоковольтный чувствительный фотоумножитель типа ФЭУ-22. Два шарнирных устройства с микрометрическими винтами позволяют легко и быстро настроить прибор и наблюдать за исследуемым глазом. Запись проводилась с помощью потенциометра типа КСП-4.

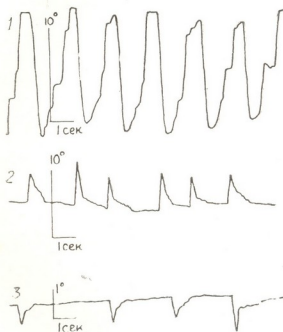


Рис. 3. 1 — оптикинетический нистагм, 2 — calorический нистагм, 3 — гальванический нистагм

Данным прибором можно регистрировать движения глаза, минимальная амплитуда которых $0,1^\circ$. Высокая чувствительность и точность измерений, быстрота и легкость настройки, возможность визуального контроля за исследуемым глазом позволяют рекомендовать данный прибор для широкого применения при клинических исследованиях.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей

(Поступило 27.1.1977)

მასპერინგნებული მედიცინა

ბ. ზარბაზანი, ბ. გიგინიშვილი, კ. კარაკოშვი

ფოტოელექტრული ნისტაგმოგრაფიის მეთოდისათვის

რეზიუმე

შექმნილი და აპრობირებულია ახალი ფოტოელექტრული ნისტაგმოგრაფი. იგი შედგება ორი მოქნილი შუქგამტარის, მსუბუქ მუზარადზე დამაგრებულ შარნირული მოწყობილობისა და მაღალმგრძობიარე ФЭУ-22 ტიპის ფოტო-

გამამრავლებლისაგან. ნისტაგმი რეგისტრირებულია ოპტოკინეტიკური, კალორიული და გალვანური სტიმულაციების დროს. მოწოდებული ხელსაწყო თვალის კაკლის სულ მცირე $0,1^\circ$ -ით მოძრაობის რეგისტრირების შესაძლებლობას იძლევა. გამოყენებულია ინტრაწითელი სხივების წყარო.

EXPERIMENTAL MEDICINE

B. M. ZARGARYAN, G. M. GIGINEISHVILI, K. G. KARAKOZOV

TOWARD THE METHOD OF PHOTOELECTRIC NYSTAGMOGRAPHY

Summary

A new photoelectric nystagmograph containing two flexible optical light guides and hinged devices fixed on a light head helmet and a ФЭУ-22 type highly sensitive photomultiplier has been designed and tested. Recording was performed under optokinetic, caloric and galvanic stimulations. The results showed that this apparatus can register eye movements the minimum amplitude of which is 0.1° . Use was made of an infrared light source.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Воячек. Изв. имп. ВМА, 16, 1908, 286.
2. М. В. Куликова. Вестник отоларингологии, 6, 1954, 63.
3. A. Egmond, C. Tolk. Acta Oto-Laryng., 7, 1954, 589.
4. C. Mahoney *et al.* Arch. Oto-Laryng., 1, 1957, 46.
5. Н. С. Благовещенская. Электронистагмография при очаговых поражениях головного мозга. Л., 1968, 5—21.
6. А. Е. Курашвили, В. И. Бабияк. Электронистагмография. Л., 1970.
7. Р. Н. Хечинашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1965.
8. Г. М. Гигинейшвили. 3-я Нац. конфер. оторинолар. Румынии. Бухарест, 1966.
9. L. Gongkees, A. Philipszoon. Acta Oto-Laryng., Suppl., 1964, 183.
10. M. Lord, W. Wright. Nature, 25, 1948, 162.
11. S. Torok *et al.* Ann. Otol., Rhinol, Laryng., 60, 1951, 917—927.
12. В. Д. Глезер, Л. Г. Загоруйко. Физиол. ж. им. И. М. Сеченова, 42, 4, 1956.
13. А. Д. Владимиров, Е. Д. Хомская. Вопр. психол., 3, 1961.
14. F. Sykiel, S. Torok. Ann. Otol., Rhinol. Laryng., 3, 1963, 647.
15. А. И. Лопоткин др. Физиол. ж. им. И. М. Сеченова, 52, 11, 1966, 1389—1391.
16. В. Ф. Ананин, Э. С. Соколина. Новости мед. приборостроения, 2, 1967, 52.
17. K. Breson *et al.* Acta Oto-Laryng., 71, 1971, 449—455.
18. C. Cauthiek, M. Volle. Electroenc. Clin. Neurophys., 39, 1975, 285—291.
19. W. Smith, P. Warter. Science, 6, 130, 1959, 1248—1249.
20. T. Cornsweet. Ophth. Soc. Amer., 11, № 48, 1958, 808—811.
21. C. Raschbass. J. Soc. Am., 7, 50, 1960, 642—644.
22. C. Loewenfeld. Arch. Ophthalm., 6, 157, 1956, 628.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Ш. БЕНИАШВИЛИ

РАЗВИТИЕ ОПУХОЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У КРОЛИКОВ И КРЫС ПРИ НАРУШЕНИИ ФУНКЦИИ ЯИЧНИКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 27.1.1977)

Значение гормонального дисбаланса в развитии опухолевого процесса в эндокринных железах и органах репродуктивной системы довольно хорошо изучено [1, 2], однако роль некоторых гормонов в происхождении новообразований других органов и, в частности, нервной системы изучена недостаточно [3—5]. Между тем, появились клинические наблюдения, свидетельствующие об опухолях нервной системы, в происхождении которых роль гормональных расстройств не вызывает сомнения. Ю. А. Воробьев [6] у 28 больных при нарушении гормонального равновесия наблюдал опухоли головного мозга. Ален [7] описал 8 случаев опухолей слухового нерва, симптомы которых появились у женщин в последние месяцы беременности. Брандт [8] сообщил о раннем половом созревании у больных с новообразованиями нервной системы.



Рис. 1. Опухоль левого седалищного нерва кролика



Рис. 2. Нейринома правого гассерова узла тройничного нерва

Целью настоящего исследования было изучение влияния нарушения функции яичников в возникновении опухолей периферической нервной системы, индуцированных метилнитрозомочевинной.

Опыты были поставлены на 210 белых беспородных крысах в возрасте 2 месяцев, весом 90—100 г и 60 кроликов в возрасте 4—5 месяцев, весом 1,5 кг. Крысам в боковую вену хвоста и кроликам в краевую вену уха еженедельно вводилась метилнитрозомочевина в дозе 10 мг/кг, вплоть до гибели животных. Было проведено три серии экспериментов, по 70 крыс и 20 кроликов в каждой. У животных I серии за 15 дней до первого введения метилнитрозомочевины вызывались гормональные нарушения путем кастрации самок. Во II серии нарушение гормонального гомеостаза вызывалось с 3-го дня эксперимента путем ежемесячной

подсадки самкам пилюль синестрола в дозе 60 мг/кг. Животные III серии служили контролем — им вводилась метилнитрозомочевина.

Наблюдение продолжалось максимум 3 года. Опыты показали, что метилнитрозомочевина при внутривенном введении часто индуцирует у крыс и кроликов нейрогенные опухоли. Опухоли периферической нервной системы чаще возникали у животных II серии (у 19 из 56 оставшихся в живых крыс к моменту появления опухоли и у 6 кроликов из 12), по сравнению с контролем (у 15 крыс из 48 и у 3 кроликов из 16). У кастрированных животных нейрогенные опухоли развились в меньшем количестве, чем во II серии в контроле.

Таблица 1

Частота развития и средний латентный период появления опухолей периферических нервов при гормональном дисбалансе

Виды гормональных нарушений	Количество животных				Количество опухолей периферической нервной системы		Средний латентный период развития нейрогенных опухолей в днях	
	в начале опыта		в момент появления первой опухоли					
	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики
I серия—кастрация	70	20	56	15	7	1	404,5±78,4	786
II серия—введение синестрола	70	20	56	12	19	6	180,3±52,7	456,9±22,6
III серия—контроль	70	20	48	16	15	3	323,4±39,8	720,4±22,1
Всего	210	60	160	43	41	10	—	—

Как видно из табл. 1, нарушение гормонального гомеостаза оказало влияние и на среднюю продолжительность латентного периода появления новообразований периферической нервной системы. У животных I серии опухоли появлялись гораздо позже и, судя по морфологической картине, были доброкачественными — фасцикулярными нейриномами, тогда как у крыс и кроликов при введении эстрогенов гистологически чаще диагностировалась злокачественная нейринома.

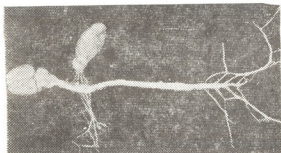


Рис. 3. Опухоль правого шейного сплетения крысы



Рис. 4. Гистологическое строение нейрогенной саркомы. Окраска гематоксилин-эозином. Об. 6.3, ок. 15

В проведенных экспериментах при введении крысам и кроликам метилнитрозомочевины опухоли наиболее часто локализовались в периферической нервной системе, лишь у 17 животных (из 160 крыс и

43 кроликов) были обнаружены новообразования головного мозга, молочной железы и яичника. Как видно из табл. 2, самой частой локализацией нейрогенных опухолей был седалищный нерв (23 случая из 51), остальные новообразования по локализации распределялись следующим образом: шейное сплетение — 14, гассеров узел тройничного нерва — 9, пояснично-крестцовое сплетение — 5. По гистологической картине 41 опухоль оказалась доброкачественной, а 10 — злокачественными. Микроскопическое изучение яичников животных II серии выявило выраженные дистрофические изменения с развитием мелкокистозных структур, иногда встречались крупные фолликулярные кисты, часто обнаруживалась пролиферация тека-ткани.

Таблица 2

Распределение нейрогенных опухолей в зависимости от их локализации и гистологической структуры в трех сериях экспериментов

Локализация	Доброкачественные опухоли				Злокачественные опухоли				Всего						
	Фасцикулярная нейринома		Ретикулярная нейринома		Нейрогенная саркома		Симпато-бластома								
	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики	Крысы	Кролики							
	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III							
Левый седалищный нерв	2	2	3	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	14
Правый седалищный нерв	1	1	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	9
Левое шейное сплетение	1	2	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	7
Правое шейное сплетение	—	1	1	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	7
Пояснично-крестцовое сплетение	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	5
Гассеров узел тройничного нерва	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Всего	20		4	15		2	6		3	—		1	—		51
	24		17		9		1								

Согласно полученным данным, искусственное нарушение гормонального баланса крыс и кроликов влияет на реализацию бластомогенного эффекта метилнитрозомочевина. Результаты проведенного исследования показывают, что манифестация и развитие опухолей периферической нервной системы происходят быстрее и легче при эстрогенизации организма самок ежемесячной подкожной подсадкой пилюль синестрола. При кастрации количество экспериментальных нейрогенных новообразований уменьшается и удлиняется латентный период их выявления.

ჟ. ბენიაშვილი

პერიფერიული ნერვული სისტემის სიმსივნეების განვითარება
 კურდღლებში და ვირთაგვებში საკონტრასტის ფუნქციების
 დარღვევისას

რეზიუმე

ნეიროგენული სიმსივნეების წარმოშობაში სასქესო ჰორმონების მნიშვნელობის გასარკვევად ცდები ჩატარებულია 210 ვირთაგვებზე და 60 კურდღელზე. სიმსივნე ინდუცირებული იყო ვენაში მეთილნიტროზოშარდოვანას შეყვანით 3 სერიად: პირველი სერიის ცხოველები კასტრირებული იყო, მეორე სერიის ცხოველებს ყოველთვიურად კანქვეშ უნერგავდნენ სინესტროლის აბებს, მესამე სერია ცხოველებისა იყო საკონტროლო — ე. ი. ლებულობდნენ მხოლოდ მეთილნიტროზოშარდოვანას. ცდების შედეგები მოწმობენ, რომ პერიფერიული ნერვული სისტემის სიმსივნეები უფრო სწრაფად და ხშირად განვითარდება ესტროგენის შეყვანის დროს. კასტრაციის შემდეგ ნეიროგენული სიმსივნეების განვითარება უფრო იშვიათია და ხანგრძლივდება მათი გამოვლინების პერიოდი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. Sh. BENIASHVILI

DEVELOPMENT OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM TUMOURS
 IN RABBITS AND RATS WITH DISTURBED FUNCTION OF THE
 OVARIES

Summary

In the author's experiments, carried out in three series and involving 210 rats and 60 rabbits, methylnitrosourea was administered intravenously. The animals of the first series were castrated. Sinestrol was introduced subcutaneously to the animals of the second series, the rabbits and rats of the third series served as controls, receiving only a carcinogen. The results of the investigation showed that tumours of the peripheral nervous system develop quicker and easier in the estrogenized animals; in castrated animals the quantity of experimental neurogenic tumours decreases and the latent period lengthens.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Туркевич, Е. М. Самунджан. Гормоны и канцерогенез. Киев, 1975.
2. А. П. Савинская. Автореферат докт. дисс. М., 1975.
3. И. Н. Димант, А. А. Исраелин, Г. М. Локтионов, М. М. Сатаев. Бюл. exper. биол. и мед., № 3, 1968, 98—100.
4. Т. Т. Березов, С. С. Буробина, Н. А. Спрышкова, Р. И. Алексеева. Вопросы мед. химии, № 4, 1975, 359—363.
5. W. Shapiro, I. Posner. Arch. Neurol. № 30, 1974, 217—221.
6. Ю. А. Воробьев. Труды Крымского мед. ин-та, № 51, 1973, 31—33.
7. I. Allen, R. Eldridge, S. Koerber. Am. J. Obstet. Gynecol. 4, 119, 1974, 516—520.
8. R. Brandt, R. Carvalho. Arg. Neuro-psiquiat., 32, 4, 1974, 319—327.

Д. Г. ДЖИГАУРИ, Л. Т. ЧЕЛИДЗЕ, Б. Д. КАРАШВИЛИ

К ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГОДЕРДСКОЙ СВИТЫ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 12.1.1977)

В основании комплекса континентальных эффузивных образований Южной Грузии отчетливо различается мощная серия вулканогенно-осадочных и лавовых образований, несогласно перекрывающая разные горизонты верхнего мела и палеогена, именуемая в литературе годердзской, или кисатибской, свитой. Образования этой свиты занимают обширные площади на Арсианском и Абул-Самсарском хребтах, Эрუшетском нагорье и в Ахалцихской депрессии. Они слагают основания Джавахетского (Кечутского) и Гектапинского хребтов, а также Ахалкалакского лавового плато. По литолого-фациальным признакам она подразделяется на две толщи: нижнюю — туфообломочную, состоящую из андезитовых и дацитовых пирокластолитов (от грубообломочных брекчий и конгломератов до пелитовых пепловых туфов) с внутрiformационными покровами лав того же состава и, реже, базальтов (в основании), и верхнюю — лавовую, сложенную главным образом покровами андезитов, дацитов и риолитов. Вопреки представлениям некоторых исследователей [1, 2], мы, вслед за Н. И. Схиртладзе [3], образования туфообломочной и лавовой толщ объединяем в одну литолого-стратиграфическую свиту, относим их к одному крупному вулканическому циклу, проявившемуся на юге Грузии и в смежных с ней областях в конце миоцена и завершившемся в начале плиоцена.

Годердзская свита бедна ископаемой фауной. Вместе с тем, в диатомитовых пластах и в туфогенных отложениях озерно-аллювиального происхождения, слагающих отдельные слои и пачки, в северной периферической части Южно-Грузинской вулканической области обильно содержится хорошо сохранившаяся флора в виде отпечатков листьев и окаменелой древесины. К сожалению, изучение растительных остатков годердзской свиты продолжает носить эпизодический характер. А между тем необходимость углубленных палеонтологических исследований для выяснения вопроса о возрасте и условиях образования рассматриваемой свиты едва ли подлежит сомнению. Поэтому при геологическом картировании в 1959—1969 гг. области развития годердзской свиты одним из авторов настоящей статьи (Д. Г. Джигаури) особое внимание было уделено и поискам новых местонахождений остатков фауны и флоры. В результате в озерных отложениях «собственно» годердзской свиты у развалин Хона (юго-западнее Ахалцихской депрессии) впервые были обнаружены ископаемые кости позвоночных, к сожалению не поддающихся определению, а на правом берегу р. Дзиндза — остатки растений [4]. Едва ли не наиболее существенным представляется, однако, находка в годердзской свите пород, содержащих споры и пыльцу (данные споро-пыльцевого анализа помещены в геологическом отчете Джавахетской ГСП за 1967—1970 гг., фонды Грузгеологии).

Как уже было нами указано [5], западнее Арсианского хребта, в истоках рек Чирухис-цкали и Схалта нижняя туфообломочная толща годердзской свиты наиболее полно представлена в своеобразной, отличающейся от ранее известной, фации, характеризующейся присутствием спор и пыльцы.

В образце, взятом в истоках р. Схалта (№1857 г), у подножья юго-западного склона г. Тетроби из рыхлой глинисто-туфовой массы, заполняющей промежутки между крупными обломками и глыбами основания концевой части базальтового агломератового потока, перекрывающего выветренную поверхность туфогенов среднего эоцена, обнаружены споры и пыльца следующих растений: *Asplenium*, *Polypodium*, *Pteris*, *Woodsia*, *Osmunda*, *Botrychium*, *Podocarpus*, *Abies*, *Tsuga*, *Picea*, *Pinus*, *Taxodiaceae*, *Gramineae*, *Salix*, *Alnus*, *Carpinus orientalis* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky, *Castanea*, *Quercus*, *Chenopodiaceae*, *Nymphaeaceae*, *Liquidambar*, *Leguminosae*, *Rhus*, *Ilex*, *Acer*, *Ericaceae*, *Artemisia*, *Aster*, *Compositae*.

По тропе, ведущей из Гузлети в кочевку Дарчидзе, прослеживается пачка (9—11 м) тонкослойных базальных образований годердзской свиты, непосредственно перекрывающей размытую поверхность туфобрекчий среднего эоцена и состоящей из чередующихся прослоев (12—20 см) разноцветных туфопесчаников, микротуфоконгломератов, пелитовых туфов, разнозернистых песчаников, песчаных глин и песков с чешуями биотита, которые венчают коричневые микроконгломераты и оглинившиеся пестрые туфы. Эти породы отлагались в прибрежной части небольшого водоема в начале вулканической активности [5]. Здесь из прослоя песчаных глин со следами отпечатков листьев растений взят образец (№ 3043 а), содержащий споры и пыльцу следующих форм: *Bryales*, *Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Abies*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Picea*, *Pinus*, *Taxodiaceae*, *Gramineae*, *Alnus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Acer*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*.

Систематический состав этих спорово-пыльцевых спектров в достаточной мере свидетельствует о несостоятельности существующего мнения об их возможной рецентности [2], ибо в них нет ни одного таксона, который был бы характерен только для нынешнего растительного покрова Грузии и не отмечался бы на ее территории по меньшей мере с миоцена [6].

Наряду с таксонами, ранее уже известными во флоре годердзской свиты, в палинологическом комплексе представлено не мало и таких, которые впервые отмечаются в ископаемом состоянии на территории Южной Грузии: *Bryales*, *Sphagnum*, *Asplenium*, *Botrychium*, *Woodsia*, *Abies*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Liquidambar*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Artemisia*, *Aster*, *Nymphaeaceae*.

Наибольший интерес представляет, пожалуй, находка в годердзской свите пыльцы *Podocarpus*, *Tsuga*, *Cedrus*, *Taxodiaceae* и *Liquidambar* — таксонов, ныне не встречающихся в растительном покрове Грузии. Естественные ареалы их в настоящее время на сотни километров отстоят от Кавказа. Областью развития рода *Podocarpus* являются горные районы тропической и субтропической Австралии, Южной Америки, Азии и Африки; тсуга образует леса и встречается в лесах Китая, Японии, Гималаев и Северной Америки; кедры дико растут в горах юга и востока Средиземноморской области и в Западных Ги-

малаях. Особенностью семейства *Taxodiaceae* является реликтовость всех девяти составляющих его родов. Ареалы большинства из них располагаются в пределах Восточной Азии и Северной Америки.

Хорошо известный в плиоценовых флорах Колхиды род *Liquidambar* в естественных условиях встречается ныне в растительном покрове Северной и Центральной Америки, Западной и Восточной Азии.

Несмотря на общность целого ряда таксонов приведенного палинологического комплекса и «листовой флоры» годердзской свиты, если их рассматривать в отдельности, может создаться впечатление, что они отражают состав двух различных флор. Различия между ними настолько существенны, что могли бы быть восприняты как возрастные, если бы все эти растительные остатки не относились к одной и той же свите. Действительно, таксономическое разнообразие вечнозеленых покрытосемянных растений, в особенности же богатство лавровыми, сближает годердзскую «листовую флору» с флорами мактровых «сарматских» слоев Средиземноморской области. В то же время почти полное отсутствие вечнозеленых цветковых при разнообразии хвойных и летнезеленых покрытосемянных умеренных поясов растительности в палинологическом комплексе наводит на мысль о соответствии его, скорее, средне- и даже верхнеплиоценовым флорам Западной Грузии. Поэтому естественнее допустить, что палинологический комплекс и «листовая флора» в значительной мере отражают здесь различие в составе растительности горных поясов — от высокогорных хвойных до лавровых лесов нижнего горного пояса.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

Грузгеология

(Поступило 14.1.1977)

პალეობიოლოგია

დ. ჯილაური, ლ. ხელიძე, ბ. შარაშვილი

გოდერძის წყების პალეობიოლოგიური დახასიათებისათვის

რეზიუმე

გოდერძის წყების (ზედა მიოცენი — ქვედა პლიოცენი) კონტინენტურ ეფუზიურ ნალექებში, არსიანის ქედის დასავლეთ ფერდობზე, მდ. სხალტისა და ჭირუხისწყლის სათავეებში პირველად აღმოჩენილი პალეობიოლოგიური ნაშთები.

გოდერძის წყების სპოროვან-მტვრიანული კომპლექსისა და „ფოთლოვანი ფლორის“ შეპირისპირება გვიჩვენებს მთის სხვადასხვა სარტყელის მცენარეულობის არსებობას იმ დროში, მაღალმთიანი წიწვიანი ტყეებიდან მთის ქვედა სარტყელის ფოთლოვან ტყეებამდე, სადაც ჭარბობს *Lauraceae*-თა წარმომადგენლები.

D. G. JIGAUURI, L. T. CHELIDZE, B. D. KARASHVILI

ON THE PALYNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE
GODERDZI SUITE

Summary

Spores and pollen of fossil plants were discovered for the first time in the Upper Miocene-Lower Pliocene continental effusive deposits of the Goderdzi suite (southern Georgia), on the western slope of the Arsiani range, in the upper reaches of the rivers Skhalta and Chirukhis-tskali.

Comparison of the pollen spectrum to the "foliated flora" of the Goderdzi suite shows that they reflect here a difference in the floral composition of the mountain belts ranging from the Alpine coniferous to laurel forests of the lower mountain belt.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Эдилашвили, Б. А. Канчели, Р. Д. Левинадзе, В. В. Гогоберидзе. Геологическое районирование Кавказа и проблемы крупномасштабной геологической съемки. Тбилиси, 1973.
2. М. Д. Узнадзе, Х. Н. Пурцеладзе, Е. А. Цагарели. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
3. Н. И. Схиртладзе. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1958.
4. Л. Т. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969.
5. Д. Г. Джигаури. Проблемы геологии Аджаро-Триалетии. Тбилиси, 1974.
6. Каталог ископаемых растений Кавказа, т. 1—II. Тбилиси, 1973.

Л. Ш. ГЕГЕЧОРИ

АДЕКВАТНОЕ СООТНОШЕНИЕ ИНТУИТИВНОГО И СОЗНАТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ОСНОВА ИНТЕНСИВНОГО СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКАМ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 9.1.1977)

Методическая система интенсивного курса обучения иностранным языкам взрослых разрабатывалась с учетом необходимости определения адекватного оптимального соотношения в использовании сознательного и интуитивного усвоения в процессе обучения иноязычной речи. При этом мы считаем, что реализация принципа сознательности, имеющая решающее значение в учебном процессе, предполагает, в первую очередь, такое включение действия в деятельность обучающегося, при котором его сознание занято смысловым содержанием речи. Вывод, к которому мы пришли по данному вопросу, можно сформулировать следующим образом: сознательный момент учебной деятельности, связанной с овладением иностранным языком, должен быть ведущим, в то время как интуитивному моменту придается подчиненный характер, хотя использование его должно быть соответствующим образом организовано и учтено. Реализация сознательного и интуитивного моментов в рассмотренном интенсивном курсе осуществлена на двух взаимосвязанных, но специфически различных этапах обучения, определяемых нами как циклы устной речи и межцикловые этапы языковой подготовки.

Введение межциклового этапа является тем новым, что принципиально отличает наш курс от других интенсивных курсов обучения. Межцикловой этап предполагает главным образом обучение языковым средствам и, на основе овладения ими, — формирование коммуникативных навыков у обучающихся. Необходимо подчеркнуть, что именно на этом этапе наиболее отчетливо реализуется принцип сознательности в обучении, поскольку основная цель межциклового этапа — дать соответствующую ориентировку и помочь обучающимся сознательно осмыслить те языковые явления (грамматические, фонетические и лексические), которые были восприняты ими главным образом интуитивно в коммуникативных актах циклов устной речи.

Самой существенной и характерной особенностью межциклового этапа, с точки зрения отбора учебного материала, является то, что межцикловое обучение не включает никакого нового дополнительного материала, отличного от того, который предьявлялся на протяжении циклов устной речи. Межцикловое обучение — это сознательное освоение исключительно того грамматического, лексического и фонетического материала, который воспринимался обучающимися в ходе коммуникативной деятельности, акцентированной не на формальной, а на содержательной стороне. Эта особенность межциклового обучения имеет важное психологическое содержание в плане сохранения повышенного мотивационного уровня у обучающихся, для которых сознательное

оперирование учебным материалом носит характер своеобразного обучения вещам близким и знакомым. При таком подходе обучающиеся открывают для себя логические закономерности структуры изучаемого языка, т. е. те скрытые механизмы, которыми они неоднократно практически пользовались на недостаточно осознываемом уровне. Кроме того, в результате осмысления структурных закономерностей иностранного языка и сознательной отработки языковых навыков обучающиеся, как показала практика, отчетливо ощущают процесс упорядочения и систематизации учебного материала, представленного ранее в их сознании бессистемно и хаотично, а это дополнительно убеждает их в результативности осуществляемой учебной деятельности.

Возвращаясь к вопросу о методической структуре межциклового обучения в нашем интенсивном курсе, следует отметить следующие структурные компоненты:

I. Грамматический комментарий, предусматривающий:

а) визуальное подкрепление в виде таблиц, рисунков, содержащих функциональные графические интерпретации грамматических категорий (типа: цвет — функция пассивного или активного залога);

б) фразеологические модели;

в) сопоставительный анализ на базе родного языка, основывающийся на принципе сознательно-сопоставительного метода, предложенного академиком Л. В. Щербой и развиваемого в работах И. В. Рахманова.

II. Система устных упражнений:

а) языковые (тренировочные);

б) речевые (творческие).

III. Лексикологический комментарий, предусматривающий сопоставление с родным языком.

IV. Ознакомление с формальной стороной монологической речи на базе специально составленных монологических текстов.

Что касается непосредственно методических приемов, используемых при межцикловом обучении, то следует выделить следующие элементы:

1) выполнение упражнений DRILL под руководством преподавателя,

2) субсенсорное подкрепление,

3) киноупражнения по аудиовизуальной системе,

4) работа в лингафонном классе с самокоррекцией,

5) самостоятельная работа над заданиями и др.

Говоря о межцикловом обучении, особое внимание следует уделить специально разработанному учебнику, представляющему собой неотъемлемую часть и органический компонент системы реализации учебной программы межциклового этапа языковой подготовки.

Этот учебник разрабатывался с учетом того положения, согласно которому учебное пособие в системе интенсивного курса должно соотноситься с педагогическим процессом совершенно иначе, нежели это имеет место в традиционном обучении. В данном случае мы имеем в виду то обстоятельство, что при традиционных формах обучения учебный процесс часто оказывается подчиненным структуре учебника. Интенсивный же курс, наоборот, предполагает подчиненность учебника этому процессу.

Разработанный нами межциклового учебник построен с учетом функционально-лингвистического принципа отбора учебного материала, предусматривающего как специфику системы языка, так и задачи коммуникации.

Монологические тексты построены на основе лексики учебных диалогов циклов устной речи, а в качестве действующих лиц в них фигурируют знакомые по этим циклам персонажи, сохраняющие свои индивидуальные особенности.

Грамматический комментарий межциклового учебника содержит подробное толкование грамматических категорий изучаемого языка, часто опирающееся на сопоставительный анализ с родным языком. Теоретический материал богато иллюстрирован специально составленными предложениями — моделями в виде смысловых речевых образцов, содержащих знакомую лексику.

Разработка основных методических принципов, способов и приемов обучения осуществлялась нами на базе принципиальных положений советской науки и последних достижений отечественной психологической, педагогической, методической и лингвистической школ. Поэтому следует подчеркнуть, что наш подход к основной проблеме интенсивного обучения носит комплексный и системный характер, а реализация сознательного и интуитивного моментов осуществляется, как нами было уже отмечено, на двух взаимосвязанных, но специфически различных этапах обучения — в циклах устной речи и межцикловым этапе языковой подготовки.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.1.1977)

ენათმეცნიერება

ლ. გეგეჩკორი

ინტუიციური და შეგნებული სწავლების ადეკვატური შეფარდება როგორც ენების ინტენსიური სისტემურ-სტრუქტურული მეთოდით სწავლების საფუძველი

რეზიუმე

განხილულია ინტუიციური და შეგნებული სწავლების ადეკვატური გამოყენების შესაძლებლობა ენების ინტენსიური (სისტემურ-სტრუქტურული) მეთოდით სწავლებისას.

LINGUISTICS

L. Sh. GEGECHKORI

ADEQUATE CORRELATION BETWEEN INTUITIVE AND CONSCIOUS TEACHING AS THE BASIS OF INTENSIVE SYSTEM-STRUCTURAL METHOD OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES

Summary

In the process of teaching foreign languages by the system-structural method the possibility of the use of optimum correlation between conscious and intuitive mastering of a foreign language has been ascertained.



ბ. ჯორბანაძე

ფორმანტთა იდენტიფიკაციის საკითხი ენაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგუძემ 12.1.1977)

1. ენობრივ მონაცემთა ფორმობრივი ანალიზის დროს ერთ-ერთი უმთავრესი საკითხთაგანია ფორმანტთა იდენტიფიკაცია.

იდენტიფიკაცია შეიძლება იყოს ფუნქციური და ფორმობრივი. ზოგადად ეს ასე წარმოისახება: ა) ფუნქციურად იდენტიფიკაცია -ებ (კაც-ებ-ი) და -ბ (კაც-ბ-ი) მრავლობითობის ფორმანტები; ბ) ფორმობრივად იდენტიფიკაცია ი- ვნებითისა (ი-ხატება) და ი- სათავისო ქცევის (ი-ხატავს) ფორმანტები.

საკითხს დიდი ხნის ისტორია აქვს, იდენტიფიკაციის პრინციპებიც ცნობილია. და მაინც ზოგი რამ გვაქვს დამატებით გასარკვევი და დასადგენი, რის გარეშეც, ვფიქრობთ, ენობრივი კვლევის ეს უმნიშვნელოვანესი საფეხური — იდენტიფიკაცია — შემდგომი უზუსტობის მიზეზი შეიძლება გახდეს.

ამჯერად ფორმობრივ იდენტიფიკაციაზე გვექნება საუბარი.

2. განვიხილოთ ფორმები: ა-კეთ-ებ-ს, ა-ღ-ებ-ს, ა-კლ-ებ-ს, ბად-ებ-ს, კრ-ებ-ს. ყველა მათგანში ხერხდება -ებ ელემენტის გამოყოფა. ამრიგად, გვაქვს მასალობრივ ერთი შედგენილობისა და პოზიციურად ერთნაირად განაწილებული (ასევე, გრამატიკულად თითქმის ერთი და იმავე ფუნქციის მქონე) ელემენტები. შესაძლებელია თუ არა მათი იდენტურ ფორმანტებად დასახვა? ვფიქრობთ, რომ არა. არ შეიძლება, რადგან ამ ფორმანტით წარმოებული ყველა ზემოხსენებული ფორმა ნაირგვარ ფორმობრივ სისტემაში შედის და, აქედან გამომდინარე, ფორმათწარმოებისა თუ სიტყვათწარმოების თვალსაზრისით ნაირგვარი ღირებულებების მქონეა. ეს უკვე უღვლილების სისტემითაც იგაჩნობა:

	I	II	III	IV	V
აწმყო:	ვ-ა-კეთ-ებ	ვ-ა-ღ-ებ	ვ-ა-კლ-ებ	ვ-ბად-ებ	ვ-კრებ
ნამ. ძირ.:	გავაკეთე	გავაღე	დავაკელ	დავბადე	ვკრიბე
I თურმ.:	გამიკეთებია	გამიღია	დამიკლია	დამიბადებია	შემიკრებია
II თურმ.:	გამეკეთებინა	გამეღო	დამეკლო	დამებადებინა	შემეკრიბა

თვალის ერთი გადავლებითაც ნათელია, რომ -ებ ფორმანტი ნაირგვარად მონაწილეობს პარადიგმათა წარმოებაში: იგი ხან მონაწილეობს I და II თურმეობითების წარმოქმნაში (I და IV რიგი), ხან არა (II და III რიგი), ხან კი მხოლოდ I თურმეობითისათვის არის საყრდენი (V რიგი). თუ გავიხსენებთ, რომ ძველ ქართულში (ახლა — ზოგიერთ დიალექტში) გვექონდა გამეკეთა, დამეებადა (II თურმეობითში), გამიღებო (I თურმეობითში), ასევე იმასაც, რომ დამიბადებია ფორმის პარალელურად იხმარება დამიბადია ფორმაც, აშკარა გახდება, რომ სხვაობა პარადიგმულ რიგებს შორის მეორეულია. მაგრამ ამჟამად ეს სხვაობა არის და, ვფიქრობთ, რომ იდენტიფიკაციის დროს მისი გათვალისწინება აუცილებელია.

ვაკლებ ფორმაში კლ ფუძე შეკუმშულია. კუმშვის გამომწვევი -ებ ფორმანტი ჩანს. ეს მაშინ, როდესაც -ებ ფორმანტს კუმშვის გამოწვევის ნაკლები უნარი შესწევს. ფორმათა შედარება ადვილად დაგვარწმუნებს ამაში:



ა-ქან-ებ-ს, მაგრამ: ა-ქნ-ევ-ს
გა-უ-ტან-ებ-ი-ა, „ „ გა-უ-ტნ-ევ-ი-ა (დიალექტური)

ამის მიხედვით შეუძლებელი აღმოჩნდება აქანებს ფორმაში დამოწმებულ-
ლი -ებ-ისა და აკლებს ფორმის -ებ-ის გაიგივება: მათ ნაირგვარი ფონეტიკური
ზემოქმედების უნარი აღმოაჩნდათ, თუმცა კი ორივე შემთხვევაში კუმშვად
(ანუ: კუმშვის თვისობის მქონე) ფუძეებს (კელ-, ქან-, ტან-) დაერთვიან.

3. საესებით განსხვავებულია კრებს ფორმის ჩვენება: აქ -ებ ფუძეს არის
მიხორციელებული და ამ სახით წარმოქმნილი ახალი ფუძე სხვა -ებ ფორმანტიან-
თაგან სრულიად განსხვავებულ თვისობას იძენს: ფუძეში ხდება ხმოვანმონაც-
ვლეობა (კრებს — კრიბა), რითაც I და II სერიის ფუძეები დაუპირისპირდნენ
ერთმანეთს. საერთოდ, საცნაურია ის ფაქტი, რომ ყველა -ე- შემადგენლობის
ფორმანტი ფუძესთან შერწყმას ესწრაფვის, ხოლო ამ სახით წარმოებულ ფუ-
ძეებს ხმოვანმონაცვლეობა ახასიათებს, როგორც წესი: ი-კვლ-ევ-ს → ი-კვლ-ი-
ძე-ი-; თვლ-ემ-ს → ჩა-ს-თვლ-იმ-ა; ა-წვ-ენ-ს → და-ა-წვ-ინ-ა... ზოგჯერ ფუძეს-
თან შერწყმის პროცესი ისე შორსაა წასული, რომ მხოლოდ სპეციალური დაკ-
ვირვებით ხერხდება ფუძეს მიხორციელებული ფორმანტის გამოყოფა: ცრ-ემ-ლი-ი,
მღრ.: ცრ-ი-(ს), ასევე: ცრ-ევ-ა...

სწორედ ამ ტიპის ფორმათა რანგში გადავიდა ორი -ებ ფორმანტიანი
ზმნაც: კრებს და ღღებს. კრებს ფორმაში რომ -ებ ისტორიულად გამოიყო-
ფრდა და თემის ნიშნის სტატუსი ჰქონდა, ამას ენის ერთი თვისების მიხედვით
გავარკვევთ. ამ თვისებას პირობითად ფლაგიტაციას ვარქმევთ, რაც ლათინურ-
რად „დაქინებით მოთხოვნას“ ნიშნავს. იგულისხმება ფორმანტთა შეხამების
დროს ფორმანტის უნარი ამოირჩიოს, შეითვისოს ერთნაირი ფუნქციის მქონე
ფორმანტთაგან მხოლოდ ერთი რომელიმე და უარყოს სხვა დანარჩენი. ასე, მა-
გალითად, ნამყო დროის ვნებით გვარის მიმღეობის წარმოებისას -ებ თემის
ნიშანი მხოლოდ -ულ სუფიქსს იკუთვნებს (გა-კეთ-ებ-ული-ი, ა-შენ-ებ-ული-ი...),
თუ -ებ არაა თემის ნიშანი, -ულ არ მიერთდება: ღებ-ავ-ს — შე-ღებ-ილ-ი...
კრებს ფორმა ამჯერად ამ ტიპის მიმღეობას -ილ სუფიქსით იწარმოებს (შე-
კრებს-ილ-ი), მაგრამ ძველ ქართულშივე დამოწმებული კრებულში ფორმა ამჟ-
ღავენებს იმას, რომ გარკვეულ პერიოდში ამ ფორმაში -ებ ფორმანტს თემის
ნიშნის სტატუსი ჰქონდა.

4. რა მივიღებ? ერთი და იმავე გენეზისის მქონე ფორმანტებმა ენაში
განვითარების შემდგომ საფეხურებზე ნაირგვარი ენობრივი სტატუსი შეიძი-
ნეს, მეტ-ნაკლებად დასცილდნენ ერთმანეთს თავისი ქმედებით. ამან განაპირო-
ბა მათი ნაირგვარი ღირებულება ფორმათწარმოებაში. სწორედ ამიტომაც ამჟ-
ღერად შეუძლებელი გავაიგივოთ -ებ აკეთებს ფორმაში და -ებ კრებს ფორ-
მაში, ასევე: -ევ ღღებს ფორმაში და -ევ ანგრევს ფორმაში, -ავ ცურავს ფორ-
მაში და -ავ იცურავა ფორმაში, -ენ ვიგრძენ ფორმაში და -ენ ადგენს ფორმაში.
თითოეულ ამ წყვილთაგანს საერთო აქვს მასალობრივი შედგენილობაცა და
პოზიციაც, განასხვავებს ერთი რამ — ფორმობრივი ქმედება... ასე რომ, ერ-
თი წარმომავლობის ფორმანტები ამჟამად ნაირგვარ ენობრივ სტატუსს გამო-
ხატავენ.

5. ფორმანტთა იდენტიფიკაციის დროს ფორმანტების ქმედების გათვა-
ლისწინება, ვფიქრობთ, პრინციპული საკითხია. აქ არა მხოლოდ ის იგულისხ-
მება, რაც ზემოთ უკვე იყო ნაჩვენები, არამედ ისიც, რომ ნაირგვარი ქმედება
ხშირად ნაირგვარი წარმომავლობის მათუწყებელიცაა და, ამდენად, დამხმარე
საშუალებაც ფორმათა მართებული კვალიფიკაციისათვის. ამის საჩვენებლად
გვახანალიხოთ კრთ-ი-ს, ჰრ-ი-ს და ღ-ი-ს ფორმები. ერთი შეხედვით ყველა
ეს ფორმა ერთგვაროვანი შენებისაა, ყველა მათგანში გამოიყოფა -ი სუფიქსი.
მაგრამ ნამყო უსრულის ჩვენება უთუოდ დაგვაჩვენებს ხსენებულ ფორმათა
ფორმობრივ იდენტურობაში:

	I	II	III
აწყო:	კრთ-ი-ს	ჰრ-ი-ს	ღ-ი-ს
ნამყო უსრ.:	კრთ-ილ-ა	ჰრ-ილ-ა	ღ-ილ-ა

ნამყო უსრულის ფორმანტებად I და III შემთხვევაში -ოდ გვაქვს, II შემთხვევაში -დ. მაგრამ სხვაობაა არა მხოლოდ მასალობრივ შედგენილობაში, არამედ ამოსავალი ფორმისადმი მიმართებაც ნაირგვარია: -დ მიერთვის -ი სუფიქსისა ფორმას (ჭრ-ი-ს → ჭრ-ი-დ-ა), -ოდ კი ჩაენაცვლება ხოლმე -ის (კრთ-ი-ს → კრთ-ოდ-ა). შევნიშნავთ: ჭრიდა ტიპის ფორმებისათვის ამოსავლად არ უნდა ივარაუდებოდეს -იდ*იანი (*ჭრ-ი-იდ-ა) ფორმა, რადგან, როცა ამის საჭიროება იყო, ორი ი თავისუფლად სძლებდა ერთმანეთის გვერდით (ჰმში-ი-ს, ვანაზნი-ი-ს...).

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ნამყო უსრულისეული -დ'ს თვისობაა -ი ფორმანტზე მითვა, -ოდ'ისა კი ჩანაცვლება აწმყოსეულ -ი'სთან. გამოწკლისს ქმნის დი-ს → დი-ოდ-ა ფორმა: -ოდ კი არ ჩაენაცვლება, არამედ მიერთვის -ი ფორმანტს. ამის მიხედვით -ოდ თითქმის გაუტოლდა -დ ფორმანტს ქმედების თვალსაზრისით, მაგრამ უფრო დეტალური ანალიზი სულ სხვა გზით აგვახსენებინებს დი-ოდ-ა ტიპის ფორმათა არსებობას.

6. ფორმათა შეპირისპირების ტრადიციული პრინციპი თითქმის მხარს უნდა უჭერდეს დის ფორმაში -ი'ს გამოყოფას: ა-დენ-ს: ა-დინ-ა, დენ-ა და დი-ს ფორმები -ენ-ინ და -ი ფორმანტების არსებობას და, ამდენად, მათი გამოყოფის შესაძლებლობას ვარაუდობს. ერთადერთი, რაც ეჭვს იწვევს, ეს არის ფორმანტის ქმედება: დი-ს ფორმის -ი- სავესებით განსხვავებულად იქცევა სხვა ანალოგიური ფორმანტის მქონე ფორმებთან შედარებით.

7. საკითხის გასარკვევად გავაანალიზოთ შეპირისპირება:

დი-ს → მ-დინ-არ-ი (|| მ-დინ-არ-ე).

რამდენიმე მომენტის გახსენება დაგვჭირდება: ა) დინამიკური და სტატიკური ზმნები ქართულში ხშირად თავ-თავის სახელზმნებს იქონიებენ ხოლმე (აწუხებს—წუხება, შეწუხებული, მაგრამ: წუხს—წუხილი, მწუხარ...); ბ) დინამიკურ ზმნათა ნამყო ძირითადის ფუძე ხშირად ამოსავალი ხდება სტატიკური ზმნის აწმყოსათვის; გ) ენაში ხდება ფორმათა არა მხოლოდ ფუნქციური, არამედ ფორმობრივი დეტერმინირება...

დი-ს → მ-დინ-არ-ი იმავე რიგის ურთიერთობა ჩანს, როგორც ჩან-ს → მ-ჩინ-არ-ი. ეს უკანასკნელი ფუნქციურად ურთიერთდაკავშირებული ფორმებია: სტატიკურობის ფუნქციის მქონე ზმნას შეესატყვისება სტატიკურობის ფუნქციის მქონე მიმღობა: ე. ი. მათ შორის ფუნქციით დეტერმინირებული კვეთრი გვექონია. მაგრამ ხომ ივარაუდება მჩინარი ფორმისათვის რაღაც ფორმობრივ საყრდენი მონაცემებიც! ასეთი ფორმა უნდა ყოფილიყო ჩინ-ს და იგი (ჩან-ს ფორმის მნიშვნელობით) რეალურადაა დამოწმებული ხეისურულში [1]. ამრიგად, ჩინ-ს — მ-ჩინ-არ-ი რეალური მიმართებაა. ანალოგიური მიმართება უნდა ვივარაუდოთ საკვლევი ფორმებს შორისაც: *დინ-ს → მ-დინ-არ-ი, სადაც აღდგენილ *დინ-ს ფორმაში ფუძედ შესაბამისი მოქმედებითის II სერიის ფორმაა გამოყენებული (ა-დენ-ს → ა-დინ-ა → *დინ-ს, ისევე როგორც: ა-ჩენ-ს → ა-ჩინ-ა → ჩინ-ს). აქედან გამომდინარე, დი-ს ფორმის სეგმენტირება შეუძლებელია, -ი არ გამოიყოფა და ამაზე იმთავითვე მიგვიტოთა -ოდ ფორმანტის ქმედებამ. ეს კი ნიშნავს, რომ დი-ს ფორმაში დამოწმებული -ი- სულ სხვა რიგისაა, ვინემ ჭრ-ი-ს, კრთ-ი-ს ფორმებში დამოწმებული -ი.

8. ამჟამად ანალოგიურ პრინციპს ემყარება ჰ-ში-ა (ძვ.: ჰმშიის) — ჰ-ში-ოდ-ა ზმნაც, ძველ ქართულში დამოწმებულია რბი-ს → რბი-ი-ოდ-ა და ქრ-ი-ს → ქრ-ი-ოდ-ა ფორმებიც. მათი გენეზისი ასე გვესახება: ა) ა-მშევ-ს → და-ა-მში- (ვ)-ა → *მ-მშივ-ი-ს. საცნაურია ჰმშივა ფორმის არსებობა დიალექტებში, აგრეთვე მშვივად ფორმაც (—მშიერიდან)... ბ) ა-რბ-ევ-ს → ა-რბ-ი(ვ)-ა → *რბი-ვ-ს, ან: ა-რბ-ენ-ს → ა-რბ-ინ-ა → *რბინ-ს... *რბინ-ს ფორმაში, ისევე როგორც *დინ-ს ფორმაში -ნ ივარგვის იმავე საფუძველზე, როგორც: ჩან-ს → ჩან-ს, *დგან-ს → დგან-ს... გ) ა-(ნ)-ქრ-ევ-ს → ა-(ნ)-ქრ-ი(ვ)-ა → *ქრივ-ს... ამრიგად, ყველა ამ ფორმაში -ი- ფუძისეულია; ბუნებრივია, ქმედებაც განსხვავებული ექნებათ.

9. ახალი ქართულის **ჰ-ში-ა** → **ჰ-ში-ოდ-ა** იმავე რიგის ფორმებს უტოლდება, როგორებიცაა: **ყივ-ის** → **ყი-ოდ-ა**, **ჩხავ-ის** → **ჩხა-ოდ-ა**.

10. ძველ ქართულშივე არსებული **რბ-ოდ-ა**, **ქრ-ოდ-ა** ფორმები გადაზარიანების შედეგს არ წარმოადგენენ. ივარაუდება პარალელური ფორმების არსებობა: ***რბივ-ს** (***რბინ-ს**) — **რბ-ის**, ***ქრივ-ს** — **ქრ-ის**, ისევე როგორც გვექონდა **ტირ-ს** — **ტირი-ს**, ოღონდ უკანასკნელისაგან განსხვავებით სხვადასხვა ფუძე იყო გამოყენებული. რაც შეეხება **ცრ-ი-და** — **ცრ-ოდ-ა** ფორმებს, ისინი ფუძეციურად ლაბილური **ცრ-ი-ს** ზმნის დინამიკური და სტატიკური ვარიანტების ფორმოზოგი განსხვავების ცდას უნდა წარმოადგენდნენ (პირველი **ჭრ-ი-დ-ა** ფორმას გაჰყვა, მეორე — **კრთ-ოდ-ა** ფორმას).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 14.1.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. А. ДЖОРБЕНАДЗЕ

К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФОРМАНТОВ В ЯЗЫКЕ

Резюме

Для идентификации формантов дополнительно вводится принцип деяния формантов в системах формо- и словообразования.

LINGUISTICS

B. A. JORBENADZE

ON THE IDENTIFICATION OF FORMANTS IN A LANGUAGE

Summary

For the identification of formants the principle of the action of formants is additionally introduced in word-building and morphological formation systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. ჭინჭარაული. ხევსურულის თავისებურებანი. თბილისი, 1961, 164—165.



ბ. კაზლავშილი

ინამ უზაიმერულის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 27.1.1977)

ქართული დიალექტოლოგიური კვლევა-ძიებების დღევანდელ დონეზე, როცა დიალექტთა არამართო სრულყოფილი შესწავლა, არამედ საკითხთა განზოგადება და ისტორიულ ასპექტში გაშუქება მთავარ ამოცანად ისახება, კვლევების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ობიექტს წარმოადგენს დიალექტთა კლასიფიკაცია.

როგორც ცნობილია, დიალექტთა გავრცელების ფარგლების დადგენა, განსაკუთრებით ისეთ ენობრივ არეალში, სადაც დიალექტები ინტენსიურად მოქმედებენ ერთმანეთზე, მეტად რთული საქმეა, იმდენად რთული, რომ ტრადიციული ლინგვისტური გეოგრაფია შეუძლებლადაც კი თვლიდა დიალექტთა გამოჩვენას.

ენათმეცნიერების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ლინგვისტური გეოგრაფია მოწოდებულია ახლებურად დააყენოს საკითხები, სხვაგვარი კლასიფიკაცია მისცეს ადრე დადგენილ ცნებებს, შეიტანოს საჭირო ცვლილებები დიალექტთა არსისა და მათი მიმართების საკითხის გარკვევაში.

კილოთა კლასიფიკაციის საკითხი არაერთხელ ქვეულა მსჯელობის საგნად ქართულ დიალექტოლოგიურ ლიტერატურაში. ამჟამად აღიარებულია დიალექტთა კლასიფიკაციის ლინგვისტური პრინციპი. ამ პრინციპის მიხედვით ა. შანიძე ქართულში ექვს დიალექტურ ჯგუფს გამოყოფს. დასავლურ ჯგუფში აერთიანებს იმერულს (ზემო-, შუა- და ქვემოიმერულს), გურულსა და რაჭულს. მისი აზრით, იმერულთან ახლოს არის ლეჩხუმური, გურულთან — იმერული, ზემორაჭული რჩება დასავლურ კილოთა სისტემაში, მაგრამ თავისი არქაული ნიშნებით უახლოვდება მთიულურ-ფშაურ ჯგუფს ([1], 830).

ქართულ კილოთა კლასიფიკაციის საკითხს მიეძღვნა შ. ძიძიგურის შრომა [2], სადაც ავტორი გამოყოფს დიალექტთა ხუთ ძირითად ჯგუფს, დასავლურ კილოთა ერთი ჯგუფი წარმოდგენილია ზემოიმერულის, ქვემოიმერულისა და ქვემორაჭულის სახით, ხოლო მეორე ჯგუფი — გურულის, აჭარულისა და იმერზეგულის სახით.

როგორც ამ კლასიფიკაციიდან ჩანს, ა. შანიძე იმერულში სამ კილოკავს გამოყოფს, ხოლო შ. ძიძიგური — ორს.

აზრთა სხვადასხვაობა იმერული დიალექტის კილოკაური დიფერენციაციის შესახებ დღემდე გრძელდება. საკამათოდაა ქვეული შუაიმერულის საკითხი. მკვლევართა დიდი ნაწილი მას ცალკე დიალექტურ ერთეულად გამოყოფს. ამ კილოკავში აერთიანებენ მაიაკოვსკის, ტყიბულის და თერჯოლის რაიონების მცხოვრებთა მეტყველებას.

ჩვენ შემთხვევა გეგმონდა მოსაზრება გამოგვეთქვა აღნიშნულ საკითხზე და ეპვის ქვეშ დაგვეყენებინა შუაიმერულის ცალკე დიალექტურ ერთეულად გამოყოფის შესაძლებლობა.

„ექვს კი შუაიმერულს ისეთი საერთო თავისებურებები, რომლებიც მას საკუთარ ადგილს მიაკუთვნებდა ზემოიმერულსა და ქვემოიმერულს შორის? ქართული ენის ამ დიალექტის მეცნიერული შესწავლის შედეგად დღესდღეობით მიღებული დასკვნები და ცოცხალ მეტყველებაზე ჩვენი უშუალო დაკვირვება უფლებას არ გვაძლევს, შუაიმერული ცალკე კილოკავად გამოვეყოთ და ამით იგი ზემოსა და ქვემოიმერულს გავეუთანაბროთ. შუაიმერულის ცალკე დი-

ალექტურ ერთეულად გამოყოფა მიზანშეწონილად ჩაითვლებოდა მხოლოდ მაშინ, თუ შუაიმერული თავისი თავისებურებებით ისევე დაუპირისპირდებოდა ზემოსა და ქვემოიმერულს, როგორც ეს უკანასკნელები უპირისპირდებიან ერთმანეთს“ ([3], 220).

შემდეგში ქ. ძოწენიძემ სპეციალური გამოკვლევაც უძღვნა ამავე საკითხს [4], სადაც იგი აანალიზებს შუაიმერულ კილოკავად მიჩნეულ თერჯოლის, ტყიბულისა და მიაკოვსკის რაიონების მცხოვრებთა მეტყველებას, განსაზღვრავს შემჩნეულ თავისებურებათა ხასიათს და განიხილავს მათ საერთო იმერულთან მიმართებაში.

ამგვარად ჩატარებული კვლევა-ძიების შედეგად მოპოვებული ფაქტებით ქ. ძოწენიძეს შესაძლებლობა მიეცა დაედგინა ფონეტიკურ და გრამატიკულ თავისებურებათა სრული კომპლექსი, რომლითაც განისაზღვრება შესასწავლი ობიექტების დიალექტური პროფილი, და გამოიტანა დასკვნა, რომ შუაიმერულ კილოკავად მიჩნეულ თერჯოლის, მიაკოვსკისა და ტყიბულის რაიონების მცხოვრებთა მეტყველებაში ზემოიმერული კილოკავის ნიშნებიც გვხვდება და ქვემოიმერულსაც.

საკითხი თითქმის გარკვეულია. ე. წ. შუაიმერულის ცალკე დიალექტურ ერთეულად გამოყოფა მიზანშეწონილად ვერ ჩაითვლება მხოლოდ მისი ნარევი შემაღვენლობის გამო.

მიუხედავად ამისა, ამ ბოლო დროს ზოგი მკვლევარი საკითხის არასპეციალური განხილვისას ქართული ენის სხვა დიალექტურ ერთეულებს შორის კვლავ ასახელებს შუაიმერულს, რაც არ მიგვაჩინა მართებულად.

ცხადია, ჩვენ არ ვფიქრობთ, რომ ქართული დიალექტოლოგიური მეცნიერებების განვითარების დღევანდელ დონეზე, როცა დიალექტთა საკლასიფიკაციო პრინციპები ჯერ კიდევ საბოლოოდ არ არის დადგენილი [5], როცა ქართული ლინგვისტური გეოგრაფია თავის პირველ ნაბიჯებს დგამს და ამის გამო ნაკლები წარმოდგენა გვაქვს ენის ლინგვისტურ ლანდშაფტზე, შესაძლებელი იყოს დიალექტთა და დიალექტურ მოვლენათა ზუსტი საზღვრების დადგენა, მაგრამ დღემდე მოპოვებული მასალების საფუძველზე სხვაგვარი დასკვნის გამოტანა შეუძლებელია. დასკვნა კი ემყარება არა მხოლოდ განსხვავებათა უბრალო აღრიცხვას (ცხადია, იგი სწორ შედეგამდე ვერ მიგვიყვანდა), არამედ თავისებურებათა ხასიათის გარკვევას და იმ მიმართებათა დადგენას, რაც საკვლევი ობიექტის დიალექტურ ერთეულებს შორის არსებობს.

შუაიმერულად მიჩნეული რაიონების მცხოვრებთა მეტყველებას თერჯოლური უნდა გამოეყოს როგორც გარდამავალი დიალექტური ერთეული (შდრ. [6], 260). ასეთი კვალიფიკაცია მისთვის ნაადრევი არ იქნება, თუ გავითვალისწინებთ ყველა იმ ჩვენებას, რასაც ის გვაძლევს მეზობელ დიალექტურ ერთეულებთან მიმართებაში.

თერჯოლური მეტყველება ნარევი შედგენილობისაა. მასში თავს იყრის ორი კილოკავის თავისებური მოვლენები — ზემოიმერულისა და ქვემოიმერულის ([7], 160).

მომიჯნავე კილოკავეების ფონეტიკურ და გრამატიკულ თავისებურებათა ეს შერევა საფუძველს ქმნის მერყევი თავისებურებათა წარმოქმნისა და პარალელურ ფორმათა გავრცელებისა და დამკვიდრებისათვის. თერჯოლურისათვის, როგორც გარდამავალი ზოლის მეტყველებისათვის, ფორმათა დიდი მრავალფეროვნებაა დამახასიათებელი. ორივე კილოკავის თავისებურ მოვლენათა ერთობლივი ასახვა ნარევი ხასიათსაც ანიჭებს მას და აქ წარმოდგენილ ცილილებსაც ცოცხალ, მიმდინარე პროცესებად წარმოგვიდგინს.

დავასახელებთ რამდენიმე შემთხვევას:

მო ზმნისწინის ხმოვნითი ელემენტი ზემოიმერულში დისიმილაციური ხასიათის ცვლილებას განიცდის მომდევნო მ ბგერის წინ: მაამშორდი, მაამეწონა, მაამკლა და ა. შ. ქვემოიმერულში ასეთ ცვლილებას ადგილი არ აქვს. მა ამ პოზიციაში ან თავისი ძირითადი სახითაა რეალიზებული; მოამშორდი, მოამკლა, მოამჭრა... ან ე-დ არის ქვეული: მემეწონა, მემეკლა, მემეტანა და მისთ.

თერჯოლურში შეზავებულია ქვემოიმერულისა და ზემოიმერულის ვითარება. აქ გავრცელებულია როგორც ქვემოიმერულისათვის დამახასიათებელი მომკლა, მომიტანა, მემექცა, მემენატრა... ისე ზემოიმერულისათვის ნიშანდობლივი მამჭრა, მამკლა, მამცა ფორმები.

ასევე, ო ხმოვნის რეალიზაცია არტიკულაციაში მერყევ ხსიათს ატარებს ისეთ შემთხვევებში, როგორცაა მოუტანა, მოუვიდა, მოუყვანა, მოუგონა, მოუარა და სხვ. ასეთ პოზიციაში ო ხან თავისი ძირითადი სახესხვაობით წარმოგვიდგება, ხან მომდევნო უ ხმოვნის ასიმილაციური ზეგავლენის შედეგად უ-დ იქცევა: მუუტანა, მუუყვანა, მუუგონა, მუუყარა და ა. შ.

პირველ შემთხვევაში ზემოიმერულის ვითარებაა ასახული, მეორე შემთხვევაში — ქვემოიმერულისა.

პარალელურ ფორმათა სიუხვე უფრო გრამატიკულ მხარეში ვლინდება.

მე-3 სუბიექტური პირის ნიშნად გარდამავალ ზმნებთან ქვემოიმერულში ენ სუფიქსია წარმოდგენილი, ზემოიმერულში — ეს. თერჯოლურში ორივე ნიშანი თანაბარი უფლებით სარგებლობს. ერთი და იმავე პირის მეტყველებაში ერთმანეთის გვერდით ვხვდებით როგორც ეს, ისე ენ სუფიქსს: ყაჩაღები მასინათვე შე იპყრენ, შე უკრეს ხელები, პირში ბამბები ჩო უღვენ და გზას გოუყენეს...

სტატიკურ ზმნათა აწმყოს მე-3 პირის მრავლობითი რიცხვის წარმოებისას თერჯოლურში ზემოიმერულის ნორმაც მოქმედებს და ქვემოიმერულისაც: გავრენ, მოჩარენ, დგარენ ფორმების პარალელურად აქ დადასტურებულია ქვემოიმერულის დგალარიენ, ზილარიენ, წუხლარიენ, მოჩალარიენ და მისთ.

ასევე, ერთპირიანი გარდაუვალი ზმნები თურმეობით პირველში ხან ქვემოიმერულისებურად გვხვდება: გადარეულარიენ, წასულარიენ, ყოფილარიენ, ხან კიდევ — ზემოიმერულისებურად: გადარეულენ, წასულენ, ყოფილენ და მისთ. [7].

ინტერესს მოკლებული არ იქნებოდა აქვე იმის აღნიშვნაც, რომ ჩვენი პირადი დაკვირვების საფუძველზე თერჯოლური მეტყველების სპეციფიკას ფონეტიკურ ნაწილში უფრო ქვემოიმერულის ნიშნეულებათა სიჭარბე ქმნის (თუ საერთო შთაბეჭდილების მიხედვით ვიმსჯელებდით), ხოლო გრამატიკულ ნაწილში — ზემოიმერულისა.

მკვეთრად გამოვლენილ პარალელურ ფორმათა წარმოების მხრივ თერჯოლური მნიშვნელოვნად განსხვავდება ტყიბულისა და მაიაკოვსკის რაიონების მცხოვრებთა მეტყველებისაგან, სადაც ფონეტიკური და გრამატიკული ხასიათის ცვლილებები გაცილებით უფრო დამდგარ ხასიათს ატარებს, ამის გამოც მიგვაჩნია მიზანშეუწონლად მათი ერთ კილოვადა გაერთიანება ზემოიმერულისა და ქვემოიმერულის საპირისპიროდ, რომ არაფერი ვთქვათ ნიშანდობლობათა ხასიათზე და იმ თავისებურებებზე, რასაც ტყიბულისა და მაიაკოვსკის რაიონების მცხოვრებთა მეტყველება ავლენს, ერთი მხრივ თერჯოლურისა და მეორე მხრივ, ერთიმეორესა და საერთო იმერულთან მიმართებაში. თავისებურებათა ამგვარი ანალიზი კი მათი დამოუკიდებელ თქმებად გამოყოფის საკითხს სვამს.

ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.1.1977)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

К. М. КУБЛАШВИЛИ

ЕЩЕ РАЗ О СРЕДНЕИМЕРЕТИНСКОМ ГОВОРЕ

Резюме

На основе данных грузинской диалектологической литературы и наблюдений над живой речью установлено, что смешанный характер т. н. среднеимеретинской речи недостаточен для выделения ее в само-

стоятельный говор. Вывод опирается на анализ характера имеющих-ся особенностей и их взаимоотношений с общеимеретинским диалектом.

LINGUISTICS

K. M. KUBLASHVILI

ONCE AGAIN ON THE MIDDLE-IMERETIAN DIALECT

Summary

The evidence on the immediate observations of every-day speech and data found in Georgian dialectological literature indicate that it is not advisable to isolate Middle Imeretian as a separate dialect only on the basis of its mixed composition. This conclusion is based on the study of the peculiarities of the dialect in question and on the establishment of the relations existing between the Common Imeretian and the dialectal units of the Middle Imeretian.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Шанидзе. Труды объединенной научной сессии Академии наук СССР. Баку, 1957.
2. Ш. В. Дзидзигური. Тезисы диссертации на степень кандидата наук АН СССР. М., 1935.
3. კ. კუბლაშვილი. ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, XIX. ქუთაისი, 1959.
4. ქ. ძოწენიძე. მაცნე, № 3, 1967.
5. ა. მარტიოსოვი. ქართული დიალექტოლოგიის ისტორიისათვის. თბილისი, 1972.
6. ქ. ძოწენიძე. ზემოიმერული კილოვაკი. თბილისი, 1973.
7. შ. ძიძიგური. ქართული დიალექტოლოგიური ძიებანი. თბილისი, 1970.

ნ. კილაძე

იბნ რუშდისა და იოანე პეტრიწის ზოგიერთი ტერმინის
 ერთბაშეაბრუნების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. წერეთელმა 1.9.1976)

შუასაუკუნეების ორი დიდი წარმომადგენლის იბნ რუშდისა და იოანე პეტრიწის ნაზრების გაერთიანება შეიძლება პრობლემური ერთბაშეაბრუნების საფუძველზე. იგი მდგომარეობს ბერძნული ფილოსოფიის რელიგიის ენაზე გადმოცემაში. ვარაუდობენ, რომ „ancilla historia“ ეწოდება ნასესხები სიტყვების შედარებით შესწავლას ([1], გვ. 8), რაც აფართოვებს წარმოდგენას ხალხთა ცივილიზაციასა და კულტურაზე ([2], გვ. 64). ამიტომ ფილოლოგიური კვლევის შედეგად ფილოსოფიური ტერმინების შესატყვისების დადგენას შეიძლება ეწოდოს „ancilla philosophia“. ცნობილია, რომ ბერძნული ფილოსოფიური ენის სიმდიდრე ერთის მხრივ ნეგატიურ მოვლენადაც ითვლება ([3], გვ. 162). მაგრამ იგივე თვისება მეორეს მხრივ, განაპირობებს მის პოზიტიურობას — ბერძნული ფილოსოფიური ტერმინების შესატყვისები წარმოადგენენ სხვა ენების ფილოსოფიური ლექსიკონის ძირითად ნაწილს. ამდენად, ქვემოჩამოთვლილი იბნ რუშდისა და იოანე პეტრიწის ბერძნულ-არაბულ-ქართული ეკვივალენტები მნიშვნელოვანი არაბულ-ქართული ფილოსოფიური ტერმინებია, რომელთაც საზიარო ბერძნული შესატყვისები აერთიანებენ. სწორედ საზიარო ტერმინების საფუძველზე შესაძლებელი ხდება ბერძნულ-არაბული და ბერძნულ-ქართული ეკვივალენტების ერთმანეთთან შედარება. შედარებისას შეიმჩნევა, რომ იოანე პეტრიწი „ენამზე ბერძნულის“ ღრმა მცოდნე და პატივისმცემელი ზოგჯერ უფრო ზუსტია და შესაბამისად დაზღვეულია იმ შეცდომებისაგან, რომელიც, როგორც აღინიშნება, იბნ რუშდს მოსდის ბერძნული ენის უცოდინარობის გამო. საფიქრებელია, რომ გამოთქმულ აზრს დამატებითი განმარტებების გარეშეც გამოავლენს ქვემოწარმოდგენილი ტერმინების ცხრილი, რომელიც ეყარება ეკვივალენტების ამსახველ სპეციალურ ლიტერატურას ([4], გვ. 608—667; [5]; [6]; [7], გვ. 11; [8], გვ. 136, 138; [9], გვ. 129—229; [10], გვ. 177—228).

1. ἄκρως — ἄ — კიდური — Eng. concept, extreme, term.
2. ἀληθῆς — حقيقي — ჭეშმარიტი, უზადო — L. veritas; Eng. certain reality; G. Urwesenheit.
3. ἀλλοίωσις — استحالة — შეცვალვა — L. alteratio.
4. ἀναλογία — قياس — რაბამობა — L. analogia; Eng. inference; F. référence.
5. ἀντιθέσις — مقابل — წინაგამწყო — Eng. opposite; F. contraire.
6. ἀποδείξις — برهان — აღმოსაჩენი, აღმოჩენა — L. demonstratio, argumentatio.

7. ἄτοπος — محال — უჯერო — Eng. absurd, impossible.
8. ἀφαίρεσις — تنزیه — განყრა — Eng. removal.
9. γένεσις — كون — ქმნა(ა) — L. generatio.
10. διαίρεσις — استثناء — განყოფა — Eng. disjunction.
11. διάστασις — بعد — მიდმო განწვალება, განსაზიდი (განზიდეა) — Eng. dimension, extension.
12. διάφορος — فصل — განყოფილი — L. differentia; Eng. specific difference.
13. δόξα, δοξαστός — ظن, ظنى — თნება, თნებითი ძალა — Eng. opinion, estimation; F. présumee.
14. δυνάμις, τὸ δυνάμει ὄν — قوة, بالقوة — ძალი, ძალითად მყოფი — L. potentia, in potentia.
15. ἐναντίος — ضد — წინმეწყეე — L. contrarium.
16. ἐντελέχεια — كمال — შემასრულებელი — L. entelechia, perfectio.
17. ἐπόμενος — تالى, تابع, لاحقة — შერგომილი, მიდევენებული, თანმყოლი — Eng. consequent, implicate, concomitants.
18. ἡγεμονικός — مدير — მთავრებრივი — Eng. directive.
19. ἰδιότης — خاصية, تخصيص — თვითება — Eng. differentiation, individuation, property; G. Unterscheidung.
20. κρίσις — حكم — ბჭობა — Eng. judgment.
21. μετασχεῖν, μετέχων — مشترك, شارك, شريك — ზიარება, მზიარებელი, თანმეჭონე — Eng. association, equivalence, partnership with the Deity.
22. μονάς — وحدة — მხოლოობა — L. unitas; Eng. oneness.
23. πάθημα, παθητός, πάθος — اثر, مؤثر — საენო (ქმნილი), ვნებადი, ვნება — L. impressio, Eng. affection, cause-effect.
24. πράγμα — امر — საქმე — პრალმა(ა) — Eng. fact, thing.
25. προαίρεσις, προαιρέα, προελέμμενος — اختيار, مختار — წინაღმრჩეველი (წინაღრჩევა) — Eng. choice.
26. ροπή — ميل — თანმიწამვა — Eng. inclination.
27. στερησις — عدم — მოკლება — L. privatio; Eng. non-existent.
28. συγγενής — متناسبة — თანტომი — Eng. correlative.
29. συγκατάθεσις — تصديق, تحقيق — თანდართვა — L. assensus.
30. σύνθεσις — تركيب — თანშეკვრა, თანთხზვა — Eng. combination.
31. ὑποκείμενος — موضوع — ქუემდებარე, წინამდებარე — L. subjectum, suppositum.
32. φθαρτός — فاسد — ხრწნადი — Eng. corruptible.
33. χωριστός — مفارق — განყენებული, განშორებული — Eng. separate, separable.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 28.1.1977)

Н. В. КИЛАДЗЕ

О СОПРИРОДНОСТИ НЕКОТОРЫХ ТЕРМИНОВ ИБН РУШДА
И ИОАННА ПЕТРИЦИ

Резюме

Средневековые мыслители сталкивались с проблемой передачи греческой философии на языке религии. Это оправдывает сравнение философских терминов, используемых Ибн Рушдом и Иоанном Петрици. Со своим безупречным знанием греческого языка, или «языка—солнца» как он его называет, Иоанн Петрици подчас бывает более точным и следовательно допускает меньше ошибок, чем Ибн Рушд, познания которого в греческом языке были, как известно, недостаточны. Выше-сказанное иллюстрируется с помощью таблицы арабо-грузинских терминов, объединенных греческими соответствиями.

PHILOLOGY

N. V. KILADZE

ON THE HOMOGENEITY OF THE TERMS USED BY IBN RUSHD
AND IOANE PETRITSI

Summary

Medieval thinkers were faced with the problem of rendering Greek philosophy in the language of religion. This justifies the comparison of the philosophical terms as used by Ibn Rushd and Ioane Petritsi. With his perfect command of Greek or the "language of the Sun", as he styled it, Petritsi is at times more precise, and hence makes fewer errors than Ibn Rushd who as is known lacked knowledge of Greek. This is illustrated with the help of a table of Arabic and Georgian terms juxtaposed with their Greek counterparts.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Laslo Antal. Questions of meaning. Budapest. 1963.
2. Э Леви-Провансаль. Арабская культура в Испании. М., 1967.
3. Encyclopaedia Britannica, London, 1969, v. XIV.
4. Bibliotheca Arabica Scholasticorum, Serie Arabe. Tome III. Averroès. Tahafot at-Tahafot ou "Incoherence de l'Incoherence", Texte Arabe, établi par Maurice Bouyges. S. J., Beyrouth, 1930.
5. Averroes, Tahafut al-Tahafut (The Incoherence of the Incoherence), Translated from the Arabic with introduction and notes by Simon Van Den Berg, volumes I—II, London, 1954.
6. A Philosophical Lexicon in Persian and Arabic by Soheil M. Afnan. Beirut, 1969.
7. Widersprüche Philosophie nach al-Gazzali und ihr Ausgleich durch Ibn Rosd von Tjitze De Boer. Strassburg, 1894.
8. Materialien zur Kunde des Buddhismus Herausgegeben von Dr. M. Walleser, 13 Heft, Lexikon... von Dr. M. Horten, Heidelberg, 1928.
9. იოანე პეტრიჭის შრომები, ტომი I (ქართული ტექსტი გამოსცა და გამოკვლევა და ლექსიკონი დაურთო სიმ. ყაუხჩიშვილმა). თბილისი, 1940.
10. ნეშეხოვსკი ემესელე ი. ბუნებისათვის კაცისა, ბერძნულითგან გადმოღებული იოანე პეტრიჭის მიერ, თბილისი, 1914.



Э. П. ДЖУГЕЛИ, Н. С. МУСЕРИДЗЕ, Н. С. ЧАЧУА

О НАУКОМЕТРИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ЖУРНАЛА
 «СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

(Представлено академиком Н. А. Ландия 12.1.1977)

Современный научно-технический прогресс обусловил необходимость применения статистических методов в науковедении. Эта область науковедения получила название наукометрии [1]. В этом направлении существенным является изучение различных количественных характеристик статей, публикуемых в научных журналах. Подобные исследования позволяют, с одной стороны, установить общие статистические закономерности распространения первичных информационных источников и, с другой стороны, провести сравнительный анализ публикаций в различных областях на основе выявленных количественных показателей [2].

В данной работе описываются результаты первичного наукометрического анализа статей, опубликованных в журнале «Сообщения АН ГССР». Как известно, в этом журнале печатаются в основном работы, выполненные в научных организациях Академии наук ГССР. Наукометрическому анализу подвергались все статьи (2851 статья), опубликованные в «Сообщениях АН ГССР» за пять лет (1971—1975 гг.) в 63 областях науки. Ввиду того что объем публикуемых в «Сообщениях АН ГССР» статей одинаков при одних и тех же требованиях в отношении научного уровня для статей всех областей науки, возникает возможность сравнивать между собой полученные статистические показатели для различных областей.

Отметим, что в науковедении и информатике нет (мы не встречаем) данных о наукометрическом анализе журнала такого типа, как «Сообщения АН ГССР». Поэтому у нас не было возможности проведения сравнительного анализа с данными других изданий и мы ограничились сравнительным анализом различных областей, представленных в «Сообщениях АН ГССР» и некоторыми собранными нами данными для журнала «Доклады Академии наук СССР».

Полный массив был разбит на два массива: в первый вошли статьи из 17 областей науки (в каждой из них за пять лет опубликовано более 50 статей), а во второй — из 46 областей (менее 50 статей в каждой из них за пять лет).

Для публикаций каждой научной области, вошедшей в первый массив, собраны следующие сведения: 1) среднее количество ссылок в одной статье; 2) процентное количество ссылок на иностранном языке; 3) процентное количество самоцитирования; 4) процентное количество цитирования статей из «Сообщений АН ГССР»; 5) процентное количество статей без ссылок; 6) процентное количество статей с участием академиков и членов-корреспондентов АН ГССР; 7) процентное количество авторов академиков и членов-корреспондентов среди общего количества авторов; 8) индекс Прайса [3]; 9) среднее количество ав-

торов в одной статье; 10) задержка публикации статей. Эти сведения об исследуемом массиве приведены в табл. 1.

Известно, что среднее количество ссылок в одной научной публикации в Советском Союзе равно 10 [2], но «Сообщения АН ГССР» — специфический журнал, в котором ограничены объем статьи и количество ссылок, и поэтому для него этот показатель равен 5 (см. столбец 5 табл. 1). Следует отметить, что значение этого показателя для

Таблица 1

№ п/п	Области науки	Области науки												
		Кол-во статей	Объем библиографических ссылок	Среднее кол-во ссылок в одной статье	% кол-во статей без ссылок	% кол-во ссылок на иностранном языке	% кол-во самоцитирования	% кол-во цитирования статей из «Сообщений АН ГССР»	Индекс Прайса	% кол-во статей с участием акад. и чл.-кор.	% кол-во авторов акад. и чл.-кор.	Среднее кол-во авторов в одной статье	Время задержки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Математика	337	1450	3,4	2	30,3	12,4	7,6	59	2	1,6	1,16	4,6	
2	Физика	168	983	5,8	2	38,9	11	4	73	6,5	2,6	2,6	5,4	
3	Биохимия	159	1349	8,7	0	42	12	6	59	16	7	2,1	4	
4	Физиология животных и человека	151	1143	7,7	1	44	9	7	44	13	7	1,9	4,1	
5	Экспериментальная медицина	139	738	5,9	0	27	9	5	40	7	3	3,3	4	
6	Органическая химия	126	518	4,1	7	23,7	38	16,6	56	40	12	3,3	4	
7	Кибернетика	122	507	3,5	4,5	12,8	35	17,5	100	25	8	1,7	4,3	
8	Геофизика	102	484	4,8	5	35	15	6	85	6	3	1,9	4,4	
9	Машиноведение	85	241	2,6	2,4	9	20,7	9	33	16	8,6	1,9	4,6	
10	Строительная механика	75	233	3,3	3	19	25	9	44	1,3	0,85	1,6	4,3	
11	Геология	73	398	5,4	8	7,8	11	12,6	33	1,4	0,8	1,7	3,7	
12	Металлургия	72	289	4,1	7	18	29	5	45	36,1	9,5	3,7	4,6	
13	Экспериментальная морфология	71	293	4,1	15	46	11	4	33,4	1,4	0,75	1,9	3,3	
14	Физическая химия	70	408	5,8	12,8	31,6	20,5	8,8	58,1	21,4	7,6	2,8	3,8	
15	Цитология	56	337	6,03	14	46	4	4	42	5,3	3	1,8	4	
16	Химическая технология	54	241	4,6	12,9	24,9	26,9	7,9	57,5	25,9	7,8	3,3	4,4	
17	Физиология растений	53	328	5,9	7,5	12,5	7	4	29	1,9	1,08	2	4,4	
Среднее количество для полного массива				5,1	6,1	27,6	17,4	7,9	52,4	12,7	4,9	2,3	4,2	

«ДАН». В «Сообщениях АН ГССР» процентное количество ссылок на них АН ГССР публикуются статьи более узкого профиля, чем в «ДАН». В «Сообщениях АН ГССР» процентное количество ссылок на иностранном языке составляет 27,6%, в то время как для «ДАН» оно равно 31% (табл. 2). Что касается самоцитирования, это показатель для «Сообщений АН ГССР» меньше (столбец 8 табл. 1), чем для «ДАН» (столбец 3 табл. 2).

Проведем краткий сравнительный анализ количественных показателей различных научных областей, вошедших в исследуемый массив. Полученные сведения дают возможность проведения более обширного анализа, но в настоящей статье мы ограничимся лишь некоторыми из этих сведений.

Среднее количество ссылок самое большое в области биохимии — оно равно 8,7, а самое меньшее в области машиностроения — 2,6. Вместе с тем, 42% цитированной литературы в области биохимии на ино-

странном языке, тогда как в области машиностроения — лишь 9%. Как известно [4], 70% реферированной литературы в ВИНТИ опубликовано на иностранном языке. Самоцитирование в области машиностроения в 2 раза больше, чем в области биохимии (столбец 8 табл. 1). Эти данные свидетельствуют об информационных барьерах, мешающих пользоваться существующими информационными источниками.

Процент ссылок на иностранном языке высок в области экспериментальной морфологии и цитологии — 46%, но индекс Прайса низок — 50%, что свидетельствует о том, что используется сравнительно устаревшая литература. В области геологии количество ссылок на иностранном языке составляет 7,8%, что в 2 раза меньше, чем для статей, опубликованных в «ДАН».

Таблица 2

№ п/п	Области науки	Среднее кол-во ссылок в одной статье	% кол-во ссылок на иностранном языке	% кол-во самоцитирования
1	2	3	4	5
1	Математика	6,7	32,1	18,1
2	Гидромеханика	7,8	36	8,5
3	Астрономия	7,3	18,2	31,8
4	Математическая физика	5,3	15,6	25
5	Физика	7,2	18,4	7,8
6	Техническая физика	8	29,8	41,6
7	Кристаллография	6,2	23,5	22
8	Химия	8,3	28,2	14,6
9	Физическая химия	8,9	25,5	20,2
10	Геология	7	15,4	18,6
11	Петрография	10,6	10,6	17,5
12	Геохимия	2,6	18,7	9,3
13	Цитология	13,3	62,5	16
14	Биофизика	12,8	38,8	27,7
15	Биохимия	12,5	67,3	21,5
16	Физиология	6,1	53,7	14,7
Среднее количество для данного массива		8,2	31	19,7

Процентное количество цитирования своих работ — самоцитирования выше для статей из области органической химии. Следует отметить большой разброс этого показателя от среднего значения для всего массива (столбец 8 табл. 1). Закономерности распределения этого показателя недостаточно хорошо исследованы в науковедении [1]. По нему можно судить, как долго один и тот же автор исследует один и тот же вопрос.

В области органической химии высокий показатель ссылок на журнал «Сообщения АН ГССР» — 16,6%, причем авторы статей в данной отрасли в 40% случаев академики или члены-корреспонденты АН ГССР (столбец 11 табл. 1).

Процент ссылок на статьи из «Сообщений АН ГССР» для всех областей науки приблизительно одинаков, кроме органической химии и кибернетики. Для статей этих областей этот показатель равен соответственно 16,6 и 17,5%, что в 2 раза больше, чем средний показатель для всего массива (столбец 9, табл. 1).

Как известно [3], индекс Прайса представляет собой величину, посредством которой научные области можно разбить на точные и не-

точные. Согласно табл. 1 (столбец 10), из 17 областей науки только для 7 областей индекс Прайса больше 50%. Это довольно низкий показатель для областей, представленных в «Сообщениях АН ГССР».

Количество авторов в одной статье, по данным Прайса [5], колеблется в пределах 2,0—2,1. Как видно из столбца 13 табл. 1, для «Сообщений АН ГССР» этот показатель меняется от 1,2 до 3,7 и среднее для всего массива — 2,3 почти совпадает с данными Прайса.

Что касается времени задержки публикации в «Сообщениях АН ГССР», то оно составляет около четырех месяцев (столбец 14 табл. 1). Это довольно короткое время, и «Сообщения АН ГССР» можно считать оперативным журналом.

Полученные нами статистические показатели и краткий первичный анализ — это одно из первых попыток проведения наукометрических исследований в нашей республике. Дальнейшее расширенное исследование в этой области будет способствовать делу лучшей организации научных исследований в нашей республике.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 14.1.1977)

მეცნიერების ისტორია

მ. ჯუღელი, ნ. მუსერიძე, ნ. ჩაჩუა

ქურონალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“
 მეცნიერებების მეთოდებით გამოკვლევის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ქურონალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ გამოქვეყნებული სტატიების ციტირების მაჩასიათებლები და სხვა მეცნიერებების პარამეტრები.

HISTORY OF SCIENCE

E. P. JUGELI, N. S. MUSERIDZE, N. S. CHACHUA

TOWARDS THE STUDY OF THE SCIENCEMETRIC PARAMETERS
 OF THE "BULLETIN OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE
 GEORGIAN SSR"

Summary

The results of a study of the practice of quotation and some other sciencemetric parameters of the papers published in the "Bulletin of the Academy of Sciences of the GSSR" are reported.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Налимов, З. М. Мульченко. Наукометрия. М., 1969.
2. В. А. Маркусова. НТИ, сер. I, № 1, 1973.
3. Д. Прайс. Вопросы философии, № 3, 1971.
4. А. Т. Полушкин. Доклады заседания исследовательского комитета Международной федерации по документации. М., 1970.
5. D. J. Price. Science and Techn. № 15, 1963.

85-ე ტომის სპეციალური სარეგისტრაციო სია

- აბულაძე ა. 454
 აბურჯანია ა. 140
 აგეიანი ნ. 163
 აგლაძე რ. 95
 ადამაშვილი გ. 588
 ავალიშვილი ა. 148
 ანდრონიკაშვილი გ. 76
 ანდრონიკაშვილი თ. 615
 ანთელავა ი. 209
 არეფიევი თ. 635
 ართილაყვა ნ. 612
 ასათიანი ლ. 371
 ასათიანი ლ. 493
 ბაბილოძე ნ. 687
 ბაბუნაშვილი გ. 492
 ბაბუნაშვილი ნ. 469
 ბაგრატიშვილი გ. 624
 ბაირამაშვილი ი. 659
 ბალავაძე ვ. 403
 ბარათაშვილი ი. 627
 ბარისნიკოვი გ. 679
 ბასილაძე ს. 91, 384
 ბაქრაძე ნ. 173
 ბეგალიშვილი გ. 564
 ბელაუთსოვი ვ. 36
 ბენიაშვილი ჯ. 179, 479, 732
 ბექაური ნ. 635
 ბიჭიაშვილი ა. 91, 384
 ბობროვიცი ა. 148, 692
 ბოკუჩავა მ. 435
 ბოლქვაძე ს. 656
 ბოჩიაშვილი მ. 107
 ბუკია ვ. 196
 ბურტკვაა მ. 488
 ბუცხრიძე ბ. 80
 გაბელაია ა. 336
 გაგაშვილი ა. 107
 გავერიძე თ. 580
 გაჩეჩილაძე რ. 296
 გაგაშვილი ლ. 739
 გელაშვილი ბ. 107
 გელაშვილი ე. 359
 გელაშვილი კ. 188
 გვარამია ა. 36
 გველესიანი გ. 619
 გვერდწითელი ი. 76, 359, 371
 გვიგინიშვილი გ. 727
 გინზბურგი ბ. 292
 გობეჯიშვილი მ. 403
 გოგიაშვილი ლ. 723
 გოგლიძე ნ. 445
 გოლიაძე ნ. 644
 გომელაური ე. 674
 გორგაძე ტ. 136
 გორინი ე. 284
 გორიუნია თ. 708
 გუგუცოძე დ. 128
 გუკალაძე ს. 80
 გულისაშვილი ბ. 503
 გურიელაშვილი რ. 307, 552
 გუჯაბიძე გ. 584
 დავითაშვილი ნ. 418, 668
 დანელია რ. 600
 დარასელია მ. 684
 დეკანოძე გ. 172, 452
 დემურაშვილი ზ. 572
 დვალაძე ს. 674
 დობორჯინიძე თ. 144
 დოლიაგინი ა. 715
 დომირსკა-ცესელსკა კ. 200
 დოლიაძე რ. 99
 დოჭვირი ჯ. 679
 დუბინინი მ. 380
 დურმიძე ნ. 652
 ეზიკაშვილი ნ. 424
 ეზიკაშვილი თ. 136
 ეკიშვილი ვ. 441
 ერისთავი ვ. 388
 ვანიშვილი შ. 497
 ვარაზაშვილი ვ. 627
 ვახანია ზ. 536
 ვერბიცი ი. 24
 ვოინიჩ-სიანოუენცი თ. 320
 ვოროჟეიკინა ლ. 68
 ვოსკობოინიკი მ. 576
 ზაინულაბიდოვი მ. 287
 ზაიცივა ე. 594
 ზამბახიძე ლ. 543
 ზარქუა რ. 412
 ზვიადაძე გ. 131
 ზღაპარაშვილი გ. 107
 ზურაბაშვილი ზიგ. 467
 თადეაძე თ. 279
 თავდიშვილი თ. 63
 თავხელიძე დ. 416, 668
 თევდორაძე ვ. 428
 თევზაძე ლ. 607
 თოფურია ე. 368
 იაშვილი მ. 156
 იაშვილი ნ. 359
 იმედიძე ე. 711
 ინასარიძე ხ. 32
 ინჯგია რ. 600
 იორამაშვილი დ. 612
 ისახანოვი რ. 316
 ისირიკიანი ა. 380
 კაზაროვი რ. 576
 კანაძე ლ. 95
 კარაკოზოვი კ. 727
 კარახანოვი ლ. 400
 კასრაძე ჯ. 107
 კახიანიშვილი ა. 612
 კერესელიძე ზ. 109
 კერესელიძე მ. 131
 კერესელიძე ნ. 320
 კილაძე ნ. 759
 კილესევი ვ. 59
 კობახიძე ე. 87
 კობახიძე გ. 327
 კონონი ი. 412
 კრუნიკი ნ. 24
 კუბლაშვილი კ. 765
 კულიკოვი ს. 679
 კურცხალია ს. 388
 კუტუბიძე ლ. 109
 ლეკვიშვილი ე. 356
 ლეკვიშვილი ნ. 80
 ლორია ნ. 644
 ლორთქიფანიძე მ. 403

- მაგრაქველიძე თ. 674
 მაზია ვ. 39
 მასიაია თ. 296
 მამაცაშვილი თ. 388
 მამაცაშვილი ნ. 484
 მამულია ლ. 205
 მანჯგალაძე თ. 72
 მარდაღიშვილი თ. 151
 მარუაშვილი ლ. 391
 მარჩილაშვილი ქ. 81, 375
 მასალიკინი ვ. 144
 მახარაძე ი. 627
 მდივანი მ. 469
 მელიქაძე ლ. 356, 632
 მინდინი ვ. 95
 მირიანაშვილი ვ. 604
 მიშენევა ვ. 708
 მუმლაძე ვ. 68
 მუმლაძე დ. 637
 მურვანიძე ლ. 173
 მუსხერიძე ნ. 756
 მუხაძე მ. 648
 მშვილდაძე გ. 136
 მჭედლიშვილი თ. 672
- ნადირაშვილი მ. 612
 ნადირაძე ა. 619
 ნადირაძე რ. 303
 ნანობაშვილი ელ. 91, 384
 ნანობაშვილი ნ. 568
 ნარიკაშვილი ს. 159
 ნარმანია ვ. 284
 ნასარიძე ი. 201
 ნასყიდაშვილი ბ. 697
 ნატროშვილი დ. 52, 324
 ნაუმოვი ვ. 120
 ნგუენ სუან ტუენი 548
 ნიკურაძე ნ. 140
 ნონიაშვილი ე. 463
- ოვანეზოვი კ. 659
 ოკლეი ლ. 412
 ოშიაძე ი. 131, 619
 ონიანი მ. 656
 ოქროსცვარიძე ზ. 412
- პეტროვა ტ. 538
 პისკანოვსკი ლ. 624
 პლამენევსკი ბ. 39
- ქამებრაშვილი მ. 76
- რაფაეა ე. 441
 რევიშვილი ლ. 532, 560
 რუხაძე ლ. 556
- საბელაშვილი შ. 615
 სავდიევა ბ. 459
 სალამატინა ნ. 463
 სამაღაშვილი ც. 697
 სამსონია შ. 76
 სანიკიძე შ. 184
 სარიჩევი რ. 400
 სეიმონიშვილი ი. 344
 სეფაშვილი ბ. 580
 სეფიაშვილი ა. 407
 სილამონიძე შ. 81, 375
 სიმონიანი გ. 715
 სიტნიკოვი ე. 684
 სიხარულძე დ. 347
 სკობლევა ნ. 438
 სუპატაშვილი გ. 644
- ტოგონიძე დ. 352
 ტყეშელაშვილი ვ. 109
- უშარაული ე. 632
- ფალავა ი. 469
 ფირალაშვილი ნ. 188
 ფირცხალავა ნ. 607
 ფხაჰიაშვილი მ. 131
- ქანთარია გ. 332
 ქართველიშვილი ე. 356
 ქართველიშვილი კ. 604
 ქაჩიბაია ე. 580
 ქაჯაია დ. 109
 ქაჯაია დ. 159
 ქემხაძე გ. 538
 ქიქვაძე გ. 693
 ქორიძე ზ. 615
 ქოქრაშვილი ზ. 103
 ქუთელია ე. 576
- ღლონტი თ. 687
 ღონლაძე ი. 600
- ყალიჩავა გ. 711, 715
 ყარაშვილი ბ. 735
- შავინიანი ე. 436
 შარვაშიძე დ. 711
 შატალინი ი. 68
 შაქარაშვილი თ. 635
 შელგეია რ. 488
 შენგელია თ. 663
 შენგერაძე ა. 388
 შველიძე ნ. 107
 შიოლაშვილი ზ. 624
- შოშიაშვილი მ. 188
 შტეინლუხტი ლ. 580
 შულმანი ა. 576
- ჩაგუნავა რ. 505
 ჩაჩუა ნ. 756
 ჩენგელაშვილი ი. 123
 ჩიგოვიძე ა. 48
 ჩიკვაძე ნ. 109
 ჩიხლაძე გ. 87
 ჩიხრაძე გ. 103
 ჩოჩიევა კ. 484
 ჩხაიძე ნ. 136
 ჩხარტიშვილი თ. 120
 ჩხარტიშვილი ი. 412
 ჩხეიძე კ. 719
 ჩხიკვაძე ლ. 131
- ცაგარეიშვილი ვ. 43, 274
 ცაგარეიშვილი დ. 627
 ცარახოვი მ. 627
 ცემახოვიჩი ბ. 412
 ციციშვილი გ. 81, 375, 615
 ციციშვილი ვ. 340
 ცხადაძე მ. 467
 ცხაკაია დ. 344
- ძიძიგური ა. 407, 652
- წერეთელი გ. 445
 წერეთელი ი. 192
 წიქარიძე ზ. 445
 წიქარიძე თ. 445
 წულაია ბ. 420
- ჭავჭავაძე ნ. 704
 ჭანტურიშვილი ლ. 619
 ჭელიძე ე. 28
 ჭელიძე ლ. 735
 ჭიჭინაძე გ. 116, 396
 ჭიჭინაძე მ. 708
 ჭიჭინაძე რ. 55
 ჭოლოციძე გ. 652
 ჭუბაბორია ი. 479
 ჭურაძე თ. 479
- ხავთასი კ. 109
 ხალვაში ე. 592
 ხანავეა ზ. 431
 ხანანაშვილი ვ. 441
 ხარაზიშვილი ა. 20, 300
 ხანატუროვა თ. 400
 ხიმშიაშვილი გ. 311
 ხიტრიი გ. 632

ხოფერია ნ. 663
 ხულორდაეა თ. 68
 ჯამბაზიშვილი ი. 168

ჯანელიძე რ. 624
 ჯაფარიძე ჯ. 99
 ჯეებენაძე დ. 723
 ჯინჭარაძე მ. 380

ჯილაური დ. 723
 ჯიშიაშვილი დ. 624
 ჯორბენაძე ბ. 741
 ჯუღელი ე. 756

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 85-го ТОМА

- | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Абуладзе А. В. 453 | Вахания З. Н. 533 | Деканоидзе Г. И. 169, |
| Абурджания А. Н. 137 | Вербицкий И. Э. 21 | 449 |
| Авалишвили А. С. 145 | Войнич-Сяноженский | Демуришвили З. Н. 569 |
| Агекян Н. Г. 161 | Т. Г. 317 | Джамбазышвили Я. С. |
| Агладзе Р. И. 93 | Ворожейкина Л. Ф. 65 | 165 |
| Адамашвили Т. Г. 585 | Воскобойник М. Б. 573 | Джанелидзе Р. Б. 621 |
| Андроникашвили Г. Г. | | Джапаридзе Дж. И. 97 |
| 73 | | Джвებენაძე დ. გ. 721 |
| Андроникашвили Т. Г. | Габелая А. Г. 333 | Джигაური დ. გ. 733 |
| 613 | Гавашели А. М. 105 | Джинчарадзе М. А. 377 |
| Антелава И. П. 211 | Гавриленко Т. Б. 577 | Джишашვილი დ. ა. |
| Арефьев О. А. 633 | Гарновский А. Д. 605 | 621 |
| Артилакვა Н. К. 609 | Гачечиладзе Р. И. 293 | Джорбенаძე ბ. ა. 744 |
| Асатиани Л. П. 369 | Гварамя А. А. 33 | Джугელი Э. П. 753 |
| Асатиани Л. Ю. 495 | Гвелеснани Г. Г. 617 | Дзидзигური А. А. 405, |
| | Гвердцители И. М. 73, | 649 |
| | 357, 369 | დიდიძე ა. ვ. 633 |
| Бабилодзе Н. С. 685 | Гегечкори Л. Ш. 737 | Дობორჯგინიძე თ. გ. |
| Бабунашвили Г. В. 489 | Гелашвили Е. С. 357 | 141 |
| Бабунашвили Н. А. 472 | Гелашвили К. Д. 185 | Догонаძე რ. რ. 97 |
| Багратишвили Г. Д. 621 | Гигаური Р. Д. 361 | Долягин А. Б. 713 |
| Байрамашвили И. А. | Гигинейшвили Г. М. 725 | Домирска-Цесельска К. |
| 657 | Гинзбург Б. Д. 289 | 197 |
| Бакрадзе Н. Д. 175 | Глonti Т. А. 685 | Дубинин М. М. 377 |
| Балаваძე ვ. კ. 401 | Гобеджишვილი М. С. | დურმიშიძე ნ. შ. 649 |
| Бараташвили И. Б. 625 | 401 | დოჭვირი დ. ჯ. ნ. 677 |
| Барышников В. Д. 677 | Гогнашвили Л. Е. 721 | |
| Басилаძე ც. მ. 89, | Гоглиძე ს. ს. 447 | Еზიკაშვილი ნ. ო. 421 |
| 381 | Голиадзе Н. С. 641 | Еზიკაშვილი ო. ს. 133 |
| Бегалишвили Г. М. 561 | Гомელაური В. И. 673 | |
| Бекаури Н. Г. 633 | Гонгаძე ი. ა. 597 | ჯამნერაშვილი მ. გ. |
| Белашვილი Б. С. 105 | Горгаძე თ. კ. 133 | 73 |
| Белоусов В. Д. 33 | Горин Е. А. 281 | |
| Беннашვილი დ. შ. 177, | Горюхина Т. А. 705 | ჯაინგულაბიდოვ მ. მ. |
| 473, 729 | Гугუიძე დ. ს. 125 | 285 |
| Бичнашвили А. Д. 89, | Гуджаბიძე გ. ვ. 581 | ჯაიძე ე. ი. 593 |
| 381 | Гукалов С. П. 77 | ჯამბახიძე ლ. გ. 541 |
| Бобровицкий А. В. 145, | Гулисაშვილი ბ. ა. 501 | ჯარგარიან ბ. მ. 725 |
| 689 | Гурგენიძე ნ. ი. 361 | ჯარკა რ. შ. 409 |
| Бокучава М. А. 437 | Гуриელაშვილი რ. ი. | ჯანადაძე გ. ი. 129 |
| Болкваძე ს. ლ. 653 | 305, 549 | ჯაკაძოვა გ. ა. 105 |
| Бочкачев М. Д. 105 | | ჯურაბაშვილი ზიგ. ა. |
| Букия Г. Б. 193 | | 465 |
| Бурдзგლა М. Г. 485 | Давиташვილი ნ. ს. 413, | |
| Буцхრიკიძე ბ. ა. 77 | 665 | იმედიძე ე. ა. 709 |
| | Данелия რ. ვ. 597 | ინასარიძე ხ. ნ. 29 |
| Ванишვილი შ. Н. 500 | Дараселия მ. კ. 685 | ინჯგია რ. გ. 597 |
| Варазашვილი ვ. ს. 625 | Двалაძე ს. ვ. 673 | |

- Иорамашвили Д. Ш. 609
 Исаханов Р. С. 313
 Исириян А. А. 377
 Каджая Д. В. 157
 Каджая Д. Д. 111
 Казаров Р. Е. 573
 Каличавა Г. С. 709, 713
 Кантария Г. В. 329
 Капанадзе Л. Г. 93
 Каракозов К. Г. 725
 Караханов Л. М. 397
 Карашвили Б. Д. 733
 Картвелишвили К. З. 601
 Картвелишвили Э. В. 353
 Касрадзе Д. А. 105
 Кахнашвили А. И. 609
 Качибая В. Н. 577
 Кемхадзе Г. Г. 537
 Кереселидзе З. М. 111
 Кереселидзе М. В. 129
 Кереселидзе Н. Б. 317
 Кикава Г. С. 696
 Кладзе Н. В. 751
 Кипиани Л. Г. 77
 Киселев В. И. 57
 Кобахидзе Е. И. 85
 Кобзев Г. Н. 325
 Кокрашвили З. А. 101
 Конон Ю. А. 409
 Коридзе З. И. 613
 Крупник Н. Я. 21
 Куликов С. Н. 677
 Курцхалия Ц. Ш. 385
 Кутелия Э. Р. 573
 Кутубидзе Л. Е. 111
 Леквейшвили Э. Г. 353
 Лекишвили Н. Г. 77
 Лордкипанидзе М. М. 401
 Лория Н. В. 641
 Маграквелидзе Т. Ш. 673
 Мазья В. Г. 37
 Мансана О. И. 293
 Мамацашвили Г. С. 385
 Мамацашвили Н. С. 481
 Мамулия Л. И. 207
 Манджгаладзе О. В. 69
 Манджгаладзе П. В. 345
 Мардалейшвили Т. К. 149
 Маруашвили Л. И. 389
 Марчилашвили К. М. 84, 373
 Махарадзе И. А. 625
 Машлыкын В. Г. 141
 Мдивани М. Б. 472
 Меликадзе Л. Д. 353, 629
 Миндин В. Ю. 93
 Мирианашвили В. И. 601
 Мишенева В. С. 705
 Мумладзе В. В. 65
 Мумладзе Д. Г. 640
 Мурванидзе Л. А. 175
 Мусеридзе Н. С. 753
 Мухадзе М. Г. 645
 Мчедlishvili Т. Ф. 669
 Мшвилдадзе Г. М. 133
 Надирадзе А. А. 617
 Надирадзе Р. Г. 301
 Надирашвили М. Д. 609
 Нанобашвили Е. М. 89, 381
 Нанобашвили Н. Д. 565
 Нарикашвили С. П. 157
 Нармания В. Г. 281
 Насаридзе И. Г. 204
 Наскидашвили П. П. 698
 Натрошвили Д. Г. 321
 Натрошвили Л. Г. 49
 Наумов В. Б. 117
 Нгуен Суан Туен 545
 Никурадзе Н. А. 137
 Ноннашвили Е. М. 461
 Оганезов К. А. 657
 Оклей Л. Н. 409
 Окросцваридзе З. Ш. 409
 Омиадзе И. С. 129, 617
 Ониани Ш. И. 653
 Пагава И. К. 472
 Петрова Т. А. 437
 Пирадашвили Н. З. 185
 Пирцхалава Н. И. 605
 Пискановский Л. В. 621
 Пламеневский Б. А. 37
 Пхачиашвили М. Ш. 129
 Рапава Э. А. 442
 Ревишвили Л. В. 529, 557
 Рухадзе Л. Р. 553
 Сабелашвили Ш. Д. 613
 Сагдиева П. Д. 457
 Саламатина Н. В. 461
 Самадашвили Ц. Ш. 698
 Самсония Ш. А. 73
 Санникдзе Ш. Ш. 181
 Сарычев Р. А. 397
 Свимионшвили И. И. 341
 Сепашвили Б. И. 577
 Сепиашвили А. Д. 405
 Сидамонидзе Ш. И. 84, 373
 Симонян Г. Г. 713
 Ситников Э. К. 681
 Сихарулидзе Д. И. 345
 Скобелева Н. И. 437
 Супаташвили Г. Д. 641
 Тавдишвили О. С. 61
 Тавхелидзе Д. С. 413, 665
 Тадумадзе Т. А. 277
 Тевдорадзе В. В. 425
 Тевзадзе Л. А. 605
 Ткешелашвили В. Г. 111
 Тогонидзе Д. А. 349
 Топурия Э. Н. 365
 Ушараули Э. А. 629
 Хавтаси Д. Д. 111
 Халваши Э. Х. 589
 Ханаева З. С. 429
 Хананашвили В. О. 442
 Харазишвили А. Б. 17, 297
 Хачатурова О. А. 397
 Хачидзе Н. А. 133
 Химшиашвили Г. Н. 309
 Хитири Г. Ш. 629
 Хоперия Н. Н. 661
 Хулордава Т. Г. 65
 Цагарейшвили В. Ш. 41, 273

Цагарейшвили Д. Ш. 625	Чачуа Н. С. 753	Чхиквадзе Л. А. 129
Царахов М. С. 625	Челидзе Л. Т. 733	
Цемахович Б. Д. 409	Челидзе Э. В. 25	Шагинян В. С. 433
Церетели Г. Л. 447	Чернокальский Б. Д. 361	Шакарашвили Т. С. 633
Церетели И. Д. 189	Чечелашвили И. Д. 121	Шарвашидзе Д. И. 709
Цивкарашвили Д. Я. 361	Чигогидзе А. Г. 45	Шаталин И. Д. 65
Цикаридзе З. Л. 447	Чикваидзе Н. Н. 111	Швангирадзе А. В. 385
Цикаридзе О. Н. 447	Чихладзе Г. М. 85	Швелидзе Н. К. 105
Пицишвили В. Г. 337	Чихрадзе Г. А. 101	Шелегия Р. С. 485
Пицишвили Г. В. 84, 373, 613	Чичинадзе Г. Л. 113, 393	Шенгелия О. В. 661
Цулая Г. Г. 417	Чичинадзе М. В. 705	Шиолашвили З. Н. 621
Цхададзе М. Ш. 465	Чичинадзе Р. К. 53	Шопиашвили М. З. 185
Цхакая Д. Д. 341	Чоликидзе Г. В. 649	Штейнлухт Л. С. 577
	Чочиева К. И. 481	Шульман А. Е. 573
Чавчанидзе Н. Ш. 701	Чубабрия И. В. 477	Экизашвили В. К. 442
Чагунава Р. В. 507	Чурадзе Т. А. 477	Эристави В. Д. 385
Чантуришвили Л. Д. 617	Чхартишвили И. В. 409	Яшвили М. Н. 153
	Чхартишвили Т. А. 117	Яшвили Н. М. 357
	Чхеидзе Д. В. 717	

AUTHOR INDEX TO VOLUME 85

Abuladze A. V. 454	Bobrovitsky A. V. 148, 692	Chubabria I. V. 479
Aburjania A. N. 140	Bochkachev M. D. 107	Churadze T. A. 479
Adamashvili G. T. 588	Bokuchava M. A. 439	
Agekjan N. G. 163	Bofkvadze S. L. 656	Danelia R. V. 600
Agladze R. I. 96	Bukia G. B. 196	Daraselia M. K. 688
Andronikashvili G. G. 76	Burdzgia M. G. 488	Davitashvili N. S. 416, 668
Andronikashvili T. G. 616	Butskhrikidze B. A. 80	Dekanoidze G. I. 172, 452
Antelava I. P. 211		Demurishvili Z. N. 572
Arefyev O. A. 635	Chachua N. S. 756	Dididze A. V. 635
Asatiani L. P. 371	Chagunava R. V. 508	Doborjginidze T. G. 144
Asatiani L. Y. 496	Chavchanidze N. Sh. 704	Dochviri J. N. 680
Avalishvili A. S. 148	Chechelashvili I. D. 124	Doghonadze R. R. 99
	Chelidze E. V. 28	Dolyagin A. B. 715
Babilodze N. S. 688	Chelidze L. T. 736	Domirska-Ciesielska K. 200
Babunashvili G. V. 492	Chernokalsky B. D. 364	Dubinin M. M. 380
Baburashvili N. A. 472	Chichinadze G. L. 116, 396	Durmishidze N. Sh. 652
Bagratishvili G. D. 624	Chichinadze M. V. 708	Dvaladze S. V. 675
Bairamashvili I. A. 659	Chichinadze R. K. 55	Dzidziguri A. A. 408, 652
Bakradze N. D. 176	Chigogidze A. Ch. 48	
Balavadze V. K. 404	Chikhladze G. M. 88	Ekizashvili V. K. 443
Baratashvili I. B. 628	Chikhradze G. A. 104	Ezikashvili N. O. 424
Barishnikov V. D. 680	Chikvaide N. N. 112	Ezikashvili O. S. 136
Basiladze Ts. M. 92, 384	Chkhartishvili I. V. 412	Eristavi V. D. 388
Begalishvili G. M. 564	Chkhartishvili T. A. 120	
Bekauri N. G. 635	Chkheidze J. V. 719	Gabelaia A. G. 336
Belashvili B. S. 107	Chkhikvadze L. A. 132	Gachechiladze R. I. 296
Belousov V. D. 36	Chochieva K. I. 484	Garnovsky A. D. 607
Beniashvili D. Sh. 180, 476, 732	Cholikidze G. V. 652	Gavasheli A. M. 107
Bichlashvili A. D. 92, 384		Gavrilenko T. B. 580

- Gegechkhori L. Sh. 739
 Gelashvili E. S. 360
 Gelashvili K. D. 188
 Gigauri R. D. 364
 Gigineishvili G. M. 728
 Ginzburg B. D. 292
 Glonti T. A. 688
 Gobejishvili M. S. 404
 Gogiashvili L. E. 724
 Goglidze S. S. 447
 Goliadze N. S. 644
 Gomelaury V. I. 675
 Gongadze Yu. A. 600
 Gorgadze T. K. 136
 Gorin E. A. 284
 Goryukhina T. A. 708
 Gugutsidze D. S. 128
 Gukalov S. P. 80
 Gulisashvili B. A. 503
 Gurgენიძე N. I. 364
 Gurielashvili R. I. 307,
 552
 Gujabadze G. V. 584
 Gvaramia A. A. 36
 Gvelesiani G. G. 620
 Gverdtseteli I. M. 76,
 360, 371
 Iashvili M. N. 156
 Iashvili N. M. 360
 Imedidze E. A. 711
 Inassaridze H. N. 32
 Injgia R. G. 600
 Ioramashvili D. Sh. 612
 Isakhanov R. S. 316
 Isirikyan A. A. 380
 Jambazishvili Y. S. 168
 Janelidze R. B. 624
 Japaridze J. J. 99
 Jigauri D. G. 736
 Jincharadze M. A. 380
 Jishiashvili D. A. 624
 Jorbenadze B. A. 744
 Jugeli N. S. 756
 Jvebenava D. G. 724
 Kachibaia V. N. 580
 Kajaia D. D. 112
 Kajaia D. V. 160
 Kakhniashvili A. I. 612
 Kalichava G. S. 711, 715
 Kantaria G. V. 332
 Kapanadze L. G. 96
 Karakhanov L. M. 400
 Karakozov K. G. 728
 Karashvili B. D. 736
 Kartvelishvili E. V. 356
 Kartvelishvili K. Z. 604
 Kasradze J. A. 107
 Kazarov R. E. 576
 Kemkhadze G. G. 538
 Kereselidze M. V. 132
 Kereselidze N. B. 320
 Kereselidze Z. M. 112
 Khachaturova O. A. 400
 Khachidze N. A. 136
 Khalvashi E. Kh. 592
 Khanaeva Z. S. 431
 Khananashvili V. O. 443
 Kharazishvili A. B. 20,
 300
 Khavtasi D. D. 112
 Khimshiashvili G. N. 311
 Khitiri G. Sh. 632
 Khoperia N. N. 663
 Khulordava T. G. 68
 Kikava G. S. 696
 Kiladze N. V. 751
 Kipiani L. G. 80
 Kiselev V. I. 60
 Kobaknidze E. I. 88
 Kobzev G. N. 327
 Kokrashvili Z. A. 104
 Konon Yu. A. 412
 Koridze Z. I. 616
 Krupnik N. Ya. 24
 Kublashvili K. M. 748
 Kulikov S. N. 680
 Kurtskhalia Ts. S. 388
 Kutelia E. R. 576
 Kutubidze L. E. 112
 Lekishvili N. G. 80
 Lekveishvili E. G. 356
 Lordkipanidze M. M. 404
 Loria N. V. 644
 Magrakvelidze T. Sh. 675
 Maisaia O. I. 296
 Makharadze I. A. 628
 Mamatsashvili G. S. 388
 Mamatsashvili N. S. 484
 Mamulia L. I. 207
 Manjgaladze O. V. 72
 Manjgaladze P. V. 348
 Marchilashvili K. M. 84,
 375
 Mardaleishvili T. K. 152
 Maruashvili L. I. 392
 Mashlykin V. G. 144
 Maz'ja V. G. 40
 Mchedlishvili T. F. 672
 Mdivani M. B. 472
 Melikadze L. D. 356, 632
 Mindin V. Y. 96
 Mirianashvili V. I. 604
 Misheneva V. S. 708
 Mshvildadze G. M. 136
 Mukhadze M. G. 648
 Mumladze D. G. 640
 Mumladze V. V. 68
 Murvanidze L. A. 176
 Museridze N. S. 756
 Nadiradze A. A. 620
 Nadiradze R. G. 303
 Nadirashvili M. D. 612
 Nanobashvili H. M. 92,
 384
 Nanobashvili N. D. 568
 Narikashvili S. P. 160
 Narmania V. G. 284
 Nasaridze I. G. 204
 Naskidashvili P. P. 699
 Natroshevili D. G. 52, 324
 Naumov V. B. 120
 Nguyen Xuan Tuyen 548
 Nikuradze N. A. 140
 Noniashvili E. M. 464
 Oganezov K. A. 659
 Okley L. N. 412
 Okrostsvardidze Z. Sh. 412
 Omiadze I. S. 132, 620
 Oniani Sh. I. 656
 Pagava I. K. 472
 Petrova T. A. 439
 Piradashvili N. Z. 188
 Pirtskhalava N. I. 607
 Pkhachiashvili M. Sh. 132
 Plamenevskii B. A. 40
 Rapava E. A. 443
 Revishvili L. V. 532, 560
 Rukhadze L. R. 556
 Sabelashvili Sh. D. 616
 Sagdieva P. D. 459
 Salamatina N. V. 464
 Samdashvili Ts. Sh. 699

- Samsonia Sh. A. 76
 Sanikidze Sh. Sh. 184
 Sarychev R. A. 400
 Sepashvili B. I. 580
 Sepashvili A. D. 408
 Shaginyan V. S. 436
 Shakarashvili T. S. 635
 Sharvashidze D. I. 711
 Shelegia R. S. 488
 Shengelia O. V. 663
 Shoshiashvili M. Z. 188
 Shul'man A. E. 576
 Shvangiradze A. V. 388
 Shvelidze N. K. 107
 Sidamonidze Sh. I. 84, 375
 Sikharulidze D. I. 348
 Simonian G. G. 715
 Sitnikov E. K. 684
 Skobeleva N. I. 439
 Steinlukht L. S. 580
 Supatashvili G. D. 644
 Svimonishvili I. I. 344
- Tadumadze T. A. 279
 Tavdishvili O. S. 63
 Tavkhelidze D. S. 416, 668
 Tevdoradze V. V. 428
 Tevzadze L. A. 607
 Tkeshelashvili V. G. 112
 Togonidze D. A. 352
 Topuria E. N. 368
 Tsagareishvili V. Sh. 43, 275
 Tsemakhovich B. D. 412
 Tsereteli G. L. 447
 Tsereteli I. D. 192
 Tsikaridze O. N. 447
 Tsikaridze Z. L. 447
 Tsitsishvili G. V. 84, 375, 616
 Tsitsishvili V. G. 340
 Tsivkarashvili D. Y. 364
 Tskhadadze M. Sh. 467
 Tskhakaja D. D. 344
 Tsulaia G. G. 420
- Usharauli E. A. 632
- Vakhania Z. N. 536
 Vanishvili Sh. N. 500
 Varazashvili V. S. 628
 Verbitsky I. E. 24
 Vorozheikina L. F. 68
 Voskoboynik M. B. 576
 Voynich-Syanozhentsky T. G. 320
- Zainulabidov M. M. 287
 Zaitseva E. I. 595
 Zambakhidze L. G. 544
 Zargaryan B. M. 728
 Zarkua R. Sh. 412
 Zhamierashvili M. G. 76
 Zlakazova G. A. 107
 Zurabashvili Zig. A. 467
 Zviadadze G. N. 132

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. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях ори-



гинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста: под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенные 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 стариницы. 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 ქ უ რ ა დ ლ ე გ 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 ჭრვ გამოქვეყნებულ 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 გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (ვარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტემაზო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილებში ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებლობს თვეში 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 უზსუხები ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადვოკატი უნდა აქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით ვადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათა გამეორება 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 აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონკრეტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყოფდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემიცვლინოს შემთხვევაში კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების



დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რომ ვადასტურებ
 გილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრი-
 ლი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეღნიტ მკაფიოდ
 უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა
 გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მათგანულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი
 შავი ფანქრით, ხოლო არამათგანულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფან-
 ქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და
 ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე.
 წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩანატივები ფანქრით ან მეღნიტ.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ
 იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო
 შრომა, ვუჩვენეთ ეურნალის 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 ნუმე-
 რაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არა-
 მედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში
 ევადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა.
 არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც
 ტექსტში მოითხოვებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება.
 დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშა-
 ობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „ნოაბემში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერ-
 ტულ ეურნალებში. 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 ს ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

6/19/05



№ 1 836.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181