

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გოაგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 86 ტომ

№ 3

ივნისი 1977 იუნჯ

თბილისი • ტბილისი • TBILISI



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბოჲაბჲე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

13.5.21-

ტოპი 86 ტომ

№ 3

ივონი 1977 იუნჲ

თბილისი • ტბილისი • TBILISI

ს ა რ ე დ ა კ ტ ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, ბ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურშიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, ვ. 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. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 8.7.1977; შეკვ. № 2219; ანაწილების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საარტიცხოვ-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 04072; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 8.7.1977; зак. № 2219; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 04072; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

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

* * *

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

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

*ნ. ბერეკაშვილი. სივრცეთა ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ	532
*ვ. აბილოვი. დიფერენცირებად ფუნქციათა მიხსლოება ფურიე — ლაგერის მწკრივის კერძო ჯამების არითმეტიკული საშუალოებით	535
*ა. ხარაზიშვილი. ევკლიდურ სივრცეებში rt -სიმრავლეების დახასიათება	540
*თ. ყიფიანი. დომინირებული კერძო წარმოებულის მქონე ფუნქციათა ერთი კლასის პირდაპირი და შებრუნებული თეორემები	543
*ა. პაჭკორია. მონოიდების კომპოზიციური კოფიციენტებით ნახევარმოდულუმებში	548
*ნ. კარაპეტიაძე. კვაზიერთგვაროვანი გულიანი ინტეგრალური ოპერატორების შემოსაზღვრულობის შესახებ	552
*დ. გოგუაძე. კოლმოგოროვის ორჯერადი და განმეორებითი ინტეგრალებისა და ფუნქციის თეორემის განზოგადების შესახებ	556
*გ. გორდენიანი, ე. ევსეევი. ჰიპერბოლური ტიპის განტოლებათა სისტემების ამოხსნის ერთი ეკონომიური სხვაობიანი მეთოდის შესახებ	560
*ი. სპიტაკოვსკი. მატრიც-ფუნქციათა ფაქტორიზება, რომელთა ჰაუსდორფისეული სიმრავლე მოთავსებულია კუთხის შიგნით	564
*რ. გეწაძე. ფურიეს ჯერადი ორთოგონალური მწკრივების განშლადობის შესახებ	566
*გ. ხარატიშვილი, თ. თაღუმაძე. კვაზიმონოტონიის და არსებობის საკითხები დაგვიანების შემცველ ოპტიმალურ სისტემებში	571
*ვ. ასათიანი, ზ. ჭანტურია. ფუნქციის ცვლილების მოდული და ბანახის ინდიკატრისი	576

მიქანიკა

*ი. რატიანი. საშახტო დერძული ვენტილატორების ნიჩბების რხევებზე ჩამარების დრეკადობის გავლენა არაწრფივი აღმდგენი ძალის შემთხვევაში	579
---	-----

დრეკადობის თეორია

*მ. ბაშელეიშვილი. ზოგიერთი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანის შესახებ არაერთგვაროვანი მრავალფენიანი ტრანსვერსალურად იზოტროპული უსასრულო ფილისათვის	584
---	-----

კიბერნეტიკა

*ნ. ბოკუჩავა. ინფორმაციული სტატისტიკის შესახებ	587
*ტ. ტურაშვილი. პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკის ამოუხსნადი მინიმალური კლასების შესახებ	590
*კ. ძიძიგური. მრავალწლიან ნარგავთა განახლების ოპტიმალური სტრატეგიის არჩევის მოდელები	596

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *კ. დომირსკა-ცესელსკა. რესურსების (კაპიტალდაზღვრების) ოპტიმალური განაწილების მოდელი სახალხო მეურნეობის დარგებს შორის საეკონომიკური პერიოდში 600

ფიზიკა

- *გ. ბეგიაშვილი, გ. ჯანდიერი. სტატისტიკურად არაერთგვაროვან გარემოში მოძრავი ოსცილატორის გამოსხივება (გასწვრივი რხევები) 604
- *დ. ბჰატაჩარია, ზ. ქაჩლიშვილი. ფარადეის ეფექტი დენის ცხელ მატარებლებზე 607

ბიოფიზიკა

- *დ. სიხარულიძე. დედამიწის ზედა მანტიის აგებულება კავკასიაში რელეის ტალღების ფაზურ სინქარეთა დისპერსიის მიხედვით 611
- *ნ. თუთბერიძე. რელეის ტალღების ჯგუფური სინქარების გამოთვლის საკითხისათვის 616
- *თ. ულენტი, გ. ქვევანიშვილი. ატმოსფერული ელექტრული განმუხტვების სპექტრის ფუნქციონალური კავშირი ცოცხალი ორგანიზმების ბიოლოგიურ აქტივობასთან 620

ორბანული ძივია

- *ნ. დოხტურიშვილი. ეპოქსიდურ-ახალაქური თანაპოლიმერების სინთეზი და მათი თვისებების კვლევა 624

ძივიური ტექნოლოგია

- *მ. მღებრიშვილი. გალის მეავას ექსტრაქციული გამოყოფა სისტემაში „სითხე-სითხე“ 628

ფიზიკური გეოგრაფია

- *ა. ჯავახიშვილი. ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის წყლის ბალანსი 632
- *ე. ჯიშკარიანი, ლ. ქალდანი. თურჩუ-ტობას მდებარეობა (დასავლეთი საქართველო) 635
- *მ. გონგაძე. მესხეთის ანთროპოგენული რელიეფი 639

გეოლოგია

- *მ. კეკელია, ი. კიკნაძე, თ. ხუციშვილი. სერპენტინიტის გამოსავალი ხრამის კრისტალური ფუნდამენტის შვერილში 644
- ა. კვიციანი, ჯ. სალია, ა. ჭეხანი. ბოლნისის მადნიანი რაიონის ვერცხლის წყლის გამოვლინებების მადანმოიხნავე ქანების შეცვლათა თავისებურებანი 647

სამშენებლო მემანია

- *კ. ხუბერიანი, ა. კოჭიაშვილი. ლოგარითმული სპირალით თაღოვანი კაშხლების სამცენტრიანი თაღების დერძების შეცვლით მიღებული ეფექტის შესახებ დაძაბულობის ველში 652

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

*შ. ონიანი, ნ. ნიკოლაიშვილი, ბ. გვრიტიშვილი. მადაროს ჰაერის ტემპერატურის წლიური რხევის გავლენა გვირაბების გარემომცველ სამთო მასივის ტემპერატურათა ველზე 656

მიტალურბია

*ზ. მუშკუდიანი, თ. ნოდია, ა. ლომაშვილი, ა. გაბისიანი. არა-ლითონური ჩანარები ნახევრადმშვიდი ფოლადის სხმულეებში 660

*ვ. კლდიაშვილი. იმპულსური გენერატორები ლითონებისა და შენადნობების რაფინირებისათვის 663

*მ. დონინი, ს. მანჯგალაძე, ტ. დაშნიანი, ვ. ქემხაძე. ლითონთა დაცვისათვის გამოყენებული პლასტიფიცირებული პოლივინილქლორიდის მიკრობიალური კოროზია 667

მანქანათმშენობა

*პ. წულაია. სიხისტის არასიმეტრიული დრეკად-ფრიქციული მარყუჟული მახსიათებლის მქონე რხევითი სისტემის აღმწერი დიფერენციალური განტოლებების წარმოსახვა აბმზე 672

*ლ. ვოროტინცევი. კვარტული არაწრფივი სისტემის არამდგრადობიდან სუბჰარმონიკების გენერაცია 676

*რ. ვარსიმაშვილი. ჭიკადაცემა ცვალებადი გადაცემის რიცხვით 680

ჰიდროტექნიკა

*მ. დოდობერიძე, რ. კაკაურიძე, ი. მიქაშვილი, დ. მირცხულავა. ავარიებისა და ინციდენტების სტატისტიკური ანალიზის მონაცემების განზოგადება კაშხლების საიმედოობის თვალსაზრისით 684

ატომბათური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

*ი. მიქაძე, თ. მურუსიძე. მბმ მზადყოფნის კოეფიციენტის განსაზღვრის საკითხისათვის 688

ბოტანიკა

*ზ. აძინბა, ვ. ხენკო. რცხილის დინამიური იარუსის განვითარება ბიჰენთის ნაკრძალის ფიჭვის ხის წარაფში 691

ბიოფიზიკა

*რ. პაპელიშვილი. თავის ტვინის სხვადასხვა ტიპის უკრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინის პრეპარატების მატრიცული აქტივობა 695

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

*ც. ბეგიშვილი, მ. მაჭავარიანი, ნ. რამიშვილი. *Rh. Leguminorum*-ის უკრედის ცილების კომპონენტური შედგენილობის შესწავლა 698

*ზ. ლომთათიძე, ვ. ანელი, ვ. ჩაჩავა. არსონიუმის მარილების ზოგიერთი ჰომოლოგის ტოქსიკურობა 702

ჰისტოლოგია

- *უ. გაბუნია, ლ. შეინინა, დ. კუტივაძე, ა. გვიჩია, ი. ვაჩეჩი-
 ლაძე, მ. ბოლქვაძე, ა. დოლიძე. ფოსფორილაზური აქტივობა
 და გლიკოგენის შემცველობა სხვადასხვა ლოკალიზაციის სიმსივნეებში 707

ემსპირიმიენტული მორფოლოგია

- *ა. ხუჭუა. ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზური ნევროსეკრეტორული სისტემის ცვლილე-
 ბები კლინიკური სიკვდილის შემდეგ 712

ემსპირიმიენტული მედიცინა

- *ნ. ლომიძე. ადამიანის გვირგვინოვანი არტერიების კედლის შუკომოლისაქარი-
 დული შედგენილობის ასაკობრივი ცვლილება 716
- *ე. ნეჩაევა, ა. ბარენბოიმი, ე. ტრუზნიკოვი, ს. ხასანოვი,
 ზურ. ზურაბაშვილი, მ. ჯინჭარაძე. ანთების საწინააღმდეგო
 უნარის მქონე სპლენინის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოვლენა 719
- *კ. გელაშვილი, ც. გაჩეჩილაძე. დასხივებული ვირთავების სავერცხე-
 ბის ზოგიერთი ულტრასტრუქტურული მახვენებლები 724

პათოლოგია

- *ლ. ჭელიძე. საქართველოს ზედააოცენური ფლორების განვითარების საკითხი-
 სათვის 727
- *ე. ახვლედიანი. გვარი *Metadacna* (Ebersin) დასავლეთ საქართველოს
 პლიოცენური ნალექებიდან 732
- *ე. ყვავაძე. მდ. სუფსის ჭალის ტერასის პალინოლოგიური გამოკვლევა (ს. ორმეთთან) 736

ენათმეცნიერება

- *ნ. მახარაძე. **ბ**-ს ბიზანტიური წარმოქმნის საკითხისათვის 740

ფილოლოგია

- *თ. ქურდოვანიძე. ქართული ჯადოსნური ზღაპრის ტექსტის გამართულობის
 ხარისხის შესახებ 743

ისტორია

- *თ. ჯაფარიძე. პრეზიდენტი და კონგრესი: ურთიერთობის ევოლუცია 747
- რ. ჯანაშია. მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის არსის გაგებისა-
 თვის 749

ეთნოგრაფია

- + ნ. ბრეგაძე. მეკვლე 758

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Н. А. Берикашвили. О теории гомологии пространств	529
В. А. Абилов. Приближение дифференцируемых функций арифметическими средними частных сумм ряда Фурье—Лагерра	533
А. Б. Харазшвили. Характеристика rl -множеств в эвклидовых пространствах	537
Т. Г. Кипиани. Прямые и обратные теоремы приближения одного класса функций с доминирующей смешанной производной	541
А. М. Пачкория. Когомология моноидов с коэффициентами в полумодулях	545
Н. К. Карапетянц. Об ограниченности интегральных операторов с квазиоднородными ядрами	549
Д. Ф. Гогоуадзе. О двойных и повторных интегралах Колмогорова и обобщении теоремы Фубини	553
Д. Г. Гордлезиани, Е. Г. Евсеев. Об одном экономичном разностном методе решения систем гиперболических уравнений	557
И. М. Спитковский. О факторизации матриц-функций, хаусдорфово множество которых расположено внутри угла	561
Р. Д. Гецадзе. О расходимости кратных ортогональных рядов Фурье	565
Г. Л. Харатишвили, Т. А. Тадумадзе. Вопросы квазивыпуклости и существования в оптимальных системах с запаздываниями	569
В. О. Асатиани, З. А. Чантурия. Модуль изменения функции и индикатриса Банаха	573

МЕХАНИКА

Ю. А. Ратиани. О влиянии упругости заделки на колебания лопаток шахтных осевых вентиляторов при нелинейной восстанавливающей силе	577
---	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. О. Башелейшвили. О некоторых гранично-контактных задачах для неоднородной многослойной трансверсально-изотропной бесконечной плиты	581
---	-----

КИБЕРНЕТИКА

Н. В. Бокучава. Об информационной статистике	585
Т. В. Турашвили. О минимальных неразрешимых классах логики предикатов первой ступени	589
К. П. Дзидзигури. Модели выбора оптимальной стратегии обновления многолетних насаждений	593

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- К. Домирска-Цесельска. Модель оптимального распределения ресурсов (капиталовложений) по отраслям народного хозяйства в плановом периоде 597

ФИЗИКА

- Г. А. Бегиашвили, Г. В. Джандиери. Излучение осциллятора, движущегося в статистически неоднородной среде (поступательные колебания) 601
- Д. П. Бхаттачария, З. С. Качлишвили. Эффект Фарадея на горячих носителях тока 605

ГЕОФИЗИКА

- Д. И. Сихарулидзе. Строение верхней мантии Земли на Кавказе по дисперсии фазовых скоростей воли Релея 609
- Н. П. Тутберидзе. К вопросу о вычислении групповой скорости воли Релея 613
- Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Функциональная связь спектра атмосферных электрических разрядов с биологической активностью живых организмов 617

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. С. Дохтуришвили. Синтез и исследование свойств эпоксидно-новолачных сополимеров 621

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- М. А. Мгебришвили. Экстракционное выделение галловой кислоты в системе «жидкость-жидкость» 625

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- А. И. Джавахишвили. Водный баланс северного склона Центрального Кавказа 629
- В. М. Жишкариани, Л. А. Калдани. Пещерная система Турчу—Тоба (Западная Грузия) 633
- М. А. Гонгадзе. Антропогенный рельеф Месхетии (Южная Грузия) 637

ГЕОЛОГИЯ

- М. А. Кекелия, И. И. Кикнадзе, О. Д. Хуцишвили. Выход серпентинита в Храмском выступе кристаллического фундамента 641
- А. А. Квициани, Д. Г. Салия, А. А. Чехани. Особенности околорудных изменений пород на ртутных проявлениях Болнисского рудного района (Южная Грузия) 645

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- К. М. Хуберян, А. М. Кожиашвили. Об эффектах, достигаемых в полях напряжений арочных плотин путем замены трехцентровых осей арок логарифмическими спиралями 649

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Ш. И. Ониани, Н. С. Николаишвили, Б. З. Гвретишвили. Влияние годового колебания температуры рудничного воздуха на температурное поле окружающего выработки горного массива 653

МЕТАЛЛУРГИЯ

- З. А. Мушкудиани, Т. К. Нодия, А. Н. Ломашвили, А. Г. Габисиани. Неметаллические включения в слитках полуспокойной стали 657
- В. И. Квдиашвили. Импульсные генераторы для рафинирования металлов и сплавов 661
- М. А. Донин, С. Н. Манджгаладзе, Т. С. Дашниани, В. С. Кемхадзе. Микробная коррозия пластифицирования поливинилхлорида, используемого для защиты металла 665

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Г. Г. Цулая. Воспроизведение на АВМ дифференциальных уравнений, описывающих колебательную систему с несимметричной петлевой упруго-фрикционной характеристикой жесткости 669
- Л. К. Воротынцева. Генерация субгармоники из неустойчивости в системе с квадратичной нелинейностью 673
- Р. Ш. Варсимашвили. Червячная передача с переменным передаточным числом 677

ГИДРОТЕХНИКА

- М. И. Гогоберидзе, Р. Г. Какауридзе, Ю. Н. Микашвили, Д. Ц. Мирцхулава. Обобщение данных статистического анализа аварий и инцидентов в аспекте надежности плотин 681

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- И. С. Микадзе, Т. А. Мурусидзе. К вопросу об определении коэффициента готовности ЭВМ 685

БОТАНИКА

- З. И. Адзинба, В. Н. Хенко. О динамике развития грабникового яруса в сосновой роще Пицундского заповедника 689

БИОХИМИЯ

- Р. К. Папелишвили. Матричная активность препаратов хроматина, выделенных из ядер различных типов клеток головного мозга 693

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Ц. К. Бегишвили, М. З. Мачавариани, Н. М. Рамишвили. Изучение компонентного состава белка клеток *Rh. leguminosarum* 697
- З. Ш. Ломтатидзе, Дж. М. Анели, Г. Н. Чачава. Токсичность некоторых гомологов солей арсония 701

ГИСТОЛОГИЯ

- У. А. Габуния, Л. И. Шейнина, Д. А. Кутивадзе, А. Ш. Гвичия, И. А. Гачечиладзе, М. П. Болквадзе, А. Б. Долидзе. Фосфорилазная активность и содержание гликогена в опухолях различной локализации 705

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- А. В. Хучуа. Измерения гипоталамо-гипофизарной невросекреторной системы после клинической смерти 709

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Н. Б. Ломидзе. Возрастные изменения содержания мукополисахаридного состава в стенках венечных артерий человека 713
- Е. В. Нечаева, А. М. Баренбойм, В. И. Трубников, С. Г. Гасанов, З. А. Зурабашвили, М. М. Джинчарадзе. Выявление биологически активных веществ спленина, обладающих противовоспалительным действием 717
- К. Д. Гелашвили, Ц. В. Гачечиладзе. Некоторые ультраструктурные показатели яичников крыс после облучения 721

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Л. Т. Челидзе. К вопросу о развитии верхнемиоценовых флор Грузии 725
- Е. Г. Ахвледиани. О роде *Metadacna* (Ebersin) из плиоценовых солоноватоводных отложений Западной Грузии 729
- Э. В. Квавадзе. Палинологическое исследование надпойменной террасы р. Супса (у с. Ормети) 739

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- Н. А. Махарадзе. К вопросу о византийском произношении β 737

ФИЛОЛОГИЯ

- Т. Д. Курдованидзе. О степени связности текста грузинской волшебной сказки 741

ИСТОРИЯ

- Т. З. Джапаридзе. Президент и конгресс: эволюция взаимоотношений 745
- * Р. Д. Джанашия. К понятию вопроса культурно-технического уровня рабочего класса 752
- * Н. А. Брегадзе. «Меквлэ» 756

CONTENTS*

MATHEMATICS

N. A. Berikashvili. On a homology theory of spaces	532
V. A. Abilov. Approximation of differentiable functions by arithmetical means of Fourier-Laguerre sums	535
A. B. Kharazishvili. The characterization of rt -sets in Euclidean spaces	540
T. G. Kipiani. On direct and converse theorems for a class of functions with dominated partial derivatives	543
A. M. Pachkoria. The cohomology of monoids with coefficients in semimodules	548
N. K. Karapetiants. On the boundedness of an integral operator with quasi-homogeneous kernels	552
D. F. Gogvadze. On the double and repeated integrals of Kolmogorov and generalization of Fubini's theorem	556
D. G. Gordeziani, F. G. Evseev. On one economical difference method for solving systems of hiperbolic equations	560
I. M. Spitkovski. Factorization of matrix-valued functions with their hausdorf set lying in an angle	564
R. D. Getsadze. On the divergence of multiple orthonormal Fourier series	567
G. L. Kharatishvili, T. A. Tadumadze. The questions of quasi-convexity and existence in delay optimal systems	571
V. O. Asatiani, Z. A. chanturia. The modulus of variation of a function and the Banach indicatrix	576

MECHANICS

Yu. A. Ratiani. The influence of elasticity of fastening on the vibration of blades of mine axial fans under nonlinear restoring force	580
--	-----

THEORY OF ELASTICITY

M. O. Bacheleishvili. On some boundary-contact problems for a homogeneous multilayer transversally isotropic infinite plate	584
---	-----

CYBERNETICS

N. V. Bokuchava. On informational statistics	587
T. V. Turashvili. On the undecidable minimal classes of first order predicate logic	590

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

- K. P. Dzidziguri. Some models for selecting the optimum strategy for renewal of perennial plants 596
- K. Domirska-Ciesielska. Optimum investment distribution model in various branches of the national economy within a planned period 600

PHYSICS

- G. A. Begiashvili, G. V. Jandieri. The emission of oscillator moving in a statistically inhomogeneous medium 604
- D. P. Bhattacharya, Z. S. Kachlishvili. On the hot carrier Faraday effect 608

GEOPHYSICS

- D. I. Sikharulidze. Study of the structure of the upper mantle of the earth in the Caucasus according to phase velocities of Rayleigh waves 611
- N. P. Tutberidze. On computing group velocities of Rayleigh waves 616
- T. G. Zhgenti, G. Sh. Kevanishvili. Euctional relationship of the atmospheric spectrum of electrical discharges and the biological activity of living organisms 620

ORGANIC CHEMISTRY

- N. S. Dokhturishvili. The synthesis of epoxide-novolak copolymers and investigation of their properties 624

CHEMICAL TECHNOLOGY

- M. A. Mgebrishvili. Extraction isolation of gallic acid in the system „liquid-liquid“ 628

PHYSICAL GEOGRAPHY

- A. J. Javakhishvili. The water balance of the northern slope of the Greater Caucasus 632
- V. M. Jiskariani, L. A. Kaldani. The Turchu-Toba cave system (Western Georgia) 635
- M. A. Gongadze. Anthropogenic relief of Meskheti (Southern Georgia) 639

GEOLOGY

- M. A. Kekelia, I. I. Kiknadze, O. D. Khutsishvili. An outcrop of serpentinite in the Khrami uplift of the crystalline basement 644
- A. A. Kvitsiani, J. G. Salia, A. A. Chekhani. On the peculiarities of country rock alteration in the mercury mineralization of Madneuli 647

STRUCTURAL MECHANICS

- K. M. Khuberian, A. M. Kozhiashvili. On the effects obtainable in the stress fields of arch dams by substituting logarithmic spirals for the arch axes 652

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- Sh. I. Oniani, N. S. Nikolaishvili, B. Z. Gvritishvili. The effect of the annual variation of the mine air temperature on the temperature field surrounding the workings of the rock mass 656

METALLURGY

- Z. A. Mushkudiani, T. K. Nodia, A. N. Lomashvili, A. G. Gabisi-
ani. Non-metallic inclusions in semikilled steel ingots 660
- V. I. Kldiashvili. Impulse generators for refining steels and alloys 663
- M. A. Donin, S. N. Manjgaladze, T. S. Dashniani, V. S. Kemkhadze.
Microbial corrosion of plasticated polyvinylchloride used for metal protec-
tion 668

MACHINE BUILDING SCIENCE

- G. G. Tsulaja. Reproduction on the analog computer of equations describing a vibratory system with an asymmetric loop elastic-friction characteristic of rigidity 672
- L. K. Vorotyntsev. Subharmonic generation from instability in a system with quadratic nonlinearity 676
- R. Sh. Varsimashvili. Worm gear with variable gearing number 680

HYDRAULIC ENGINEERING

- M. I. Gogoberidze, R. G. Kakauridze, U. N. Mikashvili, D. T. Mirtskhulava. Generalization of the data on the statistical analysis of damage and accidents under the reliability aspect 684

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- I. S. Mikadze, T. A. Murusidze. Towards determining the operational readiness of a computer 688

BOTANY

- Z. I. Adzinba, V. N. Khenko. On the dynamics of the development of the storey of *carpinus orientalis* in the pine-grove of the Pitsunda reservation 691

BIOCHEMISTRY

- R. K. Papelishvili. Template activity of chromatin preparations isolated from various-type cell nuclei of the brain 695

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- Ts. K. Begishvili, M. Z. Machavariani, H. M. Ramishvili. Study of protein components of *Rh. leguminosarum* cells 698
- Z. Sh. Lomtadze, J. M. Aneli, G. N. Chachava. Toxicity of some homologues of arsonium salts 703

HISTOLOGY

- U. A. Gabunia, L. I. Sheinina, D. A. Kutivadze, A. Sh. Gvichia, I. A. Gachechiladze, M. P. Bolkvadze, L. B. Dolidze. Phosphorylase activity and glycogen content in tumors of various localization 708

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- A. V. Khuchua. Changes of the hypothalamo-hypophysial neurosecretory system after clinical death 712

EXPERIMENTAL MEDICINE

- N. B. Lomidze. Age changes of the Mucopolysaccharide composition in the walls of human coronary arteries 716
- E. B. Nechaeva, A. M. Barenboim, V. I. Trubnikov, S. G. Gasanov, Zur. A. Zurabashvili, M. M. Jincharadze. Identification of the biologically active antiinflammatory substances of spleen 719
- K. D. Gelashvili, Ts. V. Gachechiladze. Some ultrastructural indices of irradiated rat ovaries 724

PALAEOBIOLOGY

- L. T. Chelidze. Concerning the evolution of the Late Miocene floras of Georgia 728
- E. G. Akhvlediani. On the genus *metadacna* (Ebersin) from the Pliocene brackish-water beds of Western Georgia 732
- E. V. Kvavadze. Palynological study of the Holocene deposits of the terrace above the flood-plain of the river Supsa (near the village of Ormeti) 736

LINGUISTICS

- N. A. Makharadze. On the Byzantine pronunciation of β 740

PHILOLOGY

- T. D. Kurdovanidze. On the degree of connectedness of the text of the Georgian fairy tale 744

HISTORY

- T. Z. Japaridze. President and Congress: evolution of relationship 747
- R. D. Janashia. Toward the understanding of the essence of the cultural and professional standards of the working class 752

ETHNOGRAPHY

- N. A. Bregadze. *Mekvle* (first-foot) 756

Н. А. БЕРИКАШВИЛИ

О ТЕОРИИ ГОМОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.1.1977)

Целью данной работы является обобщение понятия функтора D , данного в [1—5] и упрощение определений и доказательств некоторых результатов для D .

1. Пусть (A, d, I) — ассоциативная дифференциальная алгебра с единицей, где I — автоморфизм алгебры A , связанный с дифференциалом равенствами $dI = -Id$, $d(ab) = da \cdot b + Ia \cdot db$. Обозначим через $G(A)$ группу делителей единицы алгебры A . Формула

$$g * a = I(g) ag^{-1} + dg \cdot g^{-1}, \quad g \in G(A), \quad a \in A, \quad (1)$$

определяет действие группы $G(A)$ на множество A . Пусть $M(A)$ обозначает подмножество элементов, удовлетворяющих равенству Брауна (см. [6])

$$da = -Ia \cdot a. \quad (2)$$

Если $g \in G(A)$, $a \in M(A)$, то $g * a \in M(A)$.

Определение. Множество орбит множества $M(A)$ относительно действия группы $G(A)$ обозначим через $D(A)$; класс элемента 0 обозначим через 0. Если дан гомоморфизм $f: (A, d, I) \rightarrow (A', d', I')$ алгебр с единицей, $f(1) = 1$, то $f(M(A)) \subset M(A')$, $f(G(A)) \subset G(A')$, $f(g * a) = f(g) * f(a)$; следовательно, определено отображение множеств $D(f): D(A) \rightarrow D(A')$. Так получаем ковариантный функтор из категории дифференциальных алгебр с единицей в категорию множеств с отмеченными точками.

Непосредственная проверка показывает, что верна

Лемма. Пусть $a \in M(A)$ и $b \in A$. Тогда для $g = 1 + db + Ib \cdot a + I^{-1}a \cdot b$ имеем равенство $ag - Ig \cdot a = dg$; следовательно, если g окажется делителем единицы, то $g * a = a$.

2. Пусть $A = \prod_0^\infty A^p$ — градуированная дифференциальная алгебра с единицей, с дифференциалом степени $+1$. Пусть $Ia^p = (-1)^p a^p$, $a^p \in A^p$. Элементы из A вида $1 + a^1 + a^2 + \dots$, $a^p \in A^p$, $p > 0$, образуют подгруппу $G_2(A)$ группы $G(A)$. Если $M_2(A)$ обозначает подмножество из $M(A)$, состоящее из элементов a с условием $a^0 = a^1 = 0$, то по формуле (1) $G_2(A)$ действует слева на множество $M_2(A)$. Множество орбит обозначим через $D_2(A)$. С использованием леммы доказывается



Теорема 1. Пусть $f: A \rightarrow A'$ — гомоморфизм градуированных дифференциальных алгебр с единицей, который индуцирует изоморфизм групп когомологий в положительных размерностях. Тогда $D(f): D_2(A) \rightarrow D_2(A')$ биективно.

Заметим, что, если алгебра A связна, т. е. $H^0(A) = \Lambda$, то $D_2(A)$ можно отождествить с подмножеством множества $D(A)$.

3. Пусть Γ — ассоциативная Λ -алгебра с единицей и (X, Y) — пара топологических пространств. Тогда сингулярные коцепи с коэффициентами в Γ образуют градуированную дифференциальную ассоциативную Λ -алгебру $C^*(X, Y; \Gamma)$. Прямая сумма $\Lambda \oplus C^*(X, Y; \Gamma)$ естественным образом становится градуированной дифференциальной ассоциативной алгеброй с единицей. Равенство $D(X, Y; \Gamma) = D_2(\Lambda \oplus C^*(X, Y; \Gamma))$ определяет контравариантный функтор из категории топологических пространств в категорию множеств с отмеченными точками. Аналогичным образом, если (K, L) — пара упорядоченных симплициальных комплексов, то равенство $D(K, L; \Gamma) = D_2(\Lambda \oplus C^*(K, L; \Gamma))$ определяет функтор на категории симплициальных комплексов. Следствием теоремы 1 являются следующие предложения.

Предложение 1. Если $f, g: (X, Y) \rightarrow (X', Y')$ гомотопны, то $D(f) = D(g): D(X, Y; \Gamma) \rightarrow D(X', Y'; \Gamma)$.

Предложение 2. Если $i: (X \setminus U, Y \setminus U) \rightarrow (X, Y)$ — вырезание, то $D(i): D(X \setminus U, Y \setminus U; \Gamma) \rightarrow D(X, Y; \Gamma)$ биективно.

Предложение 3. Если $(|K|, |L|)$ — реализация симплициальной пары (K, L) , то естественный гомоморфизм колец $C^*(|K|, |L|; \Gamma) \rightarrow C^*(K, L; \Gamma)$ индуцирует биективное отображение $D(|K|, |L|; \Gamma) \rightarrow D(K, L; \Gamma)$.

Предложение 4. Если $f: (X, Y) \rightarrow (X', Y')$ индуцирует изоморфизм модулей гомотопий в положительных размерностях с коэффициентами в Λ , то $D(f): D(X, Y; \Gamma) \rightarrow D(X', Y'; \Gamma)$ биективно.

Имеет место следующая

Теорема 2 (см. [3, 4]). На категории конечных CW-комплексов $D(X, \Gamma)$ является полуточным гомотопическим функтором в смысле Брауна и Дольда.

4. Если Γ — градуированная алгебра, $\Gamma = \Sigma \Gamma^p$, то в $D(X, Y; \Gamma)$ следующим образом определим подмножество $\bar{D}(X, Y; \Gamma): d \in D(X, Y; \Gamma)$ принадлежит $\bar{D}(X, Y; \Gamma)$, если d содержит коцепь a вида

$$a = a^2 + a^3 + \dots + a^p + \dots, \quad a^p \in C^p(X, Y; \Gamma^{p-1}). \quad (3)$$

Легко видеть, что $\bar{D}(X, Y; \Gamma)$ можно определить как множество орбит элементов $a \in C^*(X, Y; \Gamma)$, удовлетворяющих условиям (2) и (3), относительно действия подгруппы $\bar{G}(C^*) \subset G(C^*)$ элементов вида $1 + c^1 + c^2 + \dots$, $c^p \in C^p(X, Y; \Gamma^p)$.

5. Пусть V — Λ -модуль, и Λ — коммутативное кольцо с единицей. Эндоморфизмы модуля V образуют Λ -алгебру $\text{End } V$. Если V — градуированный модуль, то $\text{End } V$ также является градуированным модулем. Следовательно, определены $D(X, Y; \text{End } V)$ и $\bar{D}(X, Y; \text{End } V)$. Второй из этих функторов,

в случае, когда V —свободный модуль, совпадает с введенным в [1—4] функтором, и будем обозначать его через $D(X, Y; V)$. Чтобы получить определение этого последнего функтора, когда V не является проективным модулем, рассмотрим проективную резольвенту $R(V) = \{R_0(V) \leftarrow R_1(V) \leftarrow \leftarrow R_2(V) \leftarrow \dots\}$ модуля V и определим алгебру A сингулярных коцепей пары (X, Y) с коэффициентами в комплексе $\text{Eнд } R(V)$; $D_2(A)$ является искомым $D(X, Y; V)$. Определение алгебры A :

$$A^s = \coprod_{n+p=q=s} A^{n,p,q}, \quad A^{n,p,q} = C^n(X, Y; \text{Hom}(R_k(V), R_q(V))),$$

$$\dim a^{n,p,q} = n + p - q, \quad d = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3, \quad \delta_1 = \delta, \quad \delta_2 = (-1)^n \delta, \quad \delta_3 = (-1)^{n+p} \delta;$$

$$a^{n,p,q} \cdot a^{m,s,t} = 0, \quad \text{если } q \neq s; \quad a^{n,p,s} \cdot a^{m,s,t} = (-1)^{(p-s)m+\beta(s)} a^{n,p,s} \cup a^{m,s,t},$$

где $\beta(s) = 1 + 2 + 3 + \dots + (s-1) = s(s-1)/2$. A становится ассоциативной дифференциальной градуированной алгеброй.

Если Λ не является коммутативной алгеброй и V —левый Λ -модуль, то $\text{Eнд } V$ является кольцом, т. е. Z -алгеброй, и $D(X, Y, V)$ определяем как функтор D_2 от соответствующей Z -алгебры. Определение $D(X, Y; V)$ очевидно проходит и в том случае, когда V —локальная система над X . $D(-, V)$ очевидным образом определено и для симплициальных комплексов.

6. Если K — DGA —коалгебра и S — DGA —алгебра, то множество $D(K, S)$, определенное в [5], можно получить следующим образом. Пусть элементами дифференциальной алгебры A являются гомоморфизмы $\varphi: K \rightarrow A$ ($K = \Sigma K_q$, $A = \Pi A_i$); пусть $\varphi_{q,i}: K_q \rightarrow A_i$ —компонента φ ; размерностью $\varphi_{q,i}$ является $2q-i$. Пусть $I\varphi_{q,i} = (-1)^{2q-i} \varphi_{q,i}$; во множестве $M(A)$ подмножество $\bar{M}(A)$ определим требованием, чтобы компонента $\varphi_{q,i} = 0$, если $q-i \neq 1$. Элементы вида $1 + \varphi_{1,1} + \varphi_{2,2} + \dots$ образуют подгруппу $\bar{G}(A)$ в группе $G(A)$. Эта группа $\bar{G}(A)$ действует на $\bar{M}(A)$ по формуле (2). Множество орбит есть $D(K, S)$.

7. Во множестве $D(A)$, в частности в $D(X, V)$, не удастся введение алгебраической структуры. Во множестве $D(X, Y; \Gamma)$, где Γ —кольцо целых чисел mod 2, или Γ —антикоммутативная алгебра, вводится абелева групповая структура (см. [7]).

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

ბ. ბერიკაშვილი

სივრცეთა ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ

რეზიუმე

თუ (A, d, I) დიფერენციალური ალგებრაა ერთეულით, $M(A) = \{a | a \in A, da = -Ia \cdot a\}$ და $G(A)$ აღნიშნავს A -ს ერთეულის გამყოფებს, მაშინ (1) ფორმულა განმარტავს $G(A)$ ჯგუფის მოქმედებას $M(A)$ სიმრავლეზე. ორბიტათა სიმრავლე $D(A)$ არის კოვარიანტული ფუნქტორი დიფერენციალურ ალგებრათა კატეგორიიდან სიმრავლეთა კატეგორიაში. ეს განმარტება აზოგადებს D -ს განმარტებას, რომელიც მოცემულია [1—5] შრომებში და ამარტივებს დამტკიცებებს.

MATHEMATICS

N. A. BERIKASHVILI

ON A HOMOLOGY THEORY OF SPACES

Summary

If (A, d, I) is a differential algebra with 1, $M(A) = \{a | a \in A, da = -Ia \cdot a\}$ and $G(A)$ denotes the group of units of A , then formula (1) defines an action of group $G(A)$ on the set $M(A)$. The set of orbits $D(A)$ becomes a covariant functor from the category of differential algebras to the category of point-sets. This definition generalizes the definition of D given in [1—5] and simplifies the proofs of the results.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968, 9—14.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 13—16.
3. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970, 285—287.
4. Н. А. Берикашвили. Труды Тбил. матем. ин-та, 51, 1976, 1—105.
5. В. А. Смирнов. Матем. заметки, 20, № 4, 1976, 465—472.
6. E. H. Brown. Ann. Math. 69, 1959, 223—246.
7. Л. Хелая. Сб. докладов, конференция молодых ученых. Тбилиси, 1976, 149—150.

В. А. АБИЛОВ

ПРИБЛИЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ
 АРИФМЕТИЧЕСКИМИ СРЕДНИМИ ЧАСТНЫХ СУММ РЯДА
 ФУРЬЕ—ЛАГЕРРА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 1.2.1977)

1. А. Н. Колмогоров [1] установил асимптотически точное равенство для верхней грани уклонения частных сумм ряда Фурье от класса r -раз дифференцируемых 2π -периодических функций. В работе А. Н. Колмогорова впервые исследовалось уклонение конкретного приближающего процесса не для одной какой-то функции, а для целого класса функций. Дальнейшей реализации этой идеи и установлению асимптотически точных и порядковых равенств для верхних граней уклонений тех или иных приближающих процессов от тех или иных классов функций посвящен ряд работ. Наиболее полные результаты в этом направлении получены в [2, 3]. Асимптотически точные и порядковые равенства для верхних граней уклонений частных сумм и их арифметических средних рядов Фурье—Якоби, Фурье—Эрмита от различных классов функций получены в [4—7].

В настоящей заметке установлено порядковое равенство для верхней грани уклонения арифметических средних частных сумм ряда Фурье—Лагерра от класса функций, производная порядка r ($r=1, 2, \dots$) которых имеет заданную мажоранту модуля непрерывности.

2. Пусть $L_n^{(\alpha)}(x)$ — многочлены Лагерра ([8], стр. 100), ортогональные на $[0, +\infty)$ с весом $e^{-x} x^\alpha$ ($\alpha > -1$), нормированные условием $L_n^{(\alpha)}(0) = \binom{n+\alpha}{n}$ и

$$f(x) \sim \sum_{n=0}^{\infty} C_n(f) L_n^{(\alpha)}(x)$$

$$\left(c_n(f) = \left[\Gamma(\alpha+1) \binom{n+\alpha}{n} \right]^{-1} \int_0^{\infty} e^{-t} t^\alpha f(t) L_n^{(\alpha)}(t) dt \right)$$

— ряд Фурье—Лагерра функции $f(x)$;

$$s_n(f; x) = \sum_{k=0}^n c_k(f) L_k^{(\alpha)}(x)$$



— частные суммы ряда Фурье—Лагерра;

$$\sigma_n(f; x) = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n s_k(f; x)$$

— арифметические средние частных сумм ряда Фурье—Лагерра.

Пусть, далее, $\omega(t)$ — заданный модуль непрерывности [9], т. е. функция, заданная на $[0, +\infty)$ и удовлетворяющая условиям

$$1) \lim_{t \rightarrow 0} \omega(t) = \omega(0) = 0, \quad 2) 0 \leq \omega(t_2) - \omega(t_1) \leq \omega(t_2 - t_1), \quad (0 \leq t_1 \leq t_2).$$

Обозначим через $W^r H_\omega (r=1, 2, \dots)$ класс функций $f(x)$, заданных на $[0, +\infty)$, имеющих на $[0, +\infty)$ производную $f^{(r)}(x)$, модуль непрерывности

$$\omega(f^{(r)}; t) = \sup_{|h| \leq t} \left\{ \sup_{x, x+h \in [0, +\infty)} |f^{(r)}(x+h) - f^{(r)}(x)| \right\},$$

которой на $[0, +\infty)$ не превосходит заданного модуля непрерывности $\omega(t)$, т. е.

$$\omega(f^{(r)}; t) \leq \omega(t).$$

Справедлива следующая

Теорема. Пусть $x \in (0, +\infty)$ и $\alpha + r \geq \frac{1}{2}$. Тогда

$$\sup_{f \in W^r H_\omega} |f(x) - \sigma_n(f; x)| = O \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n k^{-\frac{r}{2}} \omega \left(\frac{1}{\sqrt{k}} \right) \right\},$$

где константа, входящая в $O(1)$, зависит от α , r и x , причем она равномерно ограничена относительно x на любом отрезке $[a, b] \subset (0, +\infty)$.

3. Доказательство этой теоремы можно привести с помощью следующих вспомогательных предложений.

Лемма 1. Пусть $x \in (0, +\infty)$ и $\alpha > -1$. Тогда

$$L_n^{(\alpha)}(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} n^{\frac{\alpha}{2} - \frac{1}{4}} e^{\frac{x}{2}} x^{-\frac{\alpha}{2} - \frac{1}{4}} \left\{ \cos(2\sqrt{nx} - \gamma) + O \left(\frac{1+x^3}{\sqrt{nx}} \right) \right\},$$

где $\gamma = \frac{\alpha\pi}{2} + \frac{\pi}{4}$ и константа, входящая в $O(1)$, зависит только от α .

Аналогичная формула для многочленов Эрмита была установлена В. А. Стекловым [10].

Лемма 2. Если $f(t) \in W^r H_\omega$, то

$$c_n(f) = (-1)^r \frac{1}{\sqrt{\pi}} n^{-\frac{\alpha}{2} - \frac{r}{2} - \frac{1}{4}} \int_0^\infty e^{-\frac{t}{2}} t^{\frac{\alpha}{2} + \frac{r}{2} - \frac{1}{4}} f^{(r)}(t) \cos \left(2\sqrt{nt} - \gamma - \frac{r\pi}{2} \right) dt + O \left\{ n^{-\frac{\alpha}{2} - \frac{r}{2} - \frac{3}{4}} \omega \left(\frac{1}{\sqrt{n}} \right) \right\},$$

где константа, входящая в $O(1)$, зависит от α и r .

Лемма 3. Справедливы асимптотические равенства

$$\sum_{k=n}^{\infty} \frac{\cos\left(2\sqrt{k}t - \frac{r\pi}{2}\right)}{(\sqrt{k})^{r+1}} = 2 \int_{\sqrt{n}}^{\infty} \frac{\cos\left(2tx - \frac{r\pi}{2}\right)}{x^r} dx + O\left(n^{-\frac{r+1}{2}}\right)(1+t^2),$$

$$\sum_{k=1}^n \frac{\cos\left(2\sqrt{k}t - \frac{r\pi}{2}\right)}{(\sqrt{k})^{r-1}} = 2 \int_1^{\sqrt{n}} \frac{\cos\left(2tx - \frac{r\pi}{2}\right)}{x^{r-2}} dx + \mu_r(n)(1+t^2),$$

где

$$\mu_r(n) = \begin{cases} O(\ln n) & \text{при } r=1, \\ O(1) & \text{при } r=2, 3, \dots \end{cases}$$

и константа, входящая в $O(1)$, зависит только от r .

Дагестанский государственный университет
имени В. И. Ленина

(Поступило 11.2.1977)

მათემატიკა

3. აბილოვი

დოქტორანტიზაციის ფუნქციონირების მიხედვით ფურიე-ლაგერის
შეფარების კარგი ჯამების არითმეტიკული საშუალოებით

რეზიუმე

დადგენილია რიგობრივი ტოლობა ფურიე-ლაგერის მწკრივის კარგი ჯამების არითმეტიკულ საშუალოთა გადახრის ზედა საზღვრისათვის. ეს ამოცანა შესწავლილია ისეთ ფუნქციონირების კლასისათვის, რომელთა r -რიგის წარმოებულს აქვს უწყვეტობის მოდულის მოცემული მაქორანტი.

MATHEMATICS

V. A. ABILOV

APPROXIMATION OF DIFFERENTIABLE FUNCTIONS
BY ARITHMETICAL MEANS OF FOURIER-LAGUERRE SUMS

Summary

The order equality for the upper bound of deviation by arithmetical means of Fourier-Laguerre sums is obtained. This problem is considered for the class of functions whose r -derivative has a given majorant of moduli of continuity.

ЎИҖИҖИҖИҖИҖ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Колмогоров. *App. of Math.*, № 36, 1935, 512—526.
2. С. М. Никольский. *Труды матем. ин-та им. В. А. Стеклова АН СССР*, 15, 1945.
3. А. В. Ефимов. *Изв. АН СССР, сер. матем.*, № 24, 1960, 243—296.
4. С. А. Агаханов, Г. И. Натансон. *ДАН СССР*, № 1, 1966, 9—11.
5. С. А. Агаханов, Г. И. Натансон. *Учен. зап. Казан. гос. ун-та им. В. И. Ульянова-Ленина*, т. 124, кн. 6, 1964, 20—30.
6. В. А. Абилов, С. А. Агаханов. *ДАН СССР*, 182, № 6, 1968, 1247—1248.
7. В. А. Абилов. *Изв. вузов, сер. матем.*, № 3, 118, 1972, 3—9.
8. Г. Сеге. *Ортогональные многочлены*. М., 1962.
9. С. М. Никольский. *ДАН СССР*, 52, 1964, 191—194.
10. Я. Л. Геронимус. *Теория ортогональных многочленов*. М., 1950.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ХАРАКТЕРИСТИКА rt -МНОЖЕСТВ В ЭВКЛИДОВЫХ
 ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 9.2.1977)

Пусть H — произвольное отделимое вещественное предгильбертово пространство (см. [1]). Множество $X \subset H$ будем называть rt -множеством, если каждые три точки из X образуют прямоугольный треугольник. Например, множество вершин любого прямоугольника в H есть rt -множество. Ортогональной цепью в H назовем всякое инъективное семейство точек $(x_i)_{i \in I}$, такое, что его множество индексов I линейно упорядочено некоторым соотношением \leq и $(\forall i) (\forall j) (\forall k) (i < j < k \rightarrow \langle x_j - x_i, x_j - x_k \rangle = 0)$. Будем говорить, что часть X пространства H является ортогональной системой в H , если существует ортогональная цепь, областью значений которой служит X .

Лемма 1. Пусть X — ортогональная система в H . Тогда X является областью значений не более двух ортогональных цепей с одним и тем же множеством индексов, причем при $\text{Card } X \geq 2$ обе цепи существуют и, следовательно, получаются одна из другой наделением множества индексов противоположными друг другу линейными порядками.

Лемма 2. Если $\{x_1, x_2, x_3, x_4\} \subset H$, точки x_1, x_2, x_3, x_4 попарно различны и $\langle x_1, x_3, x_4 \rangle = \langle x_1, x_2, x_4 \rangle = \langle x_2, x_1, x_3 \rangle = \langle x_2, x_4, x_3 \rangle = \frac{\pi}{2}$, то $\text{Conv } \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ служит прямоугольником в H .

Через E_n , как обычно, будем обозначать n -мерное евклидово пространство.

Лемма 3. Пусть $X \subset E_n$, $\text{Card } X \geq 4$, все собственные подмножества X являются ортогональными системами в E_n и X не содержит четырех попарно различных компланарных точек. Тогда само множество X есть ортогональная система в E_n .

Доказательство. Очевидно, что $\text{Card } X \leq n + 2$. Возьмем пару (x, y) точек из X , реализующих диаметр множества X . Занумеруем элементы множества $X \setminus \{y\} = \{x_1, \dots, x_m\}$ так, чтобы семейство $(x_i)_{1 \leq i \leq m}$ было ортогональной цепью в H . Найдется натуральное число $k \in [1, m]$, для которого $x_k = x$. Покажем, что либо $k=1$, либо $k=m$. Действительно, конъюнкция соотношений $k \neq 1$ и $k \neq m$ влечет равенства $\langle x_1, x_k, x_m \rangle = \langle x_k, x_1, y \rangle = \langle x_k, x_m, y \rangle = \frac{\pi}{2}$. Так как X не содержит вершин прямоуголь-



ника, то в силу леммы 2 имеет место соотношение $\angle x_1 y x_m \neq \frac{\pi}{2}$. Если предположить, что $\angle y x_m x_1 = \frac{\pi}{2}$, то из теоремы о трех перпендикулярах немедленно получим равенство $\angle x_1 x_k y = \frac{\pi}{2}$ и налицо будет противоречие: в треугольнике $\text{Сопн} \{x_1, x_k, y\}$ два прямых угла. Поэтому $\angle y x_m x_1 \neq \frac{\pi}{2}$. Из аналогичных соображений $\angle y x_1 x_m \neq \frac{\pi}{2}$. Таким образом, в треугольнике $\text{Сопн} \{x_1, y, x_m\}$ ни один угол не является прямым, а это указывает на то, что конъюнкция соотношений $k \neq 1$ и $k \neq m$ неверна. Без умаления общности далее можно считать, что $k=1$. Положим $x_{m+1}=y$. Поскольку $\|x-y\|$ есть диаметр множества X , то справедливо соотношение

$$(Vi) \quad (1 \leq i \leq m \rightarrow \langle x_1 - x_i, x_{m+1} - x_i \rangle = 0).$$

Но $\langle x_i - x_1, x_{m+1} - x_i \rangle = \langle x_i - x_1, (x_{m+1} - x_m) + (x_m - x_{m-1}) + \dots + (x_{i+1} - x_i) \rangle = \langle x_i - x_1, x_{m+1} - x_m \rangle = 0$, откуда $\langle x_{i+1} - x_i, x_{m+1} - x_m \rangle = 0$ при всяком $i \in [1, m]$. Значит, семейство $(x_i)_{1 \leq i \leq m+1}$ представляет собой ортогональную цепь в евклидовом пространстве E_n .

Лемма 4. Если X — rt -множество в H , содержащее четыре попарно различные компланарные точки, то X сводится к множеству вершин некоторого прямоугольника.

Из вышеприведенных лемм легко получается

Предложение 1. Пусть X —произвольное rt -множество в пространстве H . Тогда либо X есть ортогональная система в H , либо X служит множеством вершин прямоугольника.

В исходном пространстве H рассмотрим какое-нибудь rt -множество X , выпуклая оболочка которого не является прямоугольником. Тогда в силу вышесказанного X будет ортогональной системой в H , и поэтому естественно возникает вопрос о нахождении ортогональной цепи, ассоциированной с X . Упорядочим X следующим образом. Возьмем любое двухэлементное множество $\{x, y\} \subset X$ ($x \neq y$) и положим $x < y$. Если $\{z, t\} \subset X$ и $z \neq t$, то рассмотрим ортогональную цепь, областью значений которой служит $\{x, y, z, t\}$ и у которой индекс при x строго меньше индекса при y . Тогда, по определению, $z < t$ (соответственно $z > t$), если у этой цепи индекс при z строго меньше (соответственно строго больше) индекса при t . Корректность сформулированного определения вытекает из леммы 1. Нетрудно проверить также, что $<$ есть соотношение строгого совершенного порядка в множестве X , причем

$$(Vx) (Vy) (Vz) ((x < y < z \vee z < y < x) \leftrightarrow \langle z - y, x - y \rangle = 0). \quad (*)$$

В частности, тождественное отображение упорядоченного таким образом множества X будет ортогональной цепью, ассоциированной с X . Кроме того, из предыдущего легко выводится существование двух совершенных порядков G_1 и G_2 на множестве X , для которых справедли-

во соотношение (*). Наконец, каждый порядок на какой-либо части X , обладающий свойством (*), будет или подмножеством G_1 , или подмножеством G_2 .

Положим $f(n) = \sup_{X \in P_n} \text{Card } X$, где P_n — семейство всех rt -множеств в евклидовом пространстве E_n . Тогда $f(n) = n + 1$ при $n \neq 2$ и $f(n) = 4$ при $n = 2$. Отсюда непосредственно видно, что если размерность $n \neq 2$, то $f(n)$ служит числовой характеристикой пространства E_n . Для бесконечномерных гильбертовых пространств дело обстоит по-другому. Чтобы убедиться в этом, напомним прежде всего известный пример континуальной ортогональной цепи в гильбертовом пространстве l^2 . Стождествим l^2 с $L^2_{[0,1]}$ и для каждого $x \in [0,1]$ через g_x обозначим характеристическую функцию сегмента $[0, x]$. Если $x < y < z$, то $\int (g_x - g_y)(g_z - g_y) d\mu = 0$, где μ — обычная лебеговская мера на отрезке $[0,1]$. Следовательно, семейство $(g_x)_{x \in [0,1]}$ представляет собой ортогональную цепь в $L^2_{[0,1]}$. Пусть теперь H — произвольное вещественное гильбертово пространство, гильбертова размерность которого лежит в промежутке $[\aleph_0, 2^{\aleph_0}]$. Тогда мощность H равна 2^{\aleph_0} . Положим $f(H) = \sup_{X \in P_H} \text{Card } X$, где P_H — семейство всех

rt -множеств в H . Приведенный выше пример показывает, что $f(H) = 2^{\aleph_0}$, причем существует ортогональная система $X \subset H$, для которой $f(H) = \text{Card } X$.

Отметим здесь же, что промежуток $[\aleph_0, 2^{\aleph_0}]$ может содержать очень большое число отличных друг от друга мощностей. В частности, в настоящее время хорошо известно, что с аксиомами теории множеств совместимо утверждение, в силу которого 2^{\aleph_0} является недостижимым кардинальным числом. Поэтому указанному промежутку мощностей может соответствовать континуум попарно неизоморфных гильбертовых пространств.

Предложение 2. Пусть H — отделимое вещественное предгильбертово пространство, X — произвольное rt -множество в H . Тогда подпространство H , порожденное множеством X , сепарабельно. В частности, $\text{Card } X \leq 2^{\aleph_0}$.

Доказательство. С самого начала исключим из рассмотрения тот тривиальный случай, когда X служит множеством вершин некоторого прямоугольника, и будем в дальнейшем считать, что X представляет собой ортогональную систему в H . Линейно упорядочим X так, чтобы выполнялось соотношение (*), и зафиксируем точку $x \in X$. Далее рассмотрим множество $\mathcal{E}_y (x \leq y)$ и зададим отображение $\varphi_1 : \mathcal{E}_y (x \leq y) \rightarrow R^+$ посредством следующего равенства: $\varphi_1(y) = \|x - y\|$. Очевидно, что имеет место импликация: $y < y' \rightarrow \varphi_1(y) < \varphi_1(y')$. Поэтому $\text{Card } \mathcal{E}_y (x \leq y) \leq 2^{\aleph_0}$. Исходя из аналогичных соображений устанавливается справедливость соотношения $\text{Card } \mathcal{E}_y (y \leq x) \leq 2^{\aleph_0}$. Отсюда немедленно получается неравенство $\text{Card } X \leq 2^{\aleph_0}$. Приведенное рассуждение показывает также, что упорядо-



ченное множество X изоморфно некоторому подмножеству сегмента $[0,1]$, упорядоченному естественным образом. Обратное, какова бы ни была часть J сегмента $[0,1]$, наделенная индуцированным порядком, в l^2 существует ортогональная цепь $(x_i)_{i \in I}$, множество индексов которой изоморфно с J . Зададим теперь отображение $\varphi_2: \mathcal{E}_y(x \leq y) \rightarrow L^2_{[0, +\infty)}$ с помощью равенства $\varphi_2(y) = \bar{g}_y$, где \bar{g}_y — характеристическая функция сегмента $[0, \|x - y\|^2]$. Легко видеть, что $\|y - y'\| = \|\varphi_2(y) - \varphi_2(y')\|$, т. е. φ_2 представляет собой изометрическое вложение множества $\mathcal{E}_y(x \leq y)$ в пространство $L^2_{[0, +\infty)}$. Следовательно, подпространство H , порождаемое множеством $\mathcal{E}_y(x \leq y)$, сепарабельно. Если X не имеет наименьшего элемента, то X представимо как счетное объединение множеств вида $\mathcal{E}_y(x \leq y)$; если же X обладает наименьшим элементом, то само X есть множество указанного вида. Отсюда непосредственно вытекает, что подпространство H , порождаемое ортогональной системой X , является сепарабельным.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 11.2.1977)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ევკლიდურ სივრცეებში rt -სიმრავლეების დახასიათება

რეზიუმე

სასრულგანზომილებიან და უსასრულოგანზომილებიან ევკლიდურ სივრცეებში დახასიათებულია ყველა ის სიმრავლე, რომლის წერტილთა ნებისმიერი სამეულში მართკუთხა სამკუთხედს ჰქმნის.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

THE CHARACTERIZATION OF rt -SETS IN EUCLIDEAN SPACES

S u m m a r y

The characterization of all sets in Euclidean spaces, such that every three points from them are the vertexes of a right-angled triangle, is established in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Б у р б а к и. Топологические векторные пространства. М., 1959.



Т. Г. КИПИАНИ

ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ТЕОРЕМЫ ПРИБЛИЖЕНИЯ ОДНОГО
 КЛАССА ФУНКЦИЙ С ДОМИНИРУЮЩЕЙ СМЕШАННОЙ
 ПРОИЗВОДНОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 14.2.1977)

Результаты данной статьи получены под влиянием работ С. М. Никольского, Я. С. Бугрова, Н. С. Никольской, Г. В. Жидкова [1—4].

Пусть $x \in Q^n = \{x = (x_1, \dots, x_n), 0 \leq x_i < \infty, i = 1, \dots, n\}$, e_n — множество $\{1, \dots, n\}$, а e — любое подмножество e_n . Если $\bar{r} = (r_1, \dots, r_n)$, то $\bar{r}^e = (r_1^e, \dots, r_n^e)$, где $r_j^e = r_j$, при $j \in e$ и $r_j^e = 0$, при $j \in e_n \setminus e$.

Рассмотрим интегральное преобразование Ханкеля

$$f(x) \sim c_v \int_0^\infty \dots \int_0^\infty \Phi_v(\tau_1, \dots, \tau_n) \prod_{i=1}^n j_{\nu_i}(\tau_i x_i) \tau_i^{2\nu_i+1} d\tau_1, \dots, d\tau_n,$$

$$\Phi_v(\tau_1, \dots, \tau_n) \sim \int_0^\infty \dots \int_0^\infty f(x) \prod_{i=1}^n j_{\nu_i}(\tau_i x_i) x_i^{2\nu_i+1} dx_1, \dots, dx_n,$$

где

$$c_v = c_{\nu_1, \dots, \nu_n} = \frac{1}{\prod_{i=1}^n 2^{2\nu_i} \Gamma^2(\nu_i + 1)},$$

$$j_{\nu_i}(\tau_i x_i) = \frac{2^{\nu_i} \Gamma(\nu_i + 1) Y_{\nu_i}(\tau_i x_i)}{\prod_{i=1}^n (\tau_i x_i)^{\nu_i}},$$

$J_{\nu_i}(\tau_i x_i)$, ($i = 1, \dots, n$) — функции Бесселя, $\nu_i > -\frac{1}{2}$.

Положим

$$\Delta_{h_i x_i} f(x_1, \dots, x_n) = \frac{\Gamma(\nu_i + 1)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \Gamma\left(\nu_i + \frac{1}{2}\right)} \int_0^\pi f(x_1, \dots, x_{i-1}, R_i, x_i, \dots, x_n) \times \\ \times \sin^{2\nu_i} \theta_i d\theta_i - f(x_1, \dots, x_n),$$

где

$$R_i^2 = x_i^2 + h_i^2 - 2x_i h_i \cos \theta_i \quad (i=1, \dots, n).$$

Пусть $e = \{j_1, \dots, j_m\}$. Тогда $\Delta_{h^e} f(x) = \Delta_{h_{j_1} x_{j_1}}, \dots, \Delta_{h_{j_m} x_{j_m}} f(x_1, \dots, x_n)$.

Определение. Пусть $\bar{r} = (r_1, \dots, r_n)$, r_i — целые, $r_i \geq 0$ ($i=1, \dots, n$). Скажем, что функция $f(x)$, определенная для $x \in Q^n$, принадлежит классу

$$S_{2, \bar{v}}(\bar{r}, \bar{\Phi})H, \text{ если}$$

$$1. \prod_{i=1}^n x_i^{\frac{2v_i+1}{2}} f(x) \in L_2(Q^n), \text{ где } L_2(Q^n) \text{ — пространство суммируемых с}$$

квадратом функций на множестве Q^n .

$$2. \text{ На функцию } f(x) \text{ можно действовать оператором } D^{\bar{r}^e} = \prod_{i \in e} \left(\frac{d}{x_i dx_i} \right)^{r_i}$$

$$\text{и } \prod_{i=1}^n x_i^{\left(\frac{2v_i+1}{2} + r_i^e \right)} D^{\bar{r}^e} f(x) \in L_2(Q^n)$$

$$3. \frac{\left\| \prod_{i=1}^n x_i^{\left(\frac{2v_i+1}{2} + r_i^e \right)} \Delta_{h^e} D^{\bar{r}^e} f(x) \right\|_{L_2(Q^n)}}{\prod_{i \in e} \varphi_i(h_i)} \leq M < +\infty \text{ для любого}$$

$e \subset e_n$ и $h = (h_1, \dots, h_n)$, $\bar{\Phi} = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$, где функции φ_i ($i=1, \dots, n$) удовлетворяют условиям (S) и (S₁) (см. [5]), а $\bar{v} = (v_1, \dots, v_n)$. Наименьшая константа, для которой выполняется п. 3, при всех $e \subset e_n$ и $h = (h_1, \dots, h_n)$ есть норма

$$M_f = \|f(x)\|_{S_{2, \bar{v}}(\bar{r}, \bar{\Phi})H}.$$

Пусть $\bar{r} = (r_1, \dots, r_n)$, где $r_i \geq 0$ ($i=1, \dots, n$). Положим

$$\begin{aligned} S_{2N}(x) &= S(f; x, 2^N, \bar{r}, \bar{v}, \bar{\Phi}) = \\ &= \sum_{\substack{\tau_1 \\ 2^{t_1-1}}}^{2^{t_1}} \dots \sum_{\tau_{n-1}}^{2^{t_{n-1}}} \Phi_{\bar{v}}(\tau_1, \dots, \tau_n) \prod_{i=1}^n j_{v_i}(\tau_i x_i) \tau_i^{2v_i+1} d\tau_1, \dots, d\tau_n. \\ &\frac{\sum_{i=1}^n t_i r_i}{2^{i-1}} < 2^N \\ &\prod_{i=1}^n \varphi_i(2^{-t_i}) \end{aligned}$$

Имеет место

Теорема 1. Если $f \in S_{2, \bar{v}}(\bar{r}, \bar{\Phi})H$, то

$$\left\| \prod_{i=1}^n x_i^{2v_i+1} [f(x) - S_{2N}(x)] \right\|_{L_2(Q^n)} \sim \frac{N^{\frac{n-1}{2}}}{2^N},$$

где $\bar{\Phi} = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$ и $\varphi_i(h_i) = h_i^{\beta_i} \psi_i(h_i)$, $0 < \beta_i \leq 1$, а функции ψ_i ($1 \leq i \leq n$) — слабо колеблющиеся (см. [6]).

Кроме того, $\psi_i(h_i^n) \sim \psi_i(h_i)$ ($i = 1, \dots, n$).

Справедлива также

Теорема 2. Если

$$\left\| \prod_{i=1}^n x_i^{\frac{2\nu_i+1}{2}} [f(x) - S_{2N}(x)] \right\|_{L_2(Q^n)} \leq \frac{M}{2^N},$$

где M не зависит от f , то $f \in S_{2, \bar{\nu}}^{\bar{r}, \bar{\Phi}} H$ и

$$\|f\|_{S_{2, \bar{\nu}}^{\bar{r}, \bar{\Phi}} H} \leq C(\|f\|_{L_2(Q^n)} + M),$$

причем $C > 0$ и не зависит от f и M .

Отметим, что используя преобразование Мелера—Фока вместо преобразования Ханкеля и рассматривая вместо оператора $D^{\bar{r}^e} = \prod_{i \in e} \left(\frac{d}{x_i dx_i}\right)^{r_i}$ производные по Соболеву порядка $\bar{r}^e = (r_1^e, \dots, r_n^e)$, введен аналогичный класс и для этого класса доказаны теоремы того же типа.

Отметим также, что соответствующие результаты Я. С. Бугрова [2] перенесены на ряды Фурье—Бесселя.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.2.1977)

მათემატიკა

თ. ყიფიანი

დოკონიკრებული კერძო წარმოებულის მკონე ფუნქციათა ერთი კლასის მიახლოების პირდაპირი და შებრუნებული თეორემები

რეზიუმე

მრავალი ცვლადის ფუნქციებისათვის ჰანკელის გარდაქმნის გამოყენებით აგებულია ფუნქციათა კლასი, რომლისთვისაც დადგენილია მიახლოების პირდაპირი და შებრუნებული თეორემები.

MATHEMATICS

T. G. KIPANI

ON DIRECT AND CONVERSE THEOREMS FOR A CLASS OF FUNCTIONS WITH DOMINATED PARTIAL DERIVATIVES

Summary

Using the Hankel transform a class of functions is constructed and direct and converse approximation theorems are proved for it.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Никольский. ДАН СССР, 150, № 3, 1963.
2. Я. С. Бугров. Труды Матем. ин-та АН СССР им. В. А. Стеклова, СХХХІ, 1974.
3. Н. С. Никольская. Сиб. матем. ж., 14, № 4, 1975.
4. Г. В. Жидков. Изв. АН Арм. ССР, т. 3, № 6, 1938.
5. Н. К. Бари, С. Б. Стечкин. Труды Моск. матем. о-ва, 5, 1956.
6. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. I. М., 1955.

А. М. ПАЧКОРИЯ

КОГОМОЛОГИЯ МОНОИДОВ С КОЭФФИЦИЕНТАМИ
 В ПОЛУМОДУЛЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.3.1977)

Дается определение моноидов когомологий $H^n(M, A)$ произвольного моноида M с коэффициентами в M -полумодуле A для всех размерностей $n \geq 0$. Исследуется вопрос точности этих когомологий и дается их вычисление для двухэлементных моноидов. Первый и второй моноид когомологий описывают расширения шрейеровского типа M -полумодулей (для $H^2(M, A)$ это сделано в [1]).

Пусть M —произвольный моноид и A —любой M -полумодуль (определение M -полумодуля см. в [1]). Обозначим через $B_n (n \geq 0)$ множество всех функций $f: M^n \rightarrow A$, которые удовлетворяют условию нормализованности

$$f(x_1, \dots, x_{k-1}, 1, x_{k+1}, \dots, x_n) = 0, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Ясно, что множество B_n является коммутативным моноидом относительно обычного сложения функций. Определим моноидные гомоморфизмы $d_n^+, d_n^-: B_n \rightarrow B_{n+1}$ следующим образом:

$$(d_n^\pm f)(x_1, \dots, x_{n+1}) = 0, \quad n \geq 0,$$

если хотя бы один элемент $x_k = 1, k = 1, 2, \dots, (n+1)$. Если все $x_k \neq 1$, то

$$\begin{aligned} (d_{2n}^+ f)(x_1, \dots, x_{2n+1}) &= x_1 f(x_2, \dots, x_{2n+1}) + \\ &+ \sum_{k=1}^n f(x_1, \dots, x_{2k} x_{2k+1}, \dots, x_{2n+1}), \quad n \geq 0, \\ (d_{2n}^- f)(x_1, \dots, x_{2n+1}) &= \sum_{k=1}^n f(x_1, \dots, x_{2k-1} x_{2k}, \dots, x_{2n+1}) + \\ &+ f(x_1, \dots, x_{2n}), \quad n \geq 0, \\ (d_{2n-1}^+ f)(x_1, \dots, x_{2n}) &= x_1 f(x_2, \dots, x_{2n}) + \\ &+ \sum_{k=1}^{n-1} f(x_1, \dots, x_{2k} x_{2k+1}, \dots, x_{2n}) + f(x_1, \dots, x_{2n-1}), \quad n \geq 1, \\ (d_{2n-1}^- f)(x_1, \dots, x_{2n}) &= \sum_{k=1}^n f(x_1, \dots, x_{2k-1} x_{2k}, \dots, x_{2n}), \quad n \geq 1. \end{aligned}$$



Таким образом, имеем последовательность моноидов и моноидных гомоморфизмов

$$0 \rightrightarrows B_0 \begin{matrix} \xrightarrow{d_0^+} \\ \xrightarrow{d_0^-} \end{matrix} B_1 \rightrightarrows \dots \rightrightarrows B_n \begin{matrix} \xrightarrow{d_n^+} \\ \xrightarrow{d_n^-} \end{matrix} B_{n+1} \rightrightarrows \dots$$

Рассмотрим ядро пары морфизмов (d_n^+, d_n^-) , т. е. моноид

$$Z_n(M, A) = \{f \in B_n \mid d_n^+ f = d_n^- f\}, \quad n \geq 0.$$

Отношение

$$\rho_n = \{(f, f') \mid (\exists g \in U(B_{n-1})) (f = f' + d_n^+ g - d_n^- g)\},$$

где $U(B_{n-1})$ обозначает максимальную подгруппу моноида B_{n-1} , является конгруэнцией на моноиде $Z_n(M, A)$. Фактор-моноид $H^n(M, A) = Z_n(M, A) / \rho_n$ назовем n -мерным моноидом когомологий моноида M с коэффициентами в M -полумодуле A .

Замечание. Если A —абелева группа, то нетрудно установить, что n -мерный моноид когомологий моноида M с коэффициентами в M -группе A (в M -полумодуле A) совпадает с n -мерной группой когомологий моноида M с коэффициентами в M -модуле A .

Легко видеть, что $H^n(M, -)$ является аддитивным ковариантным функтором из категории M -полумодулей в категорию коммутативных моноидов.

Из определения $H^n(M, A)$ немедленно следует изоморфизм

$$U(H^n(M, A)) \cong H^n(M, U(A)), \quad (n \geq 0),$$

где $U(A)$ обозначает максимальную M -подгруппу M -полумодуля A .

Пусть N_0 —коммутативный моноид неотрицательных целых чисел относительно сложения. Если N_0 будем считать тривиальным M -полумодулем, то имеем изоморфизмы моноидов

$$H^0(M, A) \cong \text{Hom}_M(N_0, A) \cong \{a \in A \mid (\forall x \in M) (xa = a)\}.$$

Теорема 1. Для любого M -полумодуля A имеется естественный изоморфизм моноидов

$$H^1(M, A) \cong EN_M(N_0, A),$$

где $EN_M(N_0, A)$ обозначает моноид всевозможных нормальных шрейеровых расширений M -полумодуля A при помощи тривиального M -полумодуля N_0 [2].

Моноид $H^2(M, A)$ рассматривается в [1]. Там же устанавливается, что $H^2(M, A)$ описывает все возможные расширения шрейеровского типа [3] M -полумодуля A при помощи моноида M .

Теорема 2. Пусть M —произвольный моноид. Для любого нормального шрейерова расширения M -полумодулей $0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 0$ индуцированная последовательность коммутативных моноидов

$$H^n(M, A) \rightarrow H^n(M, B) \rightarrow H^n(M, C)$$

точна для всех $n \geq 0$.

Пусть имеются нормальные шрейеровы расширения M -полумодулей $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$ и $E': 0 \rightarrow A' \xrightarrow{\lambda'} B' \xrightarrow{\tau'} C' \rightarrow 0$. Морфизм $\Gamma: E \rightarrow E'$ расширений—это тройка $\Gamma = (\alpha, \beta, \gamma)$ M -гомоморфизмов, такая, что диаграмма

$$\begin{array}{ccccccc} E: 0 & \rightarrow & A & \xrightarrow{\lambda} & B & \xrightarrow{\tau} & C \rightarrow 0 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \Gamma & & \alpha & & \beta & & \gamma \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ E': 0 & \rightarrow & A' & \xrightarrow{\lambda'} & B' & \xrightarrow{\tau'} & C' \rightarrow 0 \end{array}$$

коммутативна и для любого элемента $c \in C$ имеет место равенство $(\tau')^{-1}(\gamma c) = \beta(\tau^{-1}(c)) + \lambda'(A')$ [4] (т. е. гомоморфизм β „представители“ переводит в „представители“).

Каждое нормальное шрейерово расширение $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$ M -полумодулей индицирует связывающие моноидные гомоморфизмы $\delta_E^n: H^n(M, C) \rightarrow H^{n+1}(M, A)$, $n \geq 0$. Гомоморфизмы δ_E^n естественны в том смысле, что для каждого морфизма $\Gamma: E \rightarrow E'$ нормальных шрейеровых расширений коммутативна диаграмма

$$\begin{array}{ccc} H^n(M, C) & \xrightarrow{\delta_E^n} & H^{n+1}(M, A) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H^n(M, C') & \xrightarrow{\delta_{E'}^n} & H^{n+1}(M, A') \end{array}$$

Теорема 3. Если нормальное шрейерово расширение M -полумодулей $E: 0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 0$ обладает свойствами (T) и (S) из [2], то последовательность

$$\begin{aligned} 0 \rightarrow H^0(M, A) \rightarrow H^0(M, B) \rightarrow \dots \rightarrow H^n(M, B) \rightarrow \\ \rightarrow H^n(M, C) \xrightarrow{\delta_E^n} H^{n+1}(M, A) \rightarrow \dots \end{aligned}$$

коммутативных моноидов точна.

Приведем теперь примеры вычисления $H^n(M, A)$.

Пример 1. Пусть $M = Z_2(t)$ —циклическая группа порядка 2 с образующим t . Тогда имеются моноидные изоморфизмы

$$\begin{aligned} H^0(Z_2, A) &\cong \{a \in A \mid ta = a\}, \\ H^{2n-1}(Z_2, A) &\cong H^{2n-1}(Z_2, U(A)), \quad n \geq 1, \\ H^{2n}(Z_2, A) &\cong \{a \in A \mid ta = a\} / \rho, \quad n \geq 1, \end{aligned}$$

где ρ —конгруэнция, которая определяется следующим образом:

$$\rho = \{(a, a') \mid (\exists b \in U(A)) (a = a' + b + tb)\}.$$

Пример 2. Пусть $M_2 = \{1, x\}$ —двухэлементный моноид идемпотент. Тогда имеются моноидные изоморфизмы

$$H^0(M_2, A) \cong \{a \in A \mid xa = a\},$$

$$H^{2n-1}(M_2, A) \cong \{a \in A \mid xa + na = na\} / \rho', \quad n \geq 1,$$

$$H^{2n}(M_2, A) \cong \{a \in A \mid xa + na = (n+1)a\} / \rho'', \quad n \geq 1,$$

где конгруэнция ρ' определяется следующим образом:

$$\rho' = \{(a, a') \mid (\exists b \in U(A)) (a = a' - b + xb)\},$$

а конгруэнция ρ'' определяется так

$$\rho'' = \{(a, a') \mid (\exists b \in U(A)) (a = a' + xb)\}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.3.1977)

მათემატიკა

ა. პაჩკორია

მონოიდების კოჰომოლოგია კოეფიციენტებით ნახევარმოდულებში

რეზიუმე

განმარტებულია ნებისმიერი M მონოიდის კოჰომოლოგიის მონოიდები $H^n(M, A)$ კოეფიციენტებით M -ნახევარმოდულებში ყველა განზომილებისათვის $n \geq 0$. შესწავლილია ამ კოჰომოლოგიების სიზუსტის საკითხი და გამოთვლილია ისინი იმ შემთხვევებში, როცა მონოიდი M შეიცავს მხოლოდ ორ ელემენტს. პირველი და მეორე კოჰომოლოგიის მონოიდები აღწერენ M -ნახევარმოდულების შრეიერის ტიპის გაფართოებებს.

MATHEMATICS

A. M. PACHKORIA

THE COHOMOLOGY OF MONOIDS WITH COEFFICIENTS IN SEMIMODULES

Summary

The definition of the cohomology monoids $H^n(M, A)$ of an arbitrary monoid M with coefficients in M -semimodules for every dimension $n \geq 0$ is given. The exactness of those cohomologies is studied and calculations for two-element monoids are given. The first and the second cohomology monoids describe Schreier type extensions of M -semimodules.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Пачкориа. Сообщения АН ГССР, т. 86, № 1, 1977.
2. А. М. Пачкориа. Сообщения АН ГССР, т. 84, № 3, 1976.
3. L. Redei. Acta Sci. Math. Szeged, 14, 1952, 252—273.
4. R. Strecker. Acta Math. Acad. Sci. Hung. 23(1—2), 1972, 33—44.

Н. К. КАРАПЕТЯНЦ

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ С КВАЗИОДНОРОДНЫМИ ЯДРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 7.1.1977)

В настоящей работе устанавливаются условия ограниченности и полной непрерывности некоторых классов многомерных интегральных операторов с квазиоднородными ((a, b) -однородными) ядрами в пространствах функций, суммируемых в p -й степени с некоторым весом, зависящим от характера однородности. Указаны точные границы на выбор веса, при которых такой оператор ограничен. Отметим, что операторы подобного типа появились в работе автора [1] при изучении операторов типа свертки со сдвигом αt (см. также [2]).

В случае ядер, однородных порядка $-n$ и инвариантных относительно вращения, теорема 3 получена в [3] ($X=Y=R^n$, $\gamma=\beta=0$, $s=1$, $r=p$, $|a|=|b|=n$, $\alpha=-n$, $\pi_a(x)=\pi_b(x)=|x|$). В [4] показано, что в этом случае при $k(x, y) \geq 0$ условия (7) — (8) совпадают и найдена $\|K\|$. При $n=1$ в вольтерровском случае близкие вопросы рассматривались в [5]. Ниже используются понятия и обозначения из [6] (стр. 69—70, стр. 54).

Определение 1. Пусть $a, b \in R^n$, $\alpha \in R^1$. Функцию $k(x, y)$ назовем (a, b) -однородной порядка α , если

$$k(\lambda^a \cdot x, \lambda^b \cdot y) = \lambda^\alpha k(x, y), \quad x, y \in R^n, \quad \lambda > 0. \quad (1)$$

Функцию $k(x)$ называют a -однородной порядка α , если $k(\lambda^a \cdot x) = \lambda^\alpha k(x)$, $x \in R^n$, $\alpha > 0$; если $a_j > 0$, $j=1, 2, \dots, n$, и $\pi_a(x)$ — непрерывная a -однородная функция первой степени, положительная при $x \neq 0$, то $\pi_a(x)$ называют a -расстоянием [6] точки x от нуля. Равенство $\pi_a(x) = 1$ определяет единичную a -сферу.

Определение 2. Пусть $\mu \in R^n$, $\mu_j > 0$, $j=1, \dots, n$. Функцию $k(x, y)$ назовем покоординатно-однородной порядка $\sigma \in R^n$, если

$$k(\mu \cdot x, \mu \cdot y) = \mu^\sigma k(x, y), \quad x, y \in R^n. \quad (2)$$

Заметим, что (2) является частным случаем (1) при $a=b$, если σ_j

выбрать из условия $\alpha = \sum_{j=1}^n a_j \sigma_j$. Пусть $X (\subset R^n)$ — измеримое множество

положительной меры. Положим

$$L_{p,a}^\beta(X) = \{ \varphi(x) : \pi_a^{\beta/p}(x) \varphi(x) \in L_p(X) \}, \quad a \in R^n, \quad \beta \in R^1,$$

$$L_p^\beta(X) = \left\{ \varphi(x) : \prod_{k=1}^n |x_k|^{\beta_k/p} \varphi(x) \in L_p(X) \right\}, \quad \beta \in R^n.$$



Норму в этих пространствах будем обозначать $\|\cdot\|_{p,\alpha,\beta}$, $\|\cdot\|_{p,\beta}$ соответственно; наконец, $\|\cdot\|_p$ — норма в $L_p(X)$, $1 \leq p < \infty$.

п. 1. Случай $n = 1$. В этом пункте считаем, что $k(x, y) - (1, \nu)$ — однородная функция порядка α . Рассмотрим оператор

$$(K\varphi)(x) = \int_0^1 k(x, y) \varphi(y) dy, \quad 0 \leq x \leq 1. \quad (3)$$

Теорема 1. Пусть $1 \leq p < \infty$ и обозначено $\gamma(p) = (\beta + 1)\nu - (\alpha + \nu)p - 1$.

а) Пусть $\nu > 0$. Если $k(1, y)y^{-\frac{\beta+1}{p}} \in L_1(0, \infty)$, то при $\gamma \geq \gamma(p)$ оператор K ограничен из $L_p^\beta(0, 1)$ в $L_p^\gamma(0, 1)$, причем $\|K\varphi\|_{p,\gamma} \leq \|k(1, y)y^{-\frac{\beta+1}{p}}\|_{L_1(0, \infty)} \times \|\varphi\|_{p,\beta}$; при $\gamma > \gamma(p)$ оператор K вполне непрерывен; в) Пусть $\nu < 0$. Если $k(1, y)y^{-\frac{\beta+1}{p}} \in L_1(0, 1)$, то при $\gamma \geq \gamma(p)$ оператор K вполне непрерывен из $L_p^\beta(0, 1)$ в $L_p^\gamma(0, 1)$ и справедлива оценка $\|K\varphi\|_{p,\gamma} \leq \|k(1, y)y^{-\frac{\beta+1}{p}}\|_{L_1(0, 1)} \cdot \|\varphi\|_{p,\beta}$.

Положим

$$\varphi_\varepsilon(x) = \int_0^\infty k_\varepsilon(x, y) \varphi(y) dy, \quad (4)$$

$$k_\varepsilon(x, y) = \varepsilon^{-1} k(x^{1/\varepsilon}, y^{1/\varepsilon}) y^{-\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{1}{q}} x^{-\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{1}{p}}, \quad q = \frac{p}{p-1}. \quad (5)$$

Теорема 2. Пусть $k(x, y)$ — однородная функция порядка -1 и $k(1, y)y^{-1/p} \in L_1(0, \infty)$. Тогда $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \|\varphi_\varepsilon(x) - \varphi(x)\|_{L_p(0, \infty)} = 0$ для любой функции $\varphi(x) \in L_p(0, \infty)$, $1 \leq p < \infty$.

п. 2. Случай $n \geq 1$, (a, b) — однородные ядра. В этом пункте считаем, что $k(x, y) - (a, b)$ — однородная функция; $a, b \in R^n$, $\alpha \in R^1$. Пусть $a \in R^n$, $a_j > 0$, $j = 1, \dots, n$. Множество точек вида $\varepsilon^a \cdot x$, $0 < \varepsilon < \infty$ называется a -траекторией точки x . Через $\Gamma_{X,a}$ будем обозначать наименьший конус (a -конус), содержащий a -траектории всех точек из X .

Определение 3. Область X назовем a -инвариантной относительно сжатия к точке 0 (∞) вдоль a -траекторий, если вместе с каждой точкой x ($\in X$) она содержит часть a -траектории $\varepsilon^a \cdot x$, $0 < \varepsilon < 1$ ($1 < \varepsilon < \infty$).

Рассмотрим оператор

$$(\tilde{K}\varphi)(x) = \int_Y k(x, y) \varphi(y) dy, \quad x \in X. \quad (6)$$

Теорема 3. Пусть $a, b \in R^n$, $a_j > 0$, $b_j > 0$, $j = 1, 2, \dots, n$; $\alpha, \beta, \gamma \in R^1$; $s \geq 1$, $p \geq 1$, $r^{-1} = p^{-1} + s^{-1} - 1 > 0$ и обозначено $\gamma = \gamma(p, r, n) = \frac{r}{p}(\beta + |b|) - r(\alpha + |b|) - |a|$. Пусть еще множества \bar{X} , \bar{Y} содержат хотя бы одну из точек $0, \infty$. Если выполнены условия

$$k_x = \operatorname{esssup}_{x \in X} \int_{\Gamma_{Y,b}} \left\{ \left| k \left(\frac{x}{\pi_a^\alpha(x)}, \tau \right) \right| \pi_b^{-\frac{\beta}{p} - \frac{|b|}{r}}(\tau) \right\}^s d\tau < \infty, \quad (7)$$

$$k_y = \operatorname{esssup}_{y \in Y} \int_{\Gamma_{X,a}} \left\{ \left| k \left(\sigma, \frac{y}{\pi_b^\beta(y)} \right) \right| \pi_a^{\frac{\beta}{p} - \alpha - \frac{|b|}{q} - \frac{|a|}{s}}(\sigma) \right\}^s d\sigma < \infty, \quad (8)$$

то оператор \tilde{K} ограничен из $L_{p,b}^\beta(Y)$ в $L_{r,a}^\gamma(X)$.

Следующая теорема устанавливает границы на показатели веса.

Теорема 4. Пусть обозначено $\gamma(p, n) = \beta + |b| - p(\alpha + |b|) - |a|$ и пусть точка $0(\infty)$ принадлежит областям \bar{X}, \bar{Y} , причем области X, Y инвариантны относительно сжатия к точке $0(\infty)$. Если оператор \tilde{K} ограничен из $L_{p,b}^\beta(Y)$ в $L_{r,a}^\gamma(X)$, $1 \leq p < \infty$, то необходимо $\gamma \geq \gamma(p, n)$ ($\gamma \leq \gamma(p, n)$).

п. 3. Случай $n \geq 1$, покоординатно-однородные ядра. В этом пункте считаем, что $k(x, y)$ — покоординатно-однородная функция порядка $\sigma (\in R^n)$.

Теорема 5. Пусть $\beta, \gamma, \sigma \in R^n$ и выполнены условия

$$\int_{R^n} |k(j_r, \tau)| \prod_{m=1}^n |\tau_m|^{-\frac{\beta_m+1}{p}} d\tau < \infty, \quad r=1, 2, \dots, 2^n. \quad (9)$$

Тогда оператор \tilde{K} ограничен из $L_p^\beta(R^n)$ в $L_p^\gamma(R^n)$, где $\gamma_m = \beta_m - p(\alpha_m + 1)$, $m=1, 2, \dots, n$; j_r — вершины куба $|x_i| \leq 1, i=1, \dots, n$.

В случае ограниченных областей X, Y теорема 5 допускает уточнение.

Определение 4. Область X назовем инвариантной относительно сжатия к $0(\infty)$ в направлении x_m , если вместе с точкой $x = (x_1, \dots, x_m, \dots, x_n)$ к ней относятся точки вида $(x_1, \dots, \varepsilon x_m, \dots, x_n)$, где $0 < \varepsilon < 1$ ($1 < \varepsilon < \infty$).

Теорема 6. Пусть области X, Y инвариантны относительно сжатия к $0(\infty)$ в направлении x_m . Если оператор \tilde{K} ограничен из $L_p^\beta(Y)$ в $L_p^\gamma(X)$, то необходимо $\gamma_m \geq \beta_m - p(\alpha_m + 1)$ ($\gamma_m \leq \beta_m - p(\alpha_m + 1)$).

Полученные результаты позволяют легко строить пространства с весом, инвариантные относительно операторов K, \tilde{K} и изучать вопрос об обратимости в $L_p(R^n)$, $1 \leq p < \infty$, операторов вида $I - \lambda \tilde{K}$ с покоординатно-однородными ядрами ($\gamma = \beta = 0, \sigma = (-1, \dots, -1)$).

Результаты обобщаются на случай пространств M, C .

Ростовский государственный университет

(Поступило 3.3.1977)

6. პარაკეტიანცი

კვაზიერთგვაროვანი გულიანი ინტეგრალური ოპერატორების
 შემოსაზღვრულობის შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია შემოსაზღვრულობა და სავსებით უწყვეტობა ინტეგრალური
 ოპერატორისათვის

$$K(\varphi)(x) = \int_Y k(x, y) \varphi(y) dy, \quad x \in X, \quad X, Y \subset R^n,$$

L_p სივრცეში, როცა გული k კვაზიერთგვაროვანია.

 MATHEMATICS

N. K. KARAPETIANTS

 ON THE BOUNDEDNESS OF AN INTEGRAL OPERATOR WITH
 QUASIHOMOGENEOUS KERNELS

Summary

The conditions for the operator

$$(K\varphi)(x) = \int_Y k(x, y) \varphi(y) dy, \quad x \in X; \quad X, Y \subset R^n$$

with quasihomogeneous kernels to be bounded in L_p -spaces with weight
 are established. The bounds on the weight are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Карапетянц. Сообщения АН ГССР, 81, № 3, 1976.
2. Н. К. Карапетянц. Изв. СКНЦ ВШ, сер. естеств. наук, № 4, 1975.
3. Л. Г. Михайлов. ДАН СССР, 176, № 2, 1967.
4. С. Г. Самко. Изв. вузов. Математика, № 5, 1975.
5. Б. М. Бильман. ДАН Тадж. ССР, № 1, 1970.
6. О. В. Бесов, В. П. Ильин, С. М. Никольский. Интегральные представления функций и теоремы вложения. М., 1975.

Д. Ф. ГОГУАДЗЕ

О ДВОЙНЫХ И ПОВТОРНЫХ ИНТЕГРАЛАХ КОЛМОГОРОВА И ОБОБЩЕНИИ ТЕОРЕМЫ ФУБИНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 4.3.1977)

В статье доказываются аналоги теоремы Фубини для двойных интегралов Колмогорова, введенных нами в [1] как в смысле конечных разбиений, так и в смысле счетных разбиений, из которых следует, как частный случай, справедливость теоремы Фубини и для неизмеримых функций.

Интегралы Колмогорова в смысле счетных разбиений будут обозначаться со звездочкой, а в смысле конечных разбиений — без звездочки.

Символ

$$(\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(dA, dB) \right)$$

означает общее значение интегралов

$$(\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(dA, dB) \right) \quad \text{и} \quad (\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\bar{B}_0} f(dA, dB) \right).$$

Аналогично для других повторных интегралов.

Пусть $\mathfrak{Z} = \mathfrak{Z}_1 \times \mathfrak{Z}_2$ — декартово произведение полуколец \mathfrak{Z}_1 и \mathfrak{Z}_2 , а $f(E) = f(A, B)$ ($E \in \mathfrak{Z}$, $E = A \times B$, $A \in \mathfrak{Z}_1$, $B \in \mathfrak{Z}_2$) — произвольная многозначная функция множества, заданная на классе \mathfrak{Z} .

Пусть $E_0 \in \mathfrak{Z}$, $E_0 = A_0 \times B_0$, $A_0 \in \mathfrak{Z}_1$, $B_0 \in \mathfrak{Z}_2$.

Теорема 1. *Имеют место неравенства*

$$\begin{aligned} & (\mathfrak{Z}) \iint_{\bar{E}_0} f(dA, dB) \leq (\mathfrak{Z}_1) \int_{\bar{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\bar{B}_0} f(dA, dB) \right) \leq \\ & \leq (\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\bar{B}_0} f(dA, dB) \right) \leq (\mathfrak{Z}) \iint_{\bar{E}_0} f(dA, dB), \\ & (\mathfrak{Z}) \iint_{\bar{E}_0} f(dA, dB) \leq (\mathfrak{Z}_2) \int_{\bar{B}_0} \left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\bar{A}_0} f(dA, dB) \right) \leq \end{aligned}$$



$$\leq (\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} \overline{\left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} f(dA, dB) \right)} \leq (\mathfrak{Z}) \iint_{\dot{E}_0} f(dA, dB).$$

Теорема 2. Если существует двойной интеграл

$$(\mathfrak{Z}) \iint_{\dot{E}_0} f(dA, dB),$$

то существуют повторные интегралы

$$(\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(dA, dB) \right), \quad (\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} \left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} f(dA, dB) \right)$$

и имеют место равенства

$$(\mathfrak{Z}) \iint_{\dot{E}_0} f(dA, dB) = (\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(dA, dB) \right) = (\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} \left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} f(dA, dB) \right).$$

Допустим теперь, что на полукольце \mathfrak{Z}_1 задана конечно-аддитивная функция с ограниченной вариацией μ_1 , а на полукольце \mathfrak{Z}_2 — аналогичная функция μ_2 . Тогда функция множества $\mu(E) = \mu_1(A) \cdot \mu_2(B)$ является конечно-аддитивной и с ограниченной вариацией на классе \mathfrak{Z} .

Теорема 3. (Обобщенная теорема Фубини). Пусть $E_0 = A_0 \times B_0 \in \mathfrak{Z}$ и на множестве E_0 задана произвольная (безразлично измеримая или нет) функция $f(x, y)$. Если существует двойной интеграл

$$(\mathfrak{Z}) \iint_{\dot{E}_0} f(x, y) d\mu,$$

то существуют повторные интегралы

$$(\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(x, y) d\mu_2 \right) d\mu_1, \quad (\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} \left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} f(x, y) d\mu_1 \right) d\mu_2$$

и имеют место равенства

$$\begin{aligned} (\mathfrak{Z}) \iint_{\dot{E}_0} f(x, y) d\mu &= (\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} \left((\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} f(x, y) d\mu_2 \right) d\mu_1 = \\ &= (\mathfrak{Z}_2) \int_{\dot{B}_0} \left((\mathfrak{Z}_1) \int_{\dot{A}_0} f(x, y) d\mu_1 \right) d\mu_2. \end{aligned}$$

Пусть теперь $\mathfrak{R} = \mathfrak{R}_1 \times \mathfrak{R}_2$ — декартово произведение колец \mathfrak{R}_1 и \mathfrak{R}_2 , а $f(E) = f(A, B)$ ($E \in \mathfrak{R}$, $E = A \times B$, $A \in \mathfrak{R}_1$, $B \in \mathfrak{R}_2$) — произвольная многозначная функция множества, заданная на классе \mathfrak{R} . Пусть $E_0 \in \mathfrak{R}$, $E_0 = A_0 \times B_0$, $A_0 \in \mathfrak{R}_1$, $B_0 \in \mathfrak{R}_2$.

Теорема 4. Имеют место неравенства

$$\begin{aligned}
 (\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB) &\leq (\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* f(dA, dB) \right) \leq \\
 &\leq (\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* f(dA, dB) \right) \leq (\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB), \\
 (\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB) &\leq (\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* f(dA, dB) \right) \leq \\
 &\leq (\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* f(dA, dB) \right) \leq (\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB).
 \end{aligned}$$

Теорема 5. Если существует двойной интеграл

$$(\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB),$$

то существуют повторные интегралы

$$(\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* f(dA, dB) \right), \quad (\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* f(dA, dB) \right)$$

и имеют место равенства

$$\begin{aligned}
 (\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(dA, dB) &= (\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* f(dA, dB) \right) = \\
 &= (\mathfrak{R}_2) \int_{B_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{A_0}^* f(dA, dB) \right).
 \end{aligned}$$

Допустим теперь, что на кольце \mathfrak{R}_1 задана счетно-аддитивная функция с ограниченной вариацией μ_1 , а на кольце \mathfrak{R}_2 — аналогичная функция μ_2 . Тогда функция множества $\mu(E) = \mu_1(A) \cdot \mu_2(B)$ является счетно-аддитивной и ограниченной вариацией на классе \mathfrak{R} .

Теорема 6. (Обобщенная теорема Фубини). Пусть $E_0 = A_0 \times B_0 \in \mathfrak{R}$ и на множестве E_0 задана произвольная (безразлично измеримая или нет) функция $f(x, y)$. Если существует двойной интеграл

$$(\mathfrak{R}) \iint_{E_0}^* f(x, y) d\mu,$$

то существуют повторные интегралы

$$(\mathfrak{R}_1) \int_{\dot{A}_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{\dot{B}_0}^* f(x, y) d\mu_2 \right) d\mu_1, \quad (\mathfrak{R}_2) \int_{\dot{B}_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{\dot{A}_0}^* f(x, y) d\mu_1 \right) d\mu_2$$

и имеют место равенства

$$\begin{aligned} (\mathfrak{R}) \iint_{\dot{E}_0}^* f(x, y) d\mu &= (\mathfrak{R}_1) \int_{\dot{A}_0}^* \left((\mathfrak{R}_2) \int_{\dot{B}_0}^* f(x, y) d\mu_2 \right) d\mu_1 = \\ &= (\mathfrak{R}_2) \int_{\dot{B}_0}^* \left((\mathfrak{R}_1) \int_{\dot{A}_0}^* f(x, y) d\mu_1 \right) d\mu_2. \end{aligned}$$

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 4.3.1977)

მათემატიკა

დ. გოგუაძე

კოლმოგოროვის ორჯერადი და განმეორებითი ინტეგრალებისა და
 ფუბინის თეორემის განზოგადების შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

დამტკიცებულია ფუბინის თეორემის ანალოგი კოლმოგოროვის ორჯერადი
 ინტეგრალებისათვის.

MATHEMATICS

D. F. GOGUADZE

ON THE DOUBLE AND REPEATED INTEGRALS OF KOLMOGOROV AND GENERALIZATION OF FUBINI'S THEOREM

S u m m a r y

Analogues of Fubini's theorem are proved for the double integrals of Kolmogorov, from which the validity of Fubini's theorem follows also for nonmeasurable functions as a special case.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Ф. Гогоуадзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976.

Д. Г. ГОРДЕЗИАНИ, Е. Г. ЕВСЕЕВ

ОБ ОДНОМ ЭКОНОМИЧНОМ РАЗНОСТНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 1.3.1977)

Опираясь на принцип аддитивности [1], в [2, 3] были построены абсолютно устойчивые трехслойные локально-одномерные схемы для эволюционной задачи

$$\frac{d^2 u(t)}{dt^2} + A(t) u(t) = f(t), \quad t \in [0, T], \quad u(0) = u_0, \quad u'(0) = \bar{u}_0. \quad (1)$$

При построении этих схем использовалось общее свойство оператора

$$A = \sum_{\alpha=1}^m A_{\alpha}, \quad (2)$$

определенного в действительном гильбертовом пространстве H , с плотной в H и не зависящей от t областью определения $D(A)$ и областью значений $\Delta(A) \subset H$; u_0, \bar{u}_0, f — заданные функции.

В настоящей работе исследуются аддитивные разностные схемы точности $O(\tau^2)$ типа [3], но не требующие, как в [3], самосопряженности всех «простых» операторов A_{α} :

$$A_{\beta} = A_{\gamma}^* (\beta, \gamma = 1, \dots, \bar{m}; \beta \neq \gamma), \quad A_{\delta} = A_{\delta}^* (\delta = \bar{m} + 1, \dots, m; \bar{m} \leq m). \quad (3)$$

1. Введем сетку по параметру $t: \omega_{\tau} = \{t_j = j\tau, j = 0, \dots, K = [T/\tau]\}$. Задачу (1) — (3) будем моделировать цепочкой задач

$$\eta_{\alpha} \frac{d^2 u_{\alpha}}{dt^2} + A_{\alpha}(t) u_{\alpha} = f_{\alpha}(t), \quad t_j \leq t \leq t_{j+1}, \quad 0 < \eta_{\alpha} \leq 1, \quad (4)$$

$$\sum_{\alpha=1}^m \eta_{\alpha} = 1, \quad \sum_{\alpha=1}^m f_{\alpha} = f,$$

$$u_{\alpha}(t_j) = v(t_j), \quad u'_{\alpha t}(t_j) = v'_t(t_j), \quad v(t) = \sum_{\alpha=1}^m \eta_{\alpha} u_{\alpha}(t), \quad v(0) = u_0, \quad v'_t(0) = \bar{u}_0.$$

Решением будем называть функцию v . Заметим, что в силу теоремы из [2] модель (4) равномерно корректна и имеет второй порядок точности.

2. Для приближенного решения задачи (1) — (3) в пространстве H_h со скалярным произведением $(\cdot, \cdot)_h$ и нормой $\|\cdot\|_h$ (все обозначения и понятия заимствованы из [4]) рассмотрим систему схем



$$\eta_{\alpha} y_{\alpha t} + \tau^2 R_{\alpha} y_{\alpha t} + A_{\alpha h} y_{\alpha} = \varphi_{\alpha}, \quad \alpha = 1, \dots, m,$$

$$y_{\alpha} = v(t), \quad t \in [t_{j-1}, t_j], \quad j = 1, \dots, K-1, \quad (5)$$

$$v(t) = \sum_{\alpha=1}^m \eta_{\alpha} y_{\alpha}(t), \quad t = t_{j+1} \in \omega_{\tau}, \quad v(0) = y_0, \quad v(\tau) = \bar{y}_0 = y(\tau),$$

где R_{α} — регуляризаторы, $A_h = \sum_{\alpha=1}^m A_{\alpha h}$, а $v(t)$ — решение.

Производя простые преобразования, приходим к схеме

$$v_{it} + \tilde{A}v = \tilde{\varphi}, \quad t \in \omega_{\tau}, \quad (6)$$

где

$$\tilde{A} = \sum_{\alpha=1}^m (E + \eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 R_{\alpha})^{-1} A_{\alpha h}, \quad \tilde{\varphi} = \sum_{\alpha=1}^m (E + \eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 R_{\alpha})^{-1} \varphi_{\alpha}.$$

Имеет место

Теорема 1. Пусть $R_{\alpha} = \sigma_{\alpha} A_{\alpha h}$, где операторы $A_{\alpha h}$ таковы, что $A_{\beta h} = A_{\gamma h}^*$ ($\beta, \gamma = 1, \dots, \bar{m}; \beta \neq \gamma$), $A_{\delta h} = A_{\delta h}^*$ ($\delta = \bar{m} + 1, \dots, m; \bar{m} \leq m$). (7)
Если $A_{\alpha h} \geq 0$ и

$$\sigma_{\alpha} \geq 0.25 m \eta_{\alpha} (1 + \varepsilon), \quad 0 < \varepsilon \leq 1, \quad (8)$$

то $E > 0.25 \tau^2 \tilde{A}$ и имеет место оценка

$$\|v(t + \tau)\|_1 \leq M_1 \|v(\tau)\|_1 + M_2 \max_{0 < t' \leq t} \|\tilde{\varphi}(t')\|_2 + M_3 \max_{0 < t < t'} \|\tilde{\varphi}_i(t')\|_2, \quad (9)$$

где M_i ($i = 1, 2, \dots$) не зависят от τ и h , а

$$\|v\|_1 = 0.25 (\tilde{A}(v + \hat{v}), v + \hat{v})_h + ((E - 0.25 \tau^2 \tilde{A})v_i, v_i)_h, \quad \|\tilde{\varphi}\|_2 = (\tilde{A}^{-1} \tilde{\varphi}, \tilde{\varphi})_h^{1/2}.$$

Доказательство. Самосопряженность оператора \tilde{A} легко проверить, если учесть, что число \bar{m} четно, а операторы $\tilde{A}_{\alpha} = (E + \eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 R_{\alpha})^{-1} A_{\alpha h}$ и \tilde{A}_{α}^* суть слагаемые \tilde{A} ($\alpha = 1, \dots, \bar{m}$). Обозначая $(E + \eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 R_{\alpha}^*)^{-1} u = v$, имеем

$$(\tilde{A}_{\alpha} u, u)_h = \sigma_{\alpha}^{-1} \{ (R_{\alpha} v, v)_h + \eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 \|R_{\alpha}^* v\|_h^2 \},$$

$$(u, u)_h = \|v\|_h^2 + 2\eta_{\alpha}^{-1} \tau^2 (R_{\alpha}^* v, v)_h + \eta_{\alpha}^{-2} \tau^2 \|R_{\alpha}^* v\|_h^2.$$

Отсюда видно, что выполнение условия (8) делает возможным применить теорему 3.1 из [4].

Если $\tau^2 \|A_{\alpha h}\|_h = \text{const}$, то норму $\|\hat{v}\|_1$ в (9) можно заменить на $\|\hat{v}\|_1^* = (\tilde{A}v, v)_h^{1/2}$, а при любом τ — на норму $\|\hat{v}\|_h = (\hat{v}, \hat{v})_h^{1/2}$.

3. Рассмотрим систему аддитивных схем с весами [4]

$$y_{\alpha t} + m A_{\alpha h} y_{\alpha}^{(\sigma_1, \sigma_2)} = m \varphi_{\alpha}, \quad y_{\alpha}(t) = v(t), \quad t \in [t_{j-1}, t_j],$$

$$v(t_{j+1}) = \frac{1}{m} \sum_{\alpha=1}^m y_{\alpha}(t_{j+1}). \quad (10)$$

Сравнивая (10) с семейством схем из [4], убеждаемся, что при $\sigma_1 + \sigma_2 \geq 1/2$ ($\sigma_1 \geq \sigma_2$) верна оценка (9) с нормой

$$\|\widehat{v}\|_{(1)}^2 = 0.25 \|\widehat{v} + v\|_1^2 + \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \frac{1}{4} \right) \tau^2 \|v_t\|_1^2.$$

4. Схема (6) аппроксимирует задачу (1)–(3) с порядком $O(\tau^2)$. Это следует в силу определения нормы оператора и достаточной гладкости функций f и u , требуемой для выполнения неравенств

$$\|A_{\alpha h} u\|_h \leq M_4, \quad \|f_\alpha\|_h \leq M_5.$$

Если операторы A_α таковы, что схемы из системы (5) аппроксимируют для данного α уравнение $\eta_\alpha u_{\alpha t t} + A_\alpha u = f_\alpha$ и начальные условия с погрешностью $O(\tau^2 + |h|^\nu)$, $\nu > 0$, то имеет место

Теорема 2. Решение дискретной задачи (5) сходится к решению исходной задачи (1)–(3) с точностью $O(\tau^2 + |h|^\nu)$.

5. Рассмотрим для примера в качестве оператора A_h разностный аналог оператора плоской теории упругости. Положим $A_h = \sum_{\alpha=1}^3 A_{\alpha h}$, $A_{1h} =$

$= A_{3h}^*$, а $A_{2h} = A_{2h}^*$. Выбор их определяется соотношениями

$$(A_{1h} \bar{u}, \bar{u})_h = 0.5 (\lambda + \mu) \|u_{1x} + u_{2y}\|_h^2 + 0.5 \mu \{ \|u_{1x}\|_h^2 + \|u_{2y}\|_h^2 \},$$

$$(A_{2h} \bar{u}, \bar{u})_h = \mu \{ \|u_{1y}\|_h^2 + \|u_{2x}\|_h^2 \}, \quad \bar{u} = (u_1, u_2),$$

а на границе прямоугольной области заданы краевые условия 1 рода.

Напишем аддитивную схему с весами

$$y_{1t}^{(1)} = \frac{3}{2} (\lambda + 2\mu) y_{1\bar{x}_1 \bar{x}_1}^{(1)}(\sigma_1, \sigma_2) + f_1,$$

$$y_{2t}^{(1)} = \frac{3}{2} (\lambda + \mu) \{ y_{1\bar{x}_1 \bar{x}_2}^{(1)}(\sigma_1, \sigma_2) + y_{2\bar{x}_1 \bar{x}_2}^{(1)}(\sigma_1, \sigma_2) \} + \frac{3}{2} (\lambda + 2\mu) y_{2\bar{x}_2 \bar{x}_2}^{(1)}(\sigma_1, \sigma_2) + f_2,$$

$$y_{1t}^{(2)} = \frac{3}{2} \mu y_{1\bar{x}_2 \bar{x}_2}^{(2)}(\sigma_1, \sigma_2) + f_1,$$

$$y_{2t}^{(2)} = \frac{3}{2} \mu y_{2\bar{x}_1 \bar{x}_1}^{(2)}(\sigma_1, \sigma_2) + f_2, \quad (11)$$

$$y_{2t}^{(3)} = \frac{3}{2} (\lambda + 2\mu) y_{2\bar{x}_2 \bar{x}_2}^{(3)}(\sigma_1, \sigma_2) + f_2,$$

$$y_{1t}^{(3)} = \frac{3}{2} (\lambda + 2\mu) y_{1\bar{x}_1 \bar{x}_1}^{(3)}(\sigma_1, \sigma_2) + \frac{3}{2} (\lambda + \mu) \{ y_{2\bar{x}_1 \bar{x}_2}^{(3)}(\sigma_1, \sigma_2) + y_{2\bar{x}_1 \bar{x}_2}^{(3)}(\sigma_1, \sigma_2) \} + f_1,$$

$$y^{(a)}(\sigma_1, \sigma_2) = \sigma_1 \widehat{y}^{(a)} + \sigma_2 \widetilde{y} + (1 - \sigma_1 - \sigma_2) y.$$

Здесь индекс сверху означает номер вектора в системе схем.

Заметим, что векторы $\bar{y}^{(a)}$ вычисляются независимо (схема экономична). Ниже приведены результаты модельных расчетов для решения динамической задачи плоской теории упругости с краевыми условиями 1 рода в прямоугольной области (сетка 24×24 , $\tau = 0,01$, $T = 1$). Использовались: аддитивная схема (11) с весами $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.25$ (А), $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.5$ (Б), модель типа (5) с двумя взаимно сопряженными операторами (В), а также схема из [5], где операторы A_{1h} и A_{2h} не являются положительными и сопряженными (Г).

	(h, h)	$(N-1)h, h$	$\frac{(N-1)h/2}{(N-1)h/2}$	$h, (N-1)h$	$(N-1)h, (N-1)h$
Точное решение u_1	1,0017	1,0407	1,2840	1,0407	2,5053
А	1,0497	1,0596	1,2502	1,0597	2,4691
Б	1,0481	1,0482	1,2510	1,0482	2,4702
В	1,0980	1,0984	1,2979	1,0983	2,4513
Г	1,1017	1,1134	1,4283	1,1103	2,0378

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 10.3.1977)

მათემატიკა

ბ. გორდეზიანი, ე. ევსეევი

ჰიპერბოლური ტიპის განტოლებათა სისტემების ამოხსნის ერთი
 ეკონომიური სხვაობიანი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ერთი კლასის $O(\tau^2)$ სიზუსტის სამფენიანი ადიტიური სქემების აგების და მდგრადობის საკითხი. დრეკადობის თეორიის ოპერატორის მაგალითზე ნაჩვენებია ალგორითმის ეფექტიანობა. მოყვანილია მოდელური გათვლების შედეგები.

MATHEMATICS

D. G. GORDEZIANI, E. G. EVSEEV

ON ONE ECONOMICAL DIFFERENCE METHOD FOR SOLVING SYSTEMS OF HYPERBOLIC EQUATIONS

Summary

The paper deals with one class of additive three-level schemes with accuracy $O(\tau^2)$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Самарский. ДАН СССР, 165, № 6, 1965, 1253—1256.
2. Д. Г. Гордезиани. Аннот. докл. сем. ИПМ ТГУ, 4, 1971, 23—26.
3. Д. Г. Гордезиани. Аннот. докл. сем. ИПМ ТГУ, 4, 1971, 11—14.
4. А. А. Самарский. Ж. вычисл. мат. и матем. физики, 7, 5, 1967, 1096—1133.
5. А. А. Самарский. Ж. вычисл. мат. и матем. физики, 5, 1, 1965, 34—43.

И. М. СПИТКОВСКИЙ

О ФАКТОРИЗАЦИИ МАТРИЦ-ФУНКЦИЙ, ХАУСДОРФОВО МНОЖЕСТВО КОТОРЫХ РАСПОЛОЖЕНО ВНУТРИ УГЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 7.2.1977)

Пусть Γ — конечная совокупность простых замкнутых кривых класса R [1], ограничивающая некоторую область $D^+(\ni 0)$, D^- — дополнение $D^+ \cup \Gamma$ до полной плоскости; $E_p^+(E_p^-)$, $1 \leq p < \infty$ — класс функций, аналитических в $D^+(D^-)$ и представимых интегралом Коши с плотностью из L_p ; E_p^- — класс функций вида $\varphi + c$, где $\varphi \in \hat{E}_p^-$, c — постоянная; E_∞^\pm — класс функций, аналитических и ограниченных в D^\pm .

В пространстве $L_p^{(n)}$, заданных на Γ n -мерных вектор-функций с компонентами из L_p , $1 < p < \infty$, по координатно определены оператор сингулярного интегрирования S и связанные с ним проекторы $P_\pm = \frac{1}{2}(I \pm S)$;

снабдив $L_p^{(n)}$ нормой $\|\varphi_j\|_p^n = \left(\int_\Gamma \left(\sum_{j=1}^n |\varphi_j(t)|^2 \right)^{p/2} |dt| \right)^{1/p}$, будем через

$\sigma(n, p, \Gamma)$ обозначать норму оператора S в этом пространстве.

Для рассматриваемых в работе $(n \times n)$ -матриц-функций (м. ф.) принадлежность какому-либо классу функций понимается поэлементно.

Известно [2], что оператор $T = P_+ + GP_-$, где G — $(n \times n)$ -м. ф. из L_∞ , нетеров в $L_p^{(n)}$ ($1 < p < \infty$) тогда и только тогда, когда почти всюду на Γ справедливо равенство

$$G(t) = G_+(t) \Lambda(t) G_-^{-1}(t), \tag{1}$$

где $G_\pm \in E_p^\pm$; $G_\pm^{-1} \in E_q^\pm$ ($q = p/(p-1)$); $\Lambda(t) = (\delta_{ij} t^{\alpha_j})_{i,j=1}^n$; числа $\alpha_1 \geq \dots \geq \alpha_n$ — целые (они называются частными индексами м. ф. G) и оператор $G_- \Lambda^{-1} P_- G_+^{-1}$ ограничен в $L_p^{(n)}$. Представление (1) м. ф. G , обладающее всеми указанными свойствами, будем называть ее Ф-факторизацией в $L_p^{(n)}$. Если м. ф. G Ф-факторизуема в L_p , то размерность ядра оператора T в $L_p^{(n)}$ равна сумме положительных, а коразмерность образа противоположна сумме отрицательных частных индексов м. ф. G .

(¹ В [3] в определении Ф-факторизации фигурировало требование ограниченности оператора $G_- P_- G_+^{-1}$. Легко проверить, однако, что операторы $G_- P_- G_+^{-1}$ и $G_- \Lambda^{-1} P_- G_+^{-1}$ ограничены в $L_p^{(n)}$ лишь одновременно.



И. Б. Симоненко [3] показал, что для обратимости оператора T в случае ляпуновского контура Γ и $n=1$ достаточно, чтобы $G^{-1} \in L_\infty$ и при некотором положительном $\alpha < \pi \min(p^{-1}, 1-p^{-1})$ почти все значения функции G лежали в секторе $S_\alpha = \{z : |\operatorname{Im} z| \leq \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{Re} z\}$. В настоящей заметке устанавливаются некоторые аналоги этого результата в случае $n > 1$. Основные результаты формулируются в терминах хаусдорфова множества (числового образа) матриц $G(t)$. Напомним поэтому, что хаусдорфово множество $H(A)$ матрицы $A = (a_{ij})_{i,j=1}^n$ есть множество значений квадратичной формы $\sum a_{ij} \xi_i \bar{\xi}_j$ на единичной сфере $\sum |\xi_j|^2 = 1$; хаусдорфово множество нормальной матрицы совпадает с выпуклой оболочкой ее спектра [4,5].

Следующее утверждение было использовано (но не сформулировано) в [6] при доказательстве теоремы 7.

Лемма 1. Пусть F —заданная на Γ измеримая м. ф., обладающая свойством: почти всюду на Γ $F(t)$ —нормальная матрица, собственные числа λ которой удовлетворяют условию $2 \frac{\sigma^2 + 1}{\sigma^2 - 1} \operatorname{Re} \lambda > 1 + |\lambda|^2$ при некотором $\sigma > \sigma(n, p, \Gamma)$. Тогда м. ф. F Φ -факторизуема в L_p , и все ее частные индексы равны нулю.

Для унитарнозначных м. ф. лемма 1 фактически доказана в [7]. В общем случае нужно внести некоторые изменения, связанные с тем, что преобразование Кэли матрицы — $F(t)$ уже не обязательно эрмитова, а лишь нормальная матрица.

Теорема 1. Пусть G —заданная на Γ измеримая м. ф., обладающая свойством: для каждой точки $t \in \Gamma$ можно указать дугу $\gamma_t(\varepsilon)$ контура Γ и круг Δ_t , который виден из начала координат под углом $\alpha_t < 4 \operatorname{arc} \operatorname{ctg} \sigma(n, p, \Gamma)$ такие, что почти для всех $\tau \in \gamma_t$ $G(\tau)$ —нормальная матрица, собственные числа которой сосредоточены в круге Δ_t . Тогда м. ф. G Φ -факторизуема в L_p , и все ее частные индексы равны между собой.

Доказательство основано на возможности представления м. ф. G в виде $G(t) = \mu(t) F(t)$, где μ —непрерывная и не обращающаяся в ноль на Γ функция, а F —м. ф., удовлетворяющая условиям леммы 1.

Замечание 1. В условиях теоремы 1 все частные индексы м. ф. G совпадают с индексом Коши любой непрерывной на Γ функции φ , удовлетворяющей требованию: $\varphi(t) \in \Delta_t$ при всех $t \in \Gamma$.

Замечание 2. Поскольку $\sigma(n, p, \Gamma)$ —выпуклая функция от параметра p , причем $\sigma(n, p, \Gamma) = \sigma(n, q, \Gamma)$ при $q = p/(p-1)$, всякая удовлетворяющая условиям теоремы 1 м. ф. G Φ -факторизуема во всех L_r , где r пробегает некоторый интервал, содержащий точки p и q . Замечание 1 показывает, что частные индексы м. ф. G во всех таких пространствах L_r одинаковы, а значит, Φ -факторизация м. ф. G в одном из них является ее Φ -факторизацией и во всех остальных. В частности, $G_{\pm}^{\pm 1} \in E_s^+$, $G_{\pm}^{\pm 1} \in E_s^-$ при некотором $s > \max(p, q)$.

Обратимся к случаю, когда контур Γ есть окружность Γ_0 .

Лемма 2. Пусть заданная на Γ_0 м. ф. F обладает следующими свойствами: 1) $F^{\pm 1} \in L_\infty$; 2) существует $\alpha \in (0, \pi/2)$ такое, что почти всюду на

Γ_0 $H(F(t))$ лежит в секторе S_α . Тогда м. ф. F Φ -факторизуема в L_p при $p \in \left(\frac{\pi}{\pi - \alpha}, \frac{\pi}{\alpha} \right)$, и все ее частные индексы равны нулю.

При доказательстве леммы 2 используется установленная И. Э. Вербицким и Н. Я. Крупником формула $\sigma(n, p, \Gamma_0) = \max \left(\operatorname{tg} \frac{\pi}{2p}, \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2p} \right)^{1/2}$.

Следующая теорема выводится из леммы 2 так же, как теорема 1 из леммы 1.

Теорема 2. Пусть заданная на Γ_0 м. ф. G обладает следующими свойствами: 1) $G^{\pm 1} \in L_\infty$; 2) при некотором $\alpha \in (0, \pi/2)$ для каждой точки $t \in \Gamma_0$ можно указать дугу $\gamma_t(\exists t)$ контура Γ_0 и сектор $S(t)$ раствора 2α с вершиной в начале координат такие, что почти для всех $\tau \in \gamma_t$ $H(G(\tau)) \subset S(t)$. Тогда м. ф. G Φ -факторизуема в L_p при $p \in \left(\frac{\pi}{\pi - \alpha}, \frac{\pi}{\alpha} \right)$, а все ее частные индексы равны индексу Коши любой непрерывной и не обращающейся в ноль на Γ_0 функции φ , удовлетворяющей требованию $\varphi(t) \in S(t)$ при всех $t \in \Gamma_0$.

Выражаясь не вполне строго, можно сказать, что частные индексы м. ф. G совпадают с числом оборотов ее хаусдорфова множества вокруг нуля, когда t один раз обегает Γ_0 в положительном направлении.

Используя общие предложения работы [2], на основании леммы 2 получаем достаточное условие Φ -факторизуемости в случае ляпуновского контура.

Теорема 3. Пусть контур Γ — ляпуновский, а заданная на Γ м. ф. G удовлетворяет следующим требованиям: 1) $G^{\pm 1} \in L_\infty$; 2) при некотором $\alpha \in (0, \pi/2)$ для каждой точки $t \in \Gamma$ существует дуга $\gamma_t(\exists t)$ контура Γ и м. ф. G_τ^\pm , принадлежащие E_∞^\pm вместе со своими обратными, такие, что почти всюду на γ_t $H(G_\tau^+(\tau) G(\tau) G_\tau^-(\tau)) \subset S_\alpha$. Тогда м. ф. G допускает представление (1), являющееся ее Φ -факторизацией во всех L_p при $p \in \left(\frac{\pi}{\pi - \alpha}, \frac{\pi}{\alpha} \right)$.

Следствие. Пусть $G = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ — измеримая м. ф. второго порядка, заданная на ляпуновском контуре Γ . Если функции a, d принадлежат L_∞ вместе со своими обратными, принимают почти всюду на Γ положительные значения и при некотором $\alpha \in (0, \pi/2)$ $\operatorname{ess\,sup} \frac{|b(t) e^{\pm 2i\alpha} - \overline{c(t)}|}{2\sqrt{a(t)d(t)}} < \sin \alpha$, то м. ф. G Φ -факторизуема с нулевым суммарным индексом во всех L_p ,

⁽¹⁾ Автора с этой формулой любезно познакомил Н. Я. Крупник.

$p \in \left(\frac{\pi}{\pi - \alpha}, \frac{\pi}{\alpha} \right)$. Если к тому же контур Γ есть окружность, то частные индексы м. ф. G равны нулю.

Одесский государственный университет
им. И. И. Мечникова

(Поступило 17.3.1977)

მათემატიკა

ი. სპიტკოვსკი

მატრიც-ფუნქციონის ფაქტორიზაცია, რომელთა კუსდორფისეული სიმრავლე მოთავსებულია კუთხის უბანში

რეზიუმე

$P_+ + GP_-$ სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორისათვის, სადაც მატრიცულ კოეფიციენტი $G \in L_\infty$, მოქმენილია ნეტერისეულობის გარკვეული ნიშნები. მოქმენილია აგრეთვე საკმარისი ნიშანი იმისა, რომ G მატრიც-ფუნქციის კერძო ინდექსები ერთმანეთს დაემთხვეს.

MATHEMATICS

I. M. SPITKOVSKI

FACTORIZATION OF MATRIX-VALUED FUNCTIONS WITH THEIR HAUSDORF SET LYING IN AN ANGLE

Summary

Some conditions have been obtained on the matrix-valued function $G \in L_\infty$ from which it can be deduced that the singular integral operator $P_+ + GP_-$ is a Φ -operator in the space $L_p^{(n)}(\Gamma)$. In the case when Γ is a circle or $G(t)$ is a normal matrix almost everywhere on Γ , and under certain additional conditions, information about partial indices of G is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Хведелидзе. Современные проблемы математики, 7, 1975, 5—162.
2. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем., 32, 5, 1968, 1138—1146.
3. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем., 28, 2, 1964, 277—306.
4. И. М. Глазман, Ю. И. Любич. Конечномерный линейный анализ в задачах. М., 1969.
5. П. Халмош. Гильбертово пространство в задачах. М., 1970.
6. И. М. Спитковский. ДАН СССР, 227, 3, 1976, 576—579.
7. Н. Я. Крупник, В. И. Няга. Математические исследования. 10, 1. Кишинев, 1975, 144—164.

Р. Д. ГЕЦАДЗЕ

О РАСХОДИМОСТИ КРАТНЫХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 16.3.1977)

С. В. Бочкарев [1] доказал, что для любой ограниченной ортонормированной на $[0,1]$ системы $(\varphi_n)_{n \geq 1}$ существует функция $\psi \in L([0, 1])$, такая, что ее ряд Фурье по этой системе неограниченно расходится на некотором множестве $E \subset [0, 1]$, $\mu(E) > 0$.

В [2, 3] было указано, что расходимость ряда Фурье по любой ограниченной ОНС имеет место в смысле метрики $L([0, 1])$. Однако заметим, что отмеченная нами в заметке [3] функция $\varphi \in L([0, 1])$, для которой ряд Фурье по данной ограниченной ОНС расходится в смысле $L([0, 1])$, строится в явном виде, а в [2] (стр. 24—25) утверждается существование такой функции.

В [4] указано, что при некоторых дополнительных условиях на ограниченную ОНС для некоторой функции f из $L([0,1])$ ряд Фурье по данной системе расходится на множестве полной меры.

В данной работе изложены результаты, касающиеся расходимости в смысле Прингсхейма кратных рядов Фурье по ограниченным кратным ОНС на $[0,1]^2$, которые являются многомерными аналогами упомянутых выше результатов.

Теорема 1. Пусть $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$ — двойная ОНС на $[0, 1]^2$, которая удовлетворяет условию

$$|f_{ik}(x, y)| \leq M, \quad M > 0, \quad i, k = 1, 2, \dots \quad (x, y) \in [0, 1]^2.$$

Тогда существует такая функция $\psi \in L([0, 1]^2)$, что ее ряд Фурье по системе $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$

$$\psi(x, y) \sim \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik}(\psi) \cdot f_{ik}(x, y), \quad a_{ik}(\psi) = (\psi, f_{ik})$$

неограниченно расходится по Прингсхейму в смысле метрики $L([0, 1]^2)$, т. е.

$$\overline{\lim}_{m, n \rightarrow \infty} \int_0^1 \int_0^1 \left| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ik}(\psi) \cdot f_{ik}(x, y) \right| dx dy = +\infty.$$

Теорема 2. Пусть $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$ — двойная ОНС на $[0, 1]^2$, которая удовлетворяет условию

$$|f_{ik}(x, y)| \leq M, \quad M > 0, \quad i, k=1, 2, \dots \quad (x, y) \in [0, 1]^2.$$

Тогда существует такая функция $\varphi \in L([0, 1]^2)$, что ее ряд Фурье по системе $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$

$$\varphi(x, y) \sim \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik}(\varphi) f_{ik}(x, y), \quad a_{ik}(\varphi) = (\varphi, f_{ik})$$

неограниченно расходится по Прингсхейму, т. е.

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \overline{\left| \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ik}(\varphi) \cdot f_{ik}(x, y) \right|} = +\infty$$

на некотором множестве $E \subset [0, 1]^2$ с положительной плоской мерой.

Теорема 3. Пусть $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$ — двойная ОНС на $[0, 1]^2$, удовлетворяющая условиям

$$1) \quad |f_{ik}(x, y)| \leq M, \quad M > 0, \quad (x, y) \in [0, 1]^2, \quad i, k=1, 2, \dots$$

$$2) \quad \lim_{m, n \rightarrow \infty} \sum_{i=m \cdot l_1}^{(m+1)l_1-1} \sum_{k=n \cdot l_2}^{(n+1)l_2-1} f_{ik}^2(x, y) > 0 \quad \text{почти всюду на } [0, 1]^2 \text{ при}$$

некоторых натуральных l_1, l_2 , которые не зависят от (x, y) . Тогда существует такая функция $g \in L([0, 1]^2)$, что ее ряд Фурье по системе $(f_{ik})_{i, k \geq 1}$ неограниченно расходится по Прингсхейму почти всюду на $[0, 1]^2$.

Отметим, что все указанные результаты справедливы как в одномерном, так и в многомерном случаях и в том случае, когда функции ОНС принимают комплексные значения, причем во всех этих случаях функции, для которых ряды Фурье расходятся, можно выбрать действительными.

Наконец заметим, что все вышеупомянутые результаты имеют место для любой размерности N ($N=3, 4, 5, \dots$).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.3.1977)

მათემატიკა

რ. გეცაძე

ფურის ჯერადი ორთოგონალური მჭკრივების განზღალოვის
შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები, რომლებიც შეეხებათ ნებისმიერი, $[0, 1]^N$ -ზე ორთონორმირებული ერთობლივ შემოსახვრული ჯერადი სისტემების მიმართ ფურის ჯერადი მჭკრივების განზღალოვის საკითხს როგორც წერტილოვანი კრებაზღალოვის, ისე $L([0, 1]^N)$ მეტრიკის აზრით. კრებალობა განიხილება პრინგსჰეიმის აზრით.

R. D. GETSADZE

ON THE DIVERGENCE OF MULTIPLE ORTHONORMAL
FOURIER SERIES

Summary

The theorems on pointwise divergence and divergence in the sense of $L([0,1]^N)$ metric of multiple Fourier series for an arbitrary bounded multiple orthonormal system on $[0,1]^N$ are presented. The convergence is considered in the sense of Pringsheim.

ՄԻՋՈՒՆԻՐՈՒՄ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Бочкарев. Матем. сб., 98, 3, 1975, 436—449.
2. А. М. Олевский. Fourier Series with Respect to General Orthogonal Systems. Berlin, 1975.
3. Р. Д. Гецадзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 2, 1976, 285—288.
4. Р. Д. Гецадзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976, 41—44.

Г. Л. ХАРАТИШВИЛИ, Т. А. ТАДУМАДЗЕ

ВОПРОСЫ КВАЗИВЫПУКЛОСТИ И СУЩЕСТВОВАНИЯ В ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 24.3.1977)

Аппроксимационная лемма Р. В. Гамкрелидзе [1] позволяет доказывать квазивыпуклость фильтров, возникших в теории экстремальных задач. Для экстремальных задач с квазивыпуклыми фильтрами справедливо необходимое условие критичности, откуда вытекают все необходимые условия первого порядка вариационных и оптимальных задач в случае одной независимой переменной [2].

Обобщение аппроксимационной леммы и соответствующего необходимого условия критичности для экстремальных задач с отклоняющимся аргументом позволило бы изучить единым подходом оптимальные задачи с запаздываниями, нейтрального типа и другие, имеющие важное практическое значение. Следует однако отметить, что такое обобщение в общем случае сопряжено с большими трудностями. Так обстоит дело, в частности, для оптимальных задач, содержащих несоизмеримые постоянные запаздывания в управлениях.

Аналогичная ситуация возникает при попытке обобщения леммы А. Ф. Филиппова, при помощи которой доказывается существование оптимального управления [3].

Целью настоящей заметки является выявление тех трудностей, которые возникают при обобщении доказательств квазивыпуклости фильтров и существования оптимального управления для оптимальных задач с отклоняющимися аргументами.

Рассмотрим оптимальную задачу, порожденную управляемой системой

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), x(t - \tau_1), \dots, x(t - \tau_s), u(t), u(t - \theta)).$$

Оказывается, что для такой задачи легко обобщить аппроксимационную лемму. Для этого достаточно временной интервал J , на котором изучается процесс, разбить сначала на подинтервалы длины θ , а затем для каждого подинтервала осуществить разбиение, предложенное Р. В. Гамкрелидзе [1, 2].

Для управляемой системы

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), x(t - \tau_1), \dots, x(t - \tau_s), u(t), u(t - \theta_1), \dots, u(t - \theta_v))$$

такой подход неосуществим, если положительные числа $\theta_1, \dots, \theta_v$ несоизмеримы. Когда эти числа соизмеримы, т. е. $\theta_i = m_i h$, где m_i —



натуральные числа, аппроксимационную лемму можно доказать выше указанным способом, разбив предварительно временной интервал J на подинтервалы длины h .

Аналогично обстоит дело при обобщении леммы А. Ф. Филиппова. В этом случае желаемый результат достигается за счет N -кратного увеличения размерности пространства значений правых частей, при условии, что $N\theta$ (соответственно Nh) больше или равно длины временного интервала J .

Вышеуказанные обстоятельства заставляют думать, что при исследовании вопросов квазивыпуклости и существования в системах с запаздываниями существенную роль играет соизмеримость запаздываний, входящих в управлениях.

Для более глубокого понимания тех трудностей, которые возникают при обобщении аппроксимационной леммы, необходимо вникнуть в схему ее доказательства.

Пусть $f(t, x, u_0, \dots, u_\nu)$ — n -мерная вектор-функция, определенная и непрерывная на $E^1 \times E^n \times E^{r(1+\nu)}$.

Обозначим через Σ — s -мерный симплекс

$$\Sigma = \left\{ \lambda = (\lambda_0, \dots, \lambda_s) : \sum_{i=0}^s \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0 \right\}.$$

Рассмотрим функции

$$f_i = f(t, x, u_i(t), u_i(t - \theta_1), \dots, u_i(t - \theta_\nu)), \quad i = 0, \dots, s,$$

где $u_i(t)$ — измеримые и ограниченные функции на отрезке $J_0 = [a - \theta_\nu, b]$, $\theta_\nu > \dots > \theta_1 > 0$.

Разобьем отрезок J_0 на частичные отрезки J_α , $\alpha = 1, \dots, m$, и затем произвольной точке $\lambda \in \Sigma$ поставим в соответствие подразделение каждого из отрезков J_α на $1 + s$ отрезки $J_{\alpha_i}(\lambda)$, $i = 0, \dots, s$, определенное условием

$$\text{mes } J_{\alpha_i}(\lambda) / \text{mes } J_{\alpha_j}(\lambda) = \lambda_i / \lambda_j;$$

если $\lambda_i = 0$, то соответствующий отрезок $J_{\alpha_i}(\lambda)$ вырождается в точку.

Определим теперь отображение

$$\lambda \rightarrow f_\lambda = f(t, x, u_\lambda(t), u_\lambda(t - \theta_1), \dots, u_\lambda(t - \theta_\nu)),$$

где

$$u_\lambda(t) = u_i(t), \quad t \in J_{\alpha_i}(\lambda), \quad i = 0, \dots, s, \quad \alpha = 1, \dots, m.$$

Нетрудно заметить, что вообще говоря

$$f_\lambda \neq f_i, \quad t \in J_{\alpha_i}(\lambda) \subset [a, b].$$

Это обстоятельство не позволяет доказывать аппроксимационную лемму по схеме, предложенной в [1, 2].

Если $\theta_i = m_i h$, тогда разбиение отрезка J_0 можно построить следующим образом.

Пусть $\gamma \geq 0$ — наименьшее число, удовлетворяющее условию

$$(b + \gamma) - (a - m_\nu h) = kh,$$

где k — натуральное число.

Пусть J^β , $\beta = 1, \dots, k$ — система пристроенных друг к другу отрезков длины h так, что левый конец отрезка J^1 совпадает с точкой $a - m_\nu h$, правый конец совпадает с левым концом последующего отрезка J^2 и т. д., правый конец J^k совпадает с точкой $b + \gamma$.

Каждый отрезок J^β разобьем некоторым единым для всех отрезков способом на частичные отрезки J^β_α , $\alpha = 1, \dots, m$ так, чтобы правый конец одного из частичных отрезков J^β_α совпал с точкой b .

Поставим в соответствие произвольной точке λ симплекса Σ единое для всех отрезков J^β_α подразделение на частичные отрезки $J^\beta_{\alpha_i}(\lambda)$, определенное условием

$$\text{mes } J^\beta_{\alpha_i}(\lambda) / \text{mes } J^\beta_{\alpha_j}(\lambda) = \lambda_i / \lambda_j.$$

Легко заметить, что в этом случае

$$f_\lambda = f_i, \quad t \in J^\beta_{\alpha_i}(\lambda) \subset [a, b].$$

Это условие гарантирует справедливость аппроксимационной леммы.

Обобщение аппроксимационной леммы на различные классы управляемых систем с отклоняющимся аргументом дано в [4].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт систем управления

Тбилисский государственный
 университет
 Институт прикладной
 математики

(Поступило 24.3.1977)

მათემატიკა

ბ. ხარატიშვილი. თ. თადუმაძე

კვანია მოწინააღმდეგის და არსებობის საკითხები დაგვიანების
 შემთხვევაში მატრიცულ სისტემაში

რ ე ზ ი მ ე

ნაჩვენებია, რომ დაგვიანებების შემცველ მატრიცულ პროცესებში კვანია-
 მოწინააღმდეგის და არსებობის საკითხის გამოკვლევას არსებით როლს თამაშობს
 მართებში შემავალი დაგვიანებების თანაზომადობა.

MATHEMATICS

G. L. KHARATISHVILI, T. A. TADUMADZE

THE QUESTIONS OF QUASI-CONVEXITY AND EXISTENCE IN DELAY OPTIMAL SYSTEMS

S u m m a r y

It is shown that in studying the questions of quasi-convexity and existence in delay optimal systems an essential part is played by the commensurability of delays contained in controls.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. V. Gamkrelidze. J. SIAM Control, 3, 1965.
2. Р. В. Гамкrelидзе, Г. Л. Харатишвили. Изв. АН СССР, сер. матем. т. 33, № 4, 1969.
3. А. Ф. Филиппов. Вестник МГУ, сер. матем., астр., физ., хим., № 2, 1959.
4. Г. Л. Харатишвили, З. А. Мачаидзе, Н. И. Маркозашвили, Т. А. Тадумадзе. Абстрактная вариационная теория и ее применения к оптимальным задачам с запаздываниями. Тбилиси, 1973.

В. О. АСАТИАНИ, З. А. ЧАНТУРИЯ

МОДУЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИИ И ИНДИКАТРИСА БАНАХА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 30.3.1977)

Хорошо известно, что понятие вариации функции было введено Жорданом в 1881 г. [1]. В 1924 г. Винер [2] обобщил это понятие и ввел понятие р-вариации. Наконец, Юнг [3] ввела понятие Ф-вариации функции.

Определение 1 [3]. Пусть $\Phi(u)$ — строго возрастающая непрерывная функция на $[0, \infty)$ и $\Phi(0) = 0$. Мы скажем, что f имеет ограниченную Ф-вариацию на $[a, b]$ или $f \in V_\Phi(a, b)$, если

$$\sup_{\Pi} \sum_{k=1}^n \Phi(|f(x_k) - f(x_{k-1})|) < \infty$$

где $\Pi = \{a \leq x_0 < x_1 < \dots < x_n \leq b\}$ — произвольное разбиение $[a, b]$.

Если $\Phi(u) = u$, то V_Φ совпадает с классом Жордана V , а при $\Phi(u) = u^p$, $p > 1$ — с классом Винера V_p .

В 1973 г. З. А. Чантурия [4] ввел понятие модуля изменения функции.

Определение 2. Пусть f ограничена на $[a, b]$. Модулем изменения функции f называется функция $\upsilon(n, f)$, определенная в виде $\upsilon(0, f) = 0$, а при $n \geq 1$

$$\upsilon(n, f) = \sup_{\Pi_n} \sum_{k=0}^{n-1} |f(x_{2k+1}) - f(x_{2k})|,$$

где Π_n — произвольное разбиение $[a, b]$ на n непересекающихся интервалов (x_{2k}, x_{2k+1}) , $k = 0, 1, \dots, n-1$.

В 1925 г. Банах [5] ввел для непрерывной функции f функцию $N(y, f)$: для каждого y $N(y, f)$ равна числу (конечному или бесконечному) решений уравнения $f(x) = y$. Следуя И. П. Натансону ([6], стр. 212), $N(y, f)$ будем называть индикатрисой Банаха.

Банах [5] доказал, что непрерывная функция $f \in V$ тогда и только тогда, когда $N(y, f)$ суммируема на $[m(f), M(f)]$, где $m(f) = \inf_{x \in [a, b]} f(x)$ и

$$M(f) = \sup_{x \in [a, b]} f(x).$$

С. М. Лозинский [7] перенес понятие индикатрисы Банаха и для функций, имеющих лишь разрывы первого рода на $[a, b]$, т. е. класса $W(a, b)$ (см. также [8]). Он же показал, что теорема Банаха справедлива и без предположения непрерывности f .



Т. Ш. Зерекидзе [9] показал, что если $f \in W(a, b)$ и $N^{1/p}(y, f)$, $p > 1$ суммируема, то $f \in V_p$; причем обратное, вообще говоря, не верно.

Поставим следующую задачу. Пусть $\Omega(x)$ — выпуклая вверх возрастающая функция на $[0, \infty)$ и $\Omega(0) = 0$, $\lim_{x \rightarrow \infty} \Omega(x) = \infty$, $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\Omega(x)}{x} = 0$.

Если $f \in W(a, b)$ и

$$\int_{m(f)}^{M(f)} \Omega(N(y, f)) dy < \infty, \quad (1)$$

то что можно сказать о модуле изменения функции f ?

Ответ дает следующая

Теорема 1. Если $f \in W(a, b)$ и выполнено (1), то модуль изменения $\nu(n, f)$ функции f удовлетворяет соотношению

$$\sum_{n=1}^{\infty} [2\Omega(n) - \Omega(n-1) - \Omega(n+1)] \nu(n, f) < \infty. \quad (2)$$

Доказательство опирается на следующую лемму.

Лемма. Если $f \in W(a, b)$ то $\nu(n, f) \leq 3 \int_{m(f)}^{M(f)} N_n(y, f) dy$

где

$$N_n(y, f) = \begin{cases} N(y, f), & \text{когда } N(y, f) \leq n, \\ n, & \text{когда } N(y, f) > n. \end{cases}$$

Теорема 1 точна в том смысле, что имеет место

Теорема 2. Для любой последовательности $\lambda_n \uparrow \infty$ и любого Ω существует функция $f \in W(a, b)$, удовлетворяющая условию (1) и для которой справедливо соотношение

$$\sum \lambda_n [2\Omega(n) - \Omega(n-1) - \Omega(n+1)] \nu(n, f) = \infty.$$

Следствие 1. Если $f \in W(a, b)$ и

$$\int_{m(f)}^{M(f)} \ln^\alpha(N(y, f)) dy < \infty, \quad \alpha > 0$$

то

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\ln^{\alpha-1} n}{n^2} \nu(n, f) < \infty.$$

Следствие 2. Если $f \in W(a, b)$ и

$$\int_{m(f)}^{M(f)} N^{1/p}(y, f) dy < \infty, \quad p > 1,$$

то

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{1/p-2} v(n, f) < \infty.$$

Следствие 3. Пусть $\Phi(u)$ и $\Omega(n)$ связаны соотношением

$$\Omega(n) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{k \Phi^{-1}\left(\frac{1}{k}\right)}, \quad n=1, 2, \dots$$

Тогда если $f \in W(a, b)$ и выполнено (1), то $f \in V_{\Phi}$.

Отсюда при $\Phi(u) = u^p$, $p > 1$, получается цитированная выше теорема из [9].

Теорему 1 нельзя обратить, так как справедлива

Теорема 3. Пусть $\Omega(x)$ удовлетворяет перечисленным выше условиям. Тогда существует функция $f_0 \in C(a, b)$, для которой справедливо (2), но не выполнено (1).

Полученные результаты можно применить к некоторым вопросам теории рядов Фурье.

Гарсия и Сойер [10] доказали, что если $f \in C(0, 2\pi)$ и

$$\int_{m(f)}^{M(f)} \ln N(y, f) dy < \infty, \quad (3)$$

то ряд Фурье функции f сходится равномерно.

Из следствия 1 вытекает, что если выполнено (3), то

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{v(k, f)}{k^2} < \infty. \quad (4)$$

Но если $f \in C(a, b)$ и справедливо (4), то как доказано в [4], ряд Фурье функции f сходится равномерно, т. е. теорема Гарсия—Сойера является следствием теоремы 6 из [4]. Хотя сам этот факт не нов, так как К. И. Осколков [11] доказал, что теорема Гарсия—Сойера есть следствие теоремы Салема, а З. А. Чантурия доказал, что теорема Салема следует из его теоремы, но нам кажется наше доказательство более прямым.

Хорошо известен критерий Винера о непрерывности функции ограниченной вариации: если $f \in V(0, 2\pi)$ и

$$\min \{f(x-0), f(x+0)\} \leq f(x) \leq \max \{f(x-0), f(x+0)\} \quad (5)$$

для любого $x \in [0, 2\pi]$, то для непрерывности функции f необходимо и достаточно условие

$$\sum_{k=1}^n k \rho_k = o(n), \quad n \rightarrow \infty, \quad (6)$$

где $\rho_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$, a_k и b_k — соответственно \cos - и \sin -коэффициенты Фурье. (Подробнее об этом см. [12] и указанную там литературу.)

Из теоремы Банаха—Лозинского и Винера следует, что если

$$\int_{m(f)}^{M(f)} N(y, f) dy < \infty$$

и выполнено (5), то (6) необходимо и достаточно для непрерывности функции f .

Из следствия 2 при $p=2$ и теоремы 1 из [12] можно получить следующую теорему.

Теорема 4. Если $f \in W(a, b)$ удовлетворяет условию (5) и

$$\int_{m(f)}^{M(f)} N^{1/2}(y, f) dy < \infty$$

то (6) необходимо и достаточно для непрерывности функции f .

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 7.4.1977)

მათემატიკა

З. ასათიანი, ზ. ჭანტურია

ფუნქციის ცვლილების მოდული და ბანახის ინდიკატრისი

რეზიუმე

შესწავლილია კავშირი ცვლილების მოდულსა და ბანახის ინდიკატრისის შორის. მიღებული შედეგები გამოყენებულია ფურიეს მწკრივთა თეორიის ზოგიერთი საკითხის შესასწავლად.

MATHEMATICS

V. O. ASATIANI, Z. A. CHANTURIA

THE MODULUS OF VARIATION OF A FUNCTION AND THE BANACH INDICATRIX

Summary

The paper studies the connection between the modulus of variation of a function and the Banach indicatrix. The results obtained are used in studying some questions of the theory of Fourier series.

ლიბერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Jordan. Comptes Rendus, 92, 1881, 228—230.
2. N. Wiener, J. Massach. Inst. Techn., 3, 1924, 72—94.
3. L. C. Young. Comptes Rendus, 204, 1937, 470—472.
4. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974, 63—65.
5. S. Banach. Fundam. Math., 7, 1925, 225—237.
6. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной. М., 1974.
7. С. М. Лозинский. Вестник ЛГУ, № 7, вып. 2, 1958, 70—87.
8. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 25, № 2, 1969, 129—136.
9. Т. Ш. Зерекидзе. Конф. молодых ученых и асп. ИПМ ТГУ, тезисы. Тбилиси, 1974, 67—68.
10. A. M. Garcia, S. Sawyer, J. Math. Mech., 13, № 4, 1964, 589—601.
11. К. И. Осколков. Матем. заметки, 12, № 3, 1972, 313—324.
12. З. А. Чантурия. Сообщения АН ГССР, 80, № 2, 1975, 281—283.



Ю. А. РАТИАНИ

О ВЛИЯНИИ УПРУГОСТИ ЗАДЕЛКИ НА КОЛЕБАНИЯ ЛОПАТОК ШАХТНЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ПРИ НЕЛИНЕЙНОЙ ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ СИЛЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 11.5.1977)

При исследовании свободных поперечных колебаний консольных стержней, один конец которых закреплен с помощью упруго-демпфирующего материала (УДМ) с гистерезисной характеристикой, прямое решение известного уравнения упругих колебаний с нелинейным граничным условием затруднено.

Для учета влияния характеристики УДМ на свободные колебания стержня (рис. 1) или, что то же самое, лопатки вентилятора [1], колебания системы условно можно разделить на два вида: 1) упругие колебания самого стержня, имеющего бесконечную степень свободы, и 2) колебания УДМ, вызванные массой колеблющегося стержня (рис. 2).



Рис. 1



Рис. 2

Целью данной работы является расчет такой эквивалентной жесткости $c_{\text{эkv}}$ УДМ, который позволит заменить реальную жесткость с таким образом, чтобы параметры колебаний системы, представленной на рис. 1, оставались практически неизменными.

Характеристика УДМ представлена на рис. 3, где P — нагрузка, y — перемещение.

В большинстве практических случаев влиянием энергии рассеяния УДМ на период свободных колебаний можно пренебречь [2]. Поэтому рассмотрим влияние на период колебаний системы (рис. 2) усредненной жесткости, представленной на рис. 3 кривой 1. Статическое отклонение $y_{\text{ст}}$, вызванное массой m , обозначим через O_1 и начало координат перенесем в эту точку (рис. 4). Разобьем полупериод колебаний на три этапа, для чего кривую 1 заменим ломаной и найдем период колебаний методом припасовывания [2].

Дифференциальное уравнение движения имеет вид

$$y'' + k_n^2 y = 0, \quad (1)$$



где $k_n^2 = \frac{c_n}{m}$, c_n —жесткость системы в промежутках $y_0 - y_1$, $y_1 - y_2$, $y_2 - y_3$, которым соответствуют составляющие полупериода τ_1 , τ_2 и τ_3 .
Общее решение уравнения (1) представим в виде

$$y_n = C_{1n} \cos k_n t + C_{2n} \sin k_n t, \quad (2)$$

$$y'_n = -C_{1n} k_n \sin k_n t + C_{2n} k_n \cos k_n t, \quad (3)$$

где C_{1n} и C_{2n} —постоянные интегрирования, определяемые из начальных условий.

На первом этапе при $t = 0$, $y = y_0$, $y' = 0$ и $C_{11} = y_0$, $C_{21} = 0$.

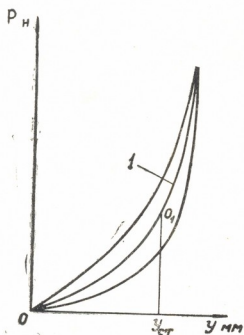


Рис. 3

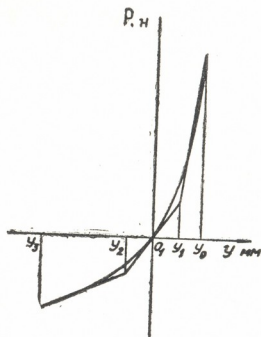


Рис. 4

Учитывая полученные значения C_{11} и C_{21} из уравнений (2) и (3) для первого этапа получаем

$$y = y_0 \cos k_1 t, \quad (4)$$

$$y' = -y_0 k_1 \sin k_1 t. \quad (5)$$

Согласно принятым обозначениям, перемещению $y_0 - y_1$ соответствует промежуток времени $0 \leq t \leq \tau_1$. Время прохождения τ_1 участка $y_0 - y_1$ найдем из условий, что при $t = \tau_1$ должно быть $y = y_1$ и $y' = y'_1$.

Тогда из (4) и (5)

$$y_1 = y_0 \cos k_1 \tau_1, \quad (6)$$

$$y'_1 = -y_0 k_1 \sin k_1 \tau_1. \quad (7)$$

Из (6) имеем

$$\tau_1 = \frac{1}{k_1} \arccos \frac{y_1}{y_0}. \quad (8)$$

Уравнения (6) и (7) одновременно являются начальными условиями уравнения движения (1) на втором этапе.

Применение аналогичных выкладок для перемещений $y_1 - y_2$ и $y_2 - y_3$, которым соответствуют промежутки времени τ_2 и τ_3 , дает

$$\tau_2 = \frac{2}{k_2} \operatorname{arctg} \frac{k_2}{k_1 \operatorname{tg} k_1 \tau_1}, \quad (9)$$

$$\tau_3 = \frac{1}{k_3} \operatorname{arctg} \frac{y'_2}{k_3 y_2}, \quad (10)$$

где

$$y_2 = y_1 \cos k_2 \tau_2 + \frac{y'_1}{k_2} \sin k_2 \tau_2,$$

$$y'_2 = -y_1 k_2 \sin k_2 \tau_2 + y'_1 \cos k_2 \tau_2.$$

Таким образом,

$$\frac{T}{2} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad T = 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3)$$

и частота свободных колебаний

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3}. \quad (11)$$

С другой стороны, для линейных систем

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}. \quad (12)$$

Учитывая (11) и (12)

$$c_{\text{экв}} = \frac{\pi^2 m}{(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3)^2}. \quad (13)$$

Выражение (13) позволяет найти значение эквивалентной жесткости системы, при котором свободные колебания имеют приблизительно тот же период, что и реальная система с нелинейной жесткостью. Очевидно, что подобный подход существенно упрощает решение уравнения колебаний лопатки вентилятора с упругим закреплением.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 12.5.1977)

შემაჯავთ

ი. რატიანი

საზახტო ღერძული ვენტოლატორების ნიჩბების რხევებზე ჩამაგრების ღრმადობის გავლენა არაწრფივი აღმდგენი ძალის შემთხვევაში

რ ე ზ ი უ მ ე

საზახტო ღერძული ვენტოლატორების ნიჩბების დრეკადი ჩამაგრებისათვის შემუშავებულია ეკვივალენტური სიხისტის გაანგარიშების მეთოდოლოგია და გამოყვანილია

ფორმულა, რომელიც არსებულ სიხისტეს ცვლის ისეთნაირად, რომ თავისუფალ რხევებს მიახლოებით იგივე პერიოდი აქვთ, რაც რეალურ, არაწრფივი სიხისტის მქონე სისტემას.

Yu. A. RATIANI

THE INFLUENCE OF ELASTICITY OF FASTENING ON THE
 VIBRATION OF BLADES OF MINE AXIAL FANS UNDER
 NONLINEAR RESTORING FORCE

Summary

Methods have been developed for flexible fastening of the mine axial fan blades and the calculation formula of the equivalent rigidity of elastic fastening of blades obtained, enabling to substitute the actual rigidity in such a way that free vibrations have approximately the same period as has the actual system with nonlinear rigidity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Л. Ратиани, Ю. А. Ратиани. Горная механика и рудничная аэрология. Тбилиси, 1972.
2. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. М., 1967.

М. О. БАШЕЛЕИШВИЛИ

О НЕКОТОРЫХ ГРАНИЧНО-КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ
 НЕОДНОРОДНОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-
 ИЗОТРОПНОЙ БЕСКОНЕЧНОЙ ПЛИТЫ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 25.4.1977)

Рассматриваются гранично-контактные задачи для уравнений статики трансверсально-изотропного упругого тела, плоскость изотропии которого параллельна плоскости $x_3 = \text{const}$ [1]. Решение названных уравнений ищется в бесконечной кусочно-однородной плите, состоящей из n однородных слоев, где n — произвольное натуральное число. Граничные поверхности всех слоев — параллельные плоскости: $x_3 = h_0, x_3 = h_1, \dots, x_3 = h_n$, где h_0, h_1, \dots, h_n — произвольные действительные числа, подчиненные единственному ограничению $h_0 < h_1 < \dots < h_n$. В слое $h_{m-1} < x_3 < h_m$, где $m = \overline{1, n}$, коэффициенты Гука постоянны и обозначены через $c_{11}^{(m)}, c_{33}^{(m)}, c_{13}^{(m)}, c_{44}^{(m)}, c_{66}^{(m)}$, а компоненты вектора смещения и вектора напряжения обозначены через $u_k^{(m)}$ и $\tau_{kj}^{(m)}$, где $k, j = 1, 2, 3$, толщина слоя — через $\Delta h_m = h_m - h_{m-1}, m = \overline{1, n}$.

На нижней и верхней граничных плоскостях плиты, т. е. при $x_3 = h_0$ и $x_3 = h_n$, заданы условия:

$$(u_k^{(1)})^- = f_k^{(1)}, \quad (u_k^{(n)})^+ = f_k^{(n)}, \quad k = 1, 2, 3, \quad (1)$$

или

$$(\tau_{k3}^{(1)})^- = F_k^{(1)}, \quad (\tau_{k3}^{(n)})^+ = F_k^{(n)}, \quad k = 1, 2, 3, \quad (2)$$

или

$$(\tau_{k3}^{(1)})^- = F_k^{(1)}, \quad (u_3^{(1)})^- = f_3^{(1)}, \quad (\tau_{k3}^{(n)})^+ = F_k^{(n)}, \quad (u_3^{(n)})^+ = f_3^{(n)}, \quad k = 1, 2, \quad (3)$$

или

$$(u_k^{(1)})^- = f_k^{(1)}, \quad (\tau_{33}^{(1)})^- = F_3^{(1)}, \quad (u_k^{(n)})^+ = f_k^{(n)}, \quad (\tau_{33}^{(n)})^+ = F_3^{(n)}, \quad k = 1, 2, \quad (4)$$

где $f_k^{(m)}$ и $F_k^{(m)}$ ($k = 1, 2, 3, m = 1$ или $m = n$) — данные функции.

На плоскостях $x_3 = h_m, m = \overline{1, n-1}$ даны следующие контактные условия:

$$(\tau_{k3}^{(m)})^+ = 0, \quad (\tau_{k3}^{(m+1)})^- = 0, \quad (u_3^{(m)})^+ = (u_3^{(m+1)})^-, \quad (\tau_{33}^{(m)})^+ = (\tau_{33}^{(m+1)})^-, \quad k = 1, 2, \quad (5)$$

или

$$(u_k^{(m)})^+ = (u_k^{(m+1)})^-, \quad (\tau_{k3}^{(m)})^+ = (\tau_{k3}^{(m+1)})^-, \quad k = 1, 2, 3. \quad (6)$$

Гранично-контактную задачу с условиями (1) и (5) принято называть первой гранично-контактной задачей для бесконечной плиты с нескрепленными слоями, а задачу с условиями (1) и (6) — первой



гранично-контактной задачей со скрепленными слоями. Аналогично можно назвать задачи с условиями (K) и (L), где $K=2, 3, 4$ и $L=5, 6$.

Несколько другое наименование этих задач дается в [2], где исследуются указанные задачи в случае конкретных граничных условий и для специально конструированных изотропных упругих тел, имеющих определенные симметрии относительно срединных поверхностей.

Заметим, что гранично-контактные задачи можно формулировать в более общем виде. Можно, например, задавать одно условие из (K) на плоскости $x_3=h_0$, а одно из остальных условий — на плоскости $x_3=h_n$ и т. д. В условиях (5) и (6) вместо равенства можно задавать разность предельных значений компонент вектора смещения и напряжения.

В этой статье для определенности мы рассмотрим вторую гранично-контактную задачу с нескрепленными слоями, т. е. задачу с условиями (2) и (5). Применяемый здесь способ решения гранично-контактной задачи (2) и (5) можно использовать также и для решения задач с условиями (K) и (6).

Учитывая (2) и (5) и применяя формулы, полученные в [3] для решения второй граничной задачи в бесконечном слое, находим (мы выписываем только $u_3^{(m)}$, так как $u_k^{(m)}$, $k=1, 2$, здесь не понадобятся)

$$\begin{aligned}
 u_3^{(1)} = & \frac{1}{4\pi} \int_{E_2} \sum_{k, j, l=2}^3 \frac{(-1)^{k+j} (1-b_k^{(1)})}{\rho^2 c_{44}^{(1)} \Delta_2^{(1)}} \left\{ i \left[1 - (-1)^l \sqrt{\frac{a_j^{(1)}}{a_k^{(1)}}} \right] (p_1 \widehat{F}_1^{(1)} + \right. \\
 & + p_2 \widehat{F}_2^{(1)}) \operatorname{ch} \rho \left(\frac{h_1 - x_3}{\sqrt{a_k^{(1)}}} + \frac{(-1)^l \Delta h_1}{\sqrt{a_j^{(1)}}} \right) + \rho \left[\frac{1}{\sqrt{a_k^{(1)}}} - \frac{(-1)^l}{\sqrt{a_j^{(1)}}} \right] \times \\
 & \times \left[(\widehat{\tau}_{33}^{(1)})^+ \operatorname{sh} \rho \left(\frac{x_3}{\sqrt{a_k^{(1)}}} + \frac{(-1)^l \Delta h_1}{\sqrt{a_j^{(1)}}} \right) - \widehat{F}_3^{(1)} \operatorname{sh} \rho \left(\frac{h_1 - x_3}{\sqrt{a_k^{(1)}}} + \frac{(-1)^l \Delta h_1}{\sqrt{a_j^{(1)}}} \right) \right] \Big\} \times \\
 & \times \exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right) dp_1 dp_2, \\
 u_3^{(m)} = & \frac{1}{4\pi} \int_{E_2} \sum_{k, j, l=2}^3 \frac{(-1)^{k+j} (1-b_k^{(m)})}{\rho c_{44}^{(m)} \Delta_2^{(m)}} \left[\frac{1}{\sqrt{a_k^{(m)}}} - \frac{(-1)^l}{\sqrt{a_j^{(m)}}} \right] \times \\
 & \times \left[(\widehat{\tau}_{33}^{(m)}) \operatorname{sh} \rho \left(\frac{x_3 - h_{m-1}}{\sqrt{a_k^{(m)}}} + \frac{(-1)^l \Delta h_m}{\sqrt{a_j^{(m)}}} \right) - (\widehat{\tau}_{33}^{(m-1)})^+ \operatorname{sh} \rho \times \right. \\
 & \times \left. \left(\frac{h_m - x_3}{\sqrt{a_k^{(m)}}} + \frac{(-1)^l \Delta h_m}{\sqrt{a_j^{(m)}}} \right) \right] \exp \left(-i \sum_{j=1}^2 p_j x_j \right) dp_1 dp_2,
 \end{aligned}$$

$$2 \leq m \leq n-1,$$



смещения, то, не изменяя вектора напряжения, можно потребовать, чтобы

$$u^{(m)}(x) = 0, \quad \text{rot } u^{(m)}(x) = 0 \quad \text{при } x_1 = 0, \quad x_2 = 0, \quad x_3 = h_{m-1}, \quad m = \overline{1, n}.$$

Указанные условия, наряду с условиями

$$\widehat{F}_k^{(j)} \in C^1(E_2), \quad \widehat{F}_k^{(j)} = 0 (\rho^{-4}), \quad \frac{\partial \widehat{F}_k^{(j)}}{\partial P_l} = 0 (\rho^{-3}),$$

$$j = 1 \text{ и } n, \quad k = 1, 2, 3, \quad l = 1, 2,$$

обеспечивают сходимость всех интегралов, входящих в выражения компонент вектора смещения и напряжения.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 28.4.1977)

დრეკადოზის თეორია

ა. ბაშელეიშვილი

წოდებითი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანის შესახებ
არამრთავაროვანი მრავალფენიანი ტრანსვერსალურად
იზოტროპული უსასრულო ფილისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

მრავალფენიანი ტრანსვერსალურად იზოტროპული უბნობრივ ერთგვაროვანი უსასრულო ფილისათვის მოყვანილია ზოგიერთი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანის ეფექტური ამოხსნა კვადრატურებში.

THEORY OF ELASTICITY

M. O. BASHELEISHVILI

ON SOME BOUNDARY-CONTACT PROBLEMS FOR A HOMOGENEOUS MULTILAYER TRANSVERSALLY ISOTROPIC INFINITE PLATE

S u m m a r y

The effective solution in quadratures of some boundary-contact problems for a piecewise-homogeneous multilayer transversally isotropic infinite plate is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. В. С. Никишин, Г. С. Шапиро. Пространственные задачи теории упругости для многослойных сред. М., 1970.
3. М. О. Башелейшвили. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974.

Н. В. БОКУЧАВА

ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТАТИСТИКЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 6.1.1977)

Всякий раз, когда производятся статистические наблюдения или проводится статистический эксперимент, возникает вопрос, насколько полные выводы о выборочной совокупности делаются на основании серии такого рода наблюдений или эксперимента?

Для правильного решения такой задачи мы должны быть в состоянии провести хотя бы грубую оценку соответствующей функции распределения при ограничениях определенного типа. Но так как заданным ограничениям всегда удовлетворяет бесконечное множество различных распределений, то задача выбора из этого множества некоторого «наиболее подходящего» распределения не может быть однозначно решена до тех пор, пока не будет задан точный критерий того, какое распределение считать «наиболее подходящим».

В качестве такого критерия современная теория информации предлагает принцип максимальной информационной энтропии [1], позволяющий вместе с принципом минимальной различающей информации [2] найти не только нужную нам функцию распределения, но и отдать предпочтение той или иной альтернативе, той или иной аксиоме, с установлением достаточной статистики эксперимента.

Предположим, задано $H_l (l=1, 2, \dots, n)$ альтернативных гипотез. Тогда, определив минимум различающей информации $I^*(k:l) (k=1, 2, \dots, n)$ как минимальное значение кульбаковской различающей информации

$$I(k:l) = \int f_k(x) \ln \frac{f_k(x)}{f_l(x)} d\lambda(x) \quad (1)$$

при условиях

$$\begin{aligned} \Theta_{ik} = \langle T_i(x) \rangle_k &= \int T_i(x) f_k(x) d\lambda(x); \quad (i=1, 2, \dots, m), \\ \int f_k(x) d\lambda(x) &= 1, \end{aligned} \quad (2)$$

получим (задача условного экстремума)

$$I^*(k:l) = - \sum_{i=1}^m \lambda_i^{(k)} \langle T_i(x) \rangle_k - \ln Z^{(k)}, \quad (3)$$



когда

$$f_{\mathbf{k}}(x) = f_{\mathbf{k}}^*(x) = (Z_l^{(k)})^{-1} f_l(x) \exp \left[- \sum_{i=1}^m \lambda_i^{(k)} T_i(x) \right]. \quad (4)$$

Здесь везде $f_{\mathbf{k}}(x)$ и $f_l(x)$ — плотности распределений из множества вероятностных мер с доминирующей мерой на измеримом пространстве (X, S) ; X — выборочное пространство; S — σ -алгебра подмножеств X , а

$$Z_l^{(k)} = \int \exp \left[- \sum_{i=1}^m \lambda_i^{(k)} T_i(x) \right] f_l(x) d\lambda(x). \quad (5)$$

Из (5) и уравнений $\frac{\partial}{\partial \lambda_i^{(k)}} \ln f_{\mathbf{k}}^*(x) = 0$ ($i = 1, 2, \dots, m$), определяющих правдоподобные оценки параметров $\lambda_i^{(k)}$, соответственно следует

$$\Theta_{ik} = \langle T_i(x) \rangle_{\mathbf{k}} = - \frac{\partial}{\partial \lambda_i^{(k)}} \ln Z_l^{(k)}, \quad (6)$$

$$T_i(x) = - \frac{\partial}{\partial \lambda_i^{(k)}} \ln Z_l^{(k)}. \quad (7)$$

Рассматривая теперь $T_i(x) \equiv \widehat{\Theta}_{ik}$ в качестве правдоподобной оценки Θ_{ik} и сравнивая (6) с (7), убеждаемся, что получаемые таким путем максимально правдоподобные оценки параметров $\lambda_i^{(k)}$ соответствуют минимуму различающей информации (1) и несмещенным оценкам параметров Θ_{ik} .

Если предположить, что нам до эксперимента известны только значения параметров Θ_{ik} , то для вычисления (3) и (4) необходимо найти распределения $f_l(x)$. Заменяя в (2) индекс k на l и используя принцип максимальной информации энтропии, получим

$$f_l(x) = \exp \left[- \left(\lambda_0^{(l)} + \sum_{i=1}^{l-1} \lambda_i^{(l)} T_i(x) \right) \right]; \quad (l = 1, 2, \dots, m+1), \quad (8)$$

для которых кульбаковская мера расхождения $J(r:l)$ примет следующий вид:

$$J(r:l) = \sum_{i=1}^{l-1} (\lambda_i^{(l)} - \lambda_i^{(r)}) (\Theta_{ir} - \Theta_{il}). \quad (9)$$

Здесь $r \leq l$, а $\lambda_i^{(r)} \equiv 0$ при $i \geq r$.

Из выражения (9) следует, что в качестве $f_l(x)$ для (4) и (5) наиболее приемлемым будет такое распределение $f_{j < l}(x)$, для которого

$$J(j:j+1) \leq \varepsilon, \quad (\varepsilon > 0). \quad (10)$$

Значимость условия (10) заключается в том, что оно позволяет не только отыскать нужное нам распределение $f_l(x)$, но и ограничить

количество параметров λ_i ($i = 1, 2, \dots, m$) до λ_j , $j \leq m$, т. е. свести количество начальных ограничений (2) к минимуму, а путем соответствующего выбора константы ϵ регулировать величину ошибки первого и второго рода. Что же касается статистики $Y_i = T_i(x)$, ($i = 1, 2, \dots, j$), то согласно теоремы 3.1 [2], она достаточна для семейства распределений (4), порожденного $f_i(x)$.

Из вышеизложенного следует, что в качестве априорных выборочных (экспериментальных) распределений мы должны брать распределения типа (4), при выполнении условия (10).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.1.1977)

კიბერნეტიკა

ბ. ბოკუჩავა

ინფორმაციული სტატისტიკის უმსახეზ

რეზიუმე

მაქსიმალური ინფორმაციული ენტროპიისა და მინიმალური განმასხვავებელი ინფორმაციის რაოდენობის პრინციპებიდან გამომდინარე, ნაჩვენებია, თუ როგორ შეიძლება არასაკმარისი ინფორმაციის შემთხვევაში მოინახოს ისეთი განაწილების ფუნქცია, რომელიც მაქსიმალურად უახლოვდება ჭეშმარიტ განაწილებას.

CYBERNETICS

N. V. BOKUCHAVA

ON INFORMATIONAL STATISTICS

S u m m a r y

Ways of finding a distribution function better approximated to true distribution under conditions of insufficient information are studied on the basis of the principles of maximum entropy and minimum distinctive information.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. T. Jaynes. Phys. Rev., 106, 620, 1957.
2. С. К у л ь б а к. Теория информации и статистика. М., 1967.

Т. В. ТУРАШВИЛИ

О МИНИМАЛЬНЫХ НЕРАЗРЕШИМЫХ КЛАССАХ ЛОГИКИ ПРЕДИКАТОВ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 1.2.1977)

В данной работе приведены теоремы, устанавливающие существование классов формул, являющихся минимальными неразрешимыми классами (в некотором смысле) относительно двуместных предикатов, которые ограничены некоторыми свойствами.

ЛП обозначает логику предикатов первой степени без равенства и без символов функций; x, y, z — индивидуальные переменные; $f_1^0, f_2^0, f_1, \dots, f_n$ — одноместные предикатные, а T, W — двуместные предикаты; σ_i ($i = 1, 2$) — набор одноместных и двуместных предикатов; $A(\sigma_2, x, y, z)$, $B(\sigma_1, x, y)$, $C(\sigma_2, x, y, z)$ — бескванторные формулы ЛП, все индивидуальные переменные которых суть x, y, z .

Если ω — двуместный предикат, то будем говорить, что ω является симметричным, иррефлексивным, рефлексивным, если имеет место соответственно:

1. $\forall xy(\omega xy \supset \omega yx)$,
2. $\forall x \neg \omega xx$,
3. $\forall x \omega xx$.

Теорема 1. Класс всевозможных формул ЛП вида

$$\alpha = \forall x \exists y \forall z A(\sigma_2, x, y, z),$$

где $\sigma_2 = \{T, W, f_1, \dots, f_n\}$, T, W являются симметричными и иррефлексивными, а A содержит T, W только следующих видов: $Wxz, Wzx, Wxy, Wyx, Wyz, Txz, Tzx, Txy, Tyx, Tuz$, является классом сведения по конечной выполнимости.

Если в классе α квантор существования снабдить знаком единственности, то имеет место

Теорема 2. Класс всевозможных формул ЛП вида

$$\beta = \forall x \exists! y \forall z A(\sigma_2, x, y, z),$$

когда выполнены все условия теоремы 1, является классом сведения по конечной выполнимости.

Рассмотрим следующие классы:

$$\gamma = \forall x \exists y \left[f_1^2 x \supset f_2^2 y \ \& \ f_2^2 x \supset f_1^2 y \ \& \ \left(\bigvee_{i=1}^2 f_i^2 x \right) \ \& \ Wxy \right] \ \& \ \forall xyz C(\sigma_2, x, y, z),$$

$$\lambda = \forall x \exists! y \left[f_1^2 x \supset f_2^2 y \ \& \ f_2^2 x \supset f_1^2 y \ \& \ \left(\bigvee_{i=1}^2 f_i^2 x \right) \ \& \ Wxy \right] \ \& \ \forall xyz C(\sigma_2, x, y, z),$$

где $\sigma_2 = \{W, T, f_1^2, f_2^2, f_1, \dots, f_n\}$, T, W являются рефлексными.

Теорема 3. Класс всевозможных формул ЛП вида γ является классом сведения по конечной выполнимости.

Теорема 4. Класс всевозможных формул ЛП вида λ является классом сведения по конечной выполнимости.

Если исключить из вышеприведенных классов α и β двуместные атомы видов Wxy, Wyx, Txy, Tyx и применить результаты работ [1—3], можно доказать, что справедлива

Теорема 5. Классы всевозможных формул ЛП вида $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$, где $\sigma_2 = \{W, T, f_1, \dots, f_n\}$ и W, T симметричны, являются разрешимыми.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 4.2.1977)

კიბერნეტიკა

ბ. ტურაშვილი

პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკის ამოუხსნადი მინიმალური კლასების შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ვთქვათ PL არის პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკა ტოლობის ნიშნისა და ფუნქციონალური ცვლადების გარეშე, ხოლო $A(\sigma_2, x, y, z), B(\sigma_1, x, y), C(\sigma_2, x, y, z)$ — უკვანტორო ფორმულები PL -დან, სადაც $f_1^2, f_2^2, f_1, \dots, f_n$ ერთადგილიანი პრედიკატული ცვლადებია, T, W — ორადგილიანი პრედიკატული ცვლადები, x, y, z — თავისუფალი საგნობრივი ცვლადები, ამასთან A არ შეიცავს ორადგილიან ატომებს: $Wxx, Wyy, Wzz, Txx, Tyy, Tzz$. მტკიცდება რომ $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ კლასები არის ამოუხსნადი თუ α და β შეიცავენ Wxy, Txy, Wyx, Tyx და T, W რეფლექსურებია, ხოლო $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ კლასები არის ამოხსნადი, თუ α და β არ შეიცავენ სხენებულ ატომებს და TW სიმეტრიულებია.

CYBERNETICS

T. V. TURASHVILI

ON THE UNDECIDABLE MINIMAL CLASSES OF FIRST ORDER PREDICATE LOGIC

Summary

Let PL be the predicate logic without the equality sign and without functional letters, and A, B, C be formulae without quantifiers, belonging to PL , where A, B, C do not contain binary atoms: $Wxx, Wyy, Wzz, Txx, Tyy, Tzz$

and $f_1^2, f_2^2, f_1, \dots, f_n$ are unary predicate letters and T, W binary predicate letters. It is proved that $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ classes are undecidable if α and β contain Wxy, Txy, Wyx, Tyx and T, W reflexive, and $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ classes are decidable if α and β do not contain the atoms in question and TW are symmetric.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Костырко. Кибернетика, № 1, 1966, 17—22.
2. Хао-Ван. Dominoes and the $\forall\exists\forall$ case of the decision problem, Proc. Sympos. Math. Theory Automata, Polytechnic Press of Polytechnic Institute of Brooklyn, Brooklyn NY, 1963, 23—55.
3. А. С. Карг. Improved reduction of the entscheidungsproblem to subclasses of $\forall\exists\forall$ formulas. *ibid.* 57—70.



К. П. ДЗИДЗИГУРИ

МОДЕЛИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ОБНОВЛЕНИЯ
 МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 21.2.1977)

Вопросы экономической эффективности обновления и ремонта многолетних насаждений обсуждены для чая, например в [1], для виноградников в [2], а также рядом других авторов. Следует заметить, что такого рода задачи, во-первых, являются оптимизационными и, во-вторых, справедливы для любой многолетней культуры.

Постановка задачи нахождения оптимальной стратегии обновления или ремонта многолетних насаждений обусловлена биологическими особенностями жизни растений и влиянием научно-технического прогресса.

В процессе возделывания многолетних культур у хозяйственников в начале каждого года имеются три альтернативы выбора стратегии: эксплуатировать старые насаждения (обозначим через C); выкорчевать старые и заложить новые — обновление (Z); отремонтировать старые насаждения (R). При выборе оптимальной стратегии в зависимости от совокупности рассматриваемых культур (плантации) возникает ряд оптимизационных задач. Они по своей природе являются стохастическими. Здесь же мы ограничиваемся детерминированным подходом.

Задача 1. Дана плантация культуры A площадью S . Требуется найти оптимальную стратегию ремонта плантации или обновления культурой B (A и B могут и совпадать).

Решение этой задачи сводится к использованию с определенными уточнениями модели замены оборудования [3], реализуемой с помощью динамического программирования.

Рекуррентные соотношения, определяющие для N -этапного процесса оптимальную стратегию обновления или ремонта плантации многолетней культуры, и получаемый при этом максимальный доход имеют вид

$$\begin{aligned}
 & f_1(t_1, t_2) = \\
 & \left[\begin{array}{l} C: S \left[\sum_{i=1}^n c_i^A(t_1, t_2) \cdot c_i^A(t_1 + m) - Q_A(t_1, t_2) \right], \\ \\ Z: S \left[E(t_1, t_2) - P(t_1, t_2) - L_{B,K} + \sum_{j=1}^l \rho_j^{B,K}(0,0) \cdot c_j^B(K+0) - Q_{B,K}(0,0) \right], \\ \\ R: S \left[\sum_{i=1}^n \rho_i^A(t_1, t_1) \cdot c_i^A(t_1 + m) - Q_A(t_1, t_1) - R(t_1, t_2) \right], \end{array} \right] \quad (1.1) \\
 & = \max
 \end{aligned}$$



$$f_N(t_1, t_2) = \max \left\{ \begin{array}{l} C:S \left[\sum_{i=1}^n (\rho_i^A(t_1, t_2) + \Delta \rho_i^A(t_1, t_2)) c_i^A(t_1 + m) - Q_A(t_1, t_2) - \right. \\ \left. - \Delta Q_A(t_1, t_2) + f_{N-1}(t_1 + 1, t_2) \right], \\ Z:S \left[E(t_1, t_2) - P(t_1, t_2) - L_{B,K} + \sum_{j=1}^l \rho_j^{B,K}(0, 0) c_j^B(K+0) - \right. \\ \left. - Q_{B,K}(0, 0) + f_{N-1}(1, 0) \right], \\ R:S \left[\sum_{i=1}^n \rho_i^A(t_1, t_1) \cdot c_i^A(t_1 + m) - Q(t_1, t_1) - R(t_1, t_2) + f_{N-1}(t_1 + 1, t_1) \right], \end{array} \right. \quad (1.2)$$

где t_1 — возраст культуры (отсчитан в направлении течения процесса, $t_1=0$ соответствует закладке новой плантации); t_2 — возраст культуры, когда был произведен последний ремонт (ниже везде в пояснениях для используемых выражений, зависящих от t_1 и t_2 , подразумевается культура возраста t_1 , прошедшая последний ремонт в возрасте t_2); N — число лет (стадии), в пределах которых определяется оптимальная стратегия обновления и ремонта многолетней плантации (стадии нумеруются в обратном порядке, $N=N$ соответствует началу процесса, а $N=1$ — последней стадии); m — год закладки культуры A ; S — площадь, занятая плантацией культуры A ; $\rho_i^A(t_1, t_2)$ — урожайность i -го вида продукции для культуры A ; $c_i^A(T)$, $c_j^B(T)$ — цены на i -й и j -й виды продукции культур A и B в календарном году T ; $Q_A(t_1, t_2)$ — ежегодные затраты на обслуживание единицы площади плантации культуры A ; $P(t_1, t_2)$ — затраты на выкорчевывание единицы площади плантации культуры A ; $E(t_1, t_2)$ — остаточная стоимость с единицы площади плантации культуры A ; $\Delta \rho_i^A(t_1, t_2)$ — прибавка урожайности i -го вида продукции культуры A , если культура выкорчевывается на $t+1$ -м году жизни (справедлива для виноградников, где дополнительной нагрузкой виноградной лозы перед выкорчевыванием получают прибавку урожая); $\Delta Q_A(t_1, t_2)$ — соответствующее $\Delta \rho$ увеличение затрат на обслуживание единицы площади плантации культуры A ; $L_{B,K}$ — затраты на закладку единицы площади плантации под культуру B в календарном году K ; $Q_{B,K}(t_1, t_2)$ — ежегодные затраты на обслуживание единицы площади плантации культуры B , заложенной в календарном году K ; $\rho_j^{B,K}(t, t)$ — урожайность j -го вида продукции для плантации культуры B , заложенной в календарном году K ; $R(t_1, t_2)$ — затраты на ремонт плантации культуры A возраста t_1 лет, если она последний раз была отремонтирована в возрасте t_2 лет; $f_N(t_1, t_2)$ — полный доход для N -этапного процесса, равный годовому доходу от эксплуатации плантации культуры A (или B) возраста t_1 лет, прошедшей последний ремонт в возрасте t_2 лет, плюс доходы за после-

дующие этапы, полученные в результате применения оптимальной стратегии обновления или ремонта плантации.

Уравнение 1.1 соответствует одноэтапному процессу, а уравнение 1.2 позволяет перейти от N -этапа к $N-1$. В 1.2 $\Delta p_i^A(t_1, t_2)$ и $\Delta Q(t_1, t_2)$ отличны от нуля только в случае, если на этапе $N-1$ $Z = \max\{C, Z, R\}$.

Соотношения 1.1 и 1.2 могут быть использованы и для решения следующих подзадач: а) некая плантация последовательно должна быть занята многолетними культурами A, B_1, B_2, \dots, B_k . Требуется составить график замен, дающий максимальный доход; б) многолетняя культура A может быть заменена одной из нескольких культур B_1, B_2, \dots, B_n . Найти оптимальную замену.

Задача 2. Даны плантации S_1, S_2, \dots, S_l культур A_1, \dots, A_l . Эти плантации в течение какого-то одного года должны быть обновлены одной культурой B . Найти оптимальную стратегию (год) обновления плантаций.

Пронумеруем пары A_1B, A_2B, \dots, A_lB через $1, 2, \dots, l$, а для обозначения отдельных этапов (их N) введем неизвестные X_1, X_2, \dots, X_N (X_1 соответствует этапу N). Пусть для каждой пары A_kB по 1.1–1.2 подсчитаны итоговые доходы D_{kj} , полученные, если бы замена осуществлялась в j -м году.

Тогда описание задачи примет следующий вид:
найти

$$f(x) = \sum_{j=1}^N \left(\sum_k^l D_{kj} \right) X_j \rightarrow \max \quad (2.1)$$

при ограничении

$$X_j \in \{0, 1\} \quad j = 1, \dots, N \quad (2.2);$$

$$\sum_{j=1}^N X_j = 1. \quad (2.3)$$

Решением задачи является X_j , при котором $\sum_{k=1}^l D_{kj}$ в 2.1 имеет наибольшее значение.

К ограничениям 2.2 и 2.3 в некоторых случаях могут быть добавлены ограничения типа

$$\left(\sum_{k=1}^l a_{ikj} \right) X_j \leq b_i, \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, N, \quad (2.4)$$

где a_{ikj} — i -й вид ресурса, требуемый для перехода от A_k к B на этапе j .

При ограничениях типа 2.4 задача 2 может быть решена направленным перебором.

Задача 3. Даны плантации S_1, S_2, \dots, S_l культур A_1, A_2, \dots, A_l . Вместо этих культур на тех же плантациях будут возделываться куль-



туры B_1, B_2, \dots, B_l . Требуется определить график оптимального перехода от старой структуры к новой с удовлетворением определенных ограничений по получаемым доходам и используемым ресурсам по годам (предполагается, что в модель не включаются плантации тех культур, которые в соответствии с оптимальной стратегией не требуют ни обновления, ни ремонта).

Используя соотношения 1.1—1.2, задачу 3 можно свести к задаче целочисленного линейного программирования с булевыми переменными.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 24.2.1977)

კიბერნეტიკა

ა. ძიძიგური

მრავალწლიან ნარგავთა განახლების ოპტიმალური სტრატეგიის
არჩევის მოდელები

რეზიუმე

დასმულია სამი სახის ამოცანა. მათთვის შედგენილია დინამიკური და წრფივი მთელრიცხვითი დაპროგრამების მოდელები.

CYBERNETICS

K. P. DZIDZIGURI

SOME MODELS FOR SELECTING THE OPTIMUM STRATEGY FOR RENEWAL OF PERENNIAL PLANTS

Summary

Three problems are formulated and dynamic models and linear discrete programming are suggested for them.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. ქარჩაია, ეკონომისტი, № 4, 1976.
2. ც. შვედლიშვილი, ეკონომისტი, № 9, 1976.
3. Р. Беллман, С. Дрейфус. Прикладные задачи динамического программирования. М., 1965.



К. ДОМИРСКА-ЦЕСЕЛЬСКА

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ
 (КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ) ПО ОТРАСЛЯМ НАРОДНОГО
 ХОЗЯЙСТВА В ПЛАНОВОМ ПЕРИОДЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 28.11.1976)

Объем капиталовложений является величиной ограниченной. После определения глобальных объемов капиталовложений происходит их распределение по отраслям, которое должно быть рациональным.

Построение модели. Предположим, что для каждой отрасли определен оптимальный спрос на каждый вид ресурсов в каждом году планового периода, но имеющиеся объемы ресурсов недостаточны для удовлетворения этих потребностей. Возникает проблема, как оптимально распределить каждый вид ресурсов между отраслями народного хозяйства.

Параметры модели: T — количество лет планового периода; t — номер года планового периода; m — количество отраслей; i — номер отрасли; n — количество ресурсов; j — номер ресурса; S_j — лимитное ограничение на j -й ресурс; a_{ij}^t — нижнее ограничение объема j -го ресурса, выделенного i -й отрасли в году t ; p_{ij}^t — спрос на j -й ресурс в i -й отрасли в году t ; d_{ij}^t — коэффициент приоритета i -й отрасли на j -й ресурс в году t , который выражает общую стратегию развития народного хозяйства.

Искомые величины: x_{ij}^t — количество j -го ресурса, выделенного i -й отрасли в году t .

Целевая функция. За критерий модели примем минимизацию формы

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij}^t \left(\frac{x_{ij}^t}{p_{ij}^t} - 1 \right)^2.$$

Экономический смысл целевой функции состоит в том, чтобы обеспечить в плановом периоде максимальное удовлетворение потребностям отрасли.

Условия модели. Лимиты на ресурсы не могут быть превышены

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m x_{ij}^t \leq S_j, \quad j = 1, 1, 2, \dots, n.$$

Математическая постановка задачи. Найти такие значения x_{ij}^t ($t = 1, 2, \dots, T, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$) для которых форма

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij}^t \left(\frac{x_{ij}^t}{p_{ij}^t} - 1 \right)^2$$

достигает своего минимума при условиях

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T x_{ij}^t \leq S_j, \quad j=1, 2, \dots, n;$$

$$a_{ij}^t \leq x_{ij}^t \leq b_{ij}^t, \quad i=1, 2, \dots, n, \quad j=1, 2, \dots, n, \quad t=1, 2, \dots, T.$$

Представленная задача является эквивалентной n задач следующего вида:

найти минимум формы

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m d_{ij}^t \left(\frac{x_{ij}^t}{p_{ij}^t} - 1 \right)^2,$$

при условиях

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m x_{ij}^t \leq S_j$$

$$a_{ij}^t \leq x_{ij}^t \leq b_{ij}^t, \quad i=1, 2, \dots, m; \quad t=1, 2, \dots, T$$

(j — фиксированное).

Для совместимости модели необходимо, чтобы

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T a_{ij}^t \leq S_j, \quad j=1, 2, \dots, n,$$

т. е. выделенное количество данного ресурса должно обеспечить потребности отраслей хотя бы минимально.

Решение модели. Для решения поставленной задачи достаточно решить n частичных задач методом динамического программирования [1—4]. Для практических вычислений предположим, что x_{ij}^t — целые числа. Такая предпосылка с одной стороны соответствует экономическому смыслу задачи, а с другой стороны облегчает вычисления.

План решения (для фиксированного j). Введем переменные:

$$P=1, 2, \dots, T,$$

$$M=1, 2, \dots, m;$$

$$U_{ij}^P = \sum_{t=1}^P x_{ij}^t; \quad P=1, 2, \dots, T;$$

$$U_{Mj}^P = U_{M-1j}^P + \sum_{t=1}^P x_{Mj}^t; \quad M=2, 3, \dots, m;$$

$$A_{ij}^P = \sum_{t=1}^P a_{ij}^t; \quad P=1, 2, \dots, T;$$

$$A_{Mj}^P = A_{M-1j}^T + \sum_{t=1}^P a_{Mj}^t; \quad M=2, 3, \dots, m;$$

$$B_{ij}^P = \sum_{t=1}^P p_{ij}^t; \quad P=1, 2, \dots, T;$$

$$B_{Mj}^P = B_{M-1j}^T + \sum_{t=1}^P p_{Mj}^t; \quad M=2, 3, \dots, m.$$

Дальше обозначим

$$d_{ij}^t \left(\frac{x_{ij}^t}{p_{ij}^t} - 1 \right)^2 = f_{ij}^t(x_{ij}^t); \quad i=1, 2, \dots, m; \quad t=1, 2, \dots, T.$$

Первый шаг:

$$F_{1j}^1(U_{1j}^1) = f_{1j}^1(x_{1j}^1), \quad \text{где } a_{1j}^1 \leq x_{1j}^1 \leq p_{1j}^1.$$

Дальше определим последовательность функций.

Для каждого $U_{ij}^P (P=2, 3, \dots, T)$ из интервала $[A_{ij}^P, \min(B_{ij}^P, S_j)]$,

$$F_{ij}^P(U_{ij}^P) = \min_{x_{ij}^P} [F_{ij}^{P-1}(U_{ij}^P - x_{ij}^P) + f_{ij}^P(x_{ij}^P)],$$

где минимум берется по всем x_{ij}^P , удовлетворяющим условиям

$$a_{ij}^P \leq x_{ij}^P \leq \min(b_{ij}^P, S_j);$$

$$A_{ij}^{P-1} \leq U_{ij}^P - x_{ij}^P \leq \min(B_{ij}^{P-1}, S_j),$$

для $P=2, 3, \dots, T$.

Для каждого $M=2, 3, \dots, m$ и для целого U_{Mj}^1 из интервала

$$[A_{Mj}^1, \min(B_{Mj}^1, S_j)]$$

вычисляем:

$$F_{Mj}^1(U_{Mj}^1) = \min_{x_{Mj}^1} [F_{M-1j}^T(U_{Mj}^1 - x_{Mj}^1) + f_{Mj}^1(x_{Mj}^1)],$$

где x_{Mj}^1 — целые числа, удовлетворяющие условиям

$$a_{Mj}^1 \leq x_{Mj}^1 \leq \min(p_{Mj}^1, S_j),$$

$$A_{M-1j}^T \leq U_{Mj}^1 - x_{Mj}^1 \leq \min(B_{M-1j}^T, S_j).$$

Далее для всех целых U_{Mj}^P из интервала $[A_{Mj}^P, \min(B_{Mj}^P, S_j)]$ вычисляем

$$F_{Mj}^P(U_{Mj}^P) = \min_{x_{Mj}^P} [F_{Mj}^{P-1}(U_{Mj}^P - x_{Mj}^P) + f_{Mj}^P(x_{Mj}^P)],$$

где минимум берется по всем целым x_{Mj}^P , удовлетворяющим условиям:

$$a_{Mj}^P \leq x_{Mj}^P \leq \min(p_{Mj}^P, S_j);$$

$$A_{Mj}^{P-1} \leq U_{Mj}^P - x_{Mj}^P \leq \min(B_{Mj}^{P-1}, S_j),$$

где $P=2, 3, \dots, T$.



В последнем шаге получим функцию $F_{mj}^T(U_{mj}^T)$, определенную в интервале $[A_{mj}^T, \min(B_{mj}^T, S_j)]$. Принимаем U_{mj}^T равным значению, для которого $F_{mj}^T(U_{mj}^T)$ достигает своего минимума. Очевидно, значение U_{mj}^T будет равно S_j . Это вытекает из данной в экономическом анализе предпосылки,

что в рассматриваемой модели ресурсы ограничены, т. е. $\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T p_{ij}^t > S_j$.

Дальше определяем соответствующее оптимальное значение x_{mj}^T , вычисляем $U_{mj}^{T-1} = U_{mj}^T - x_{mj}^T$ и т. д.

В итоге получаем оптимальное решение задачи. Решение повторяем для каждого $j=1, 2, \dots, n$.

Полученные задачи x_{ij}^t будут ближе к значениям p_{ij}^t в отраслях с высшим коэффициентом приоритета.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.12.1976)

კიბერნეტიკა

ბ. დომირსკა-ცესელსკა

რესურსების (კაპიტალდაბანდების) ოპტიმალური განაწილების მოდელი სახალხო მეურნეობის დარგებს შორის საბავშვო პერიოდში რეზიუმე

შესწავლილია სახალხო მეურნეობის დარგებს შორის რესურსების ოპტიმალური განაწილების მათემატიკური მოდელი, სადაც მიზნის ფუნქციას წარმოადგენს რესურსებზე მოთხოვნის მაქსიმალური დაკმაყოფილება.

მოცემულია წარმოდგენილი მოდელის ამოხსნის ალგორითმი.

CYBERNETICS

K. DOMIRSKA-CIESIELSKA

OPTIMUM INVESTMENT DISTRIBUTION MODEL IN VARIOUS BRANCHES OF THE NATIONAL ECONOMY WITHIN A PLANNED PERIOD

Summary

The paper considers a mathematical model of optimum distribution of investments in the national economy the target of which is to meet the requirements of this or that branch to the maximum.

The algorithm of this model is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Беллман. Динамическое программирование. М., 1960.
2. Р. Беллман, С. Дрейфуз. Прикладные задачи динамического программирования. М., 1964.
3. L. Cendrowski. Optymalizacja problemu produkcyjno-transportowego. Koszalin, 1971.
4. L. Cendrowski. Programowanie dynamiczne w organizacji produkcji przemysłowej. Koszalin, 1974.

Г. А. БЕГИАШВИЛИ, Г. В. ДЖАНДИЕРИ

ИЗЛУЧЕНИЕ ОСЦИЛЛЯТОРА, ДВИЖУЩЕГОСЯ
 В СТАТИСТИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ
 (ПОСТУПАТЕЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 31.3.1977)

Излучение частиц с собственными степенями свободы, движущихся в среде (в каналах), обладает рядом особенностей. В частности, как было показано впервые В. Л. Гинзбургом и В. Я. Эйдманом [1], при сверхсветовом движении в анизотропных средах возможна раскачка этих степеней свободы (раскачка осциллятора, плотных сгустков плазмы) [2]. В связи с этим представляет интерес излучение осциллятора, движущегося в статистически неоднородной среде, диэлектрическая проницаемость которой является случайной функцией пространственных координат.

Для получения средней интенсивности излучения осциллятора, движущегося в такой среде, воспользуемся выражением эффективной диэлектрической проницаемости, найденной в [3]. В случае мелко-масштабной среды $k_0 l \ll 1$ и слабых флуктуаций диэлектрической

проницаемости $\frac{(\overline{\Delta \epsilon})^2}{\bar{\epsilon}} \ll 1$ выражения $\epsilon_{\vartheta\Phi\Phi}^l$ и $\epsilon_{\vartheta\Phi\Phi}^{lr}$ имеют вид

$$\epsilon_{\vartheta\Phi\Phi}^l \simeq \epsilon_{\vartheta\Phi\Phi}^{lr} = \epsilon_0 + i \epsilon_1(\omega, \vec{k}), \quad \epsilon_0 = \bar{\epsilon} - \frac{1}{3} \frac{(\overline{\Delta \epsilon})^2}{\bar{\epsilon}}, \quad (1)$$

причем для гауссовой функции корреляции $\Gamma_\epsilon(\rho) \simeq e^{-\rho^2/l^2}$ получаем

$$\epsilon_1(\omega, \vec{k}) = \epsilon_1(\omega, 0) \exp\left(-\frac{k^2 l^2}{4}\right), \quad (2)$$

$$\epsilon_1(\omega, 0) = \frac{\sqrt{\pi}}{6} \cdot \frac{(\overline{\Delta \epsilon})^2}{\bar{\epsilon}} (k_0 l \sqrt{\bar{\epsilon}})^3. \quad (3)$$

Здесь $k_0 = \frac{\omega}{c}$; l — масштаб неоднородности; $\Delta \epsilon$ — отклонение диэлектрической проницаемости от среднего значения; черта сверху означает усреднение по ансамблю неоднородностей.

Если через среду, диэлектрическая проницаемость которой дается выражениями (1) и (2), движется точечный заряд e , радиус-вектор $\vec{r}(t)$ и скорость $\vec{v}(t)$ которого соответственно равны $\vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \vec{r}_0 \sin \Omega t$ $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{v}_1 \cos \Omega t$ (где $\vec{v}_1 = \Omega \vec{r}_0$; Ω — собственная частота колебаний заряда; \vec{r}_0 — амплитуда колебания; \vec{v}_0 — скорость поступательного движения),



то для усредненных по периоду колебаний заряда продольных потерь энергии получим

$$\overline{W}^l = -\frac{ie^2}{\pi v_0 \Omega} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int \frac{(\vec{k}\vec{v}_0) + n\Omega}{\varepsilon^l(n\Omega + \vec{k}\vec{v}_0; \vec{k}) k^2} \tau_n^2(\vec{k}\vec{r}_0) d\vec{k}. \quad (4)$$

В случае, когда заряд движется прямолинейно и равномерно по оси OZ, а колебания совершаются вдоль поступательного движения $\vec{r}_0(0, 0, r_0)$, $\vec{v}_0(0, 0, v_0)$, исходя из (4), для спектральной плотности продольных потерь получаем

$$\overline{W}_\omega^l = -\frac{4e^2 \omega}{\Omega v_0^2 \varepsilon_0^2} \sum_n \int \frac{J_n^2\left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0} r_0\right)}{q^2 + \left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0}\right)^2} \varepsilon_1\left(\omega, \sqrt{q^2 + \left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0}\right)^2}\right) q dq. \quad (5)$$

После подстановки (2) в (5) имеем

$$\overline{W}_\omega^l = W(\omega) \sum_n J_n^2\left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0} r_0\right) \text{Ei}\left[-\frac{l^2}{4} \left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0}\right)^2\right], \quad (6)$$

где $W(\omega) = \frac{2e^2}{v_0} \frac{\omega}{\Omega} \frac{\varepsilon_1(\omega, 0)}{\varepsilon_0^2}$; $J_n(x)$ —функция Бесселя n -го порядка; $\text{Ei}(-x)$ —интегральная показательная функция.

Для малых амплитуд колебаний заряда, таких, что $\frac{\omega \pm n\Omega r_0}{\Omega L} \ll 1$,

$L \equiv \frac{v_0}{\Omega}$ —расстояние, которое проходит осциллятор за период колебания, в формуле (6) достаточно удерживать члены с $n = \pm 1$ и для этих значений $J_n(x)$ ограничиться первыми членами разложения. Тогда в области максимального значения потерь и области частот $\omega \gg \Omega$ получаем

$$\overline{W}_\omega^l \simeq W(\omega) \ln \left[\gamma \left(\frac{l}{2} \cdot \frac{\omega}{v_0} \right)^2 \right], \quad (7)$$

где $c = \ln \gamma$; c —постоянная Эйлера.

Как видно из (7), спектральная плотность продольных потерь отрицательна, когда $\frac{\omega l}{v_0} \ll 1$, при этом существенно, что отсутствует вклад от колебательных движений заряда.

В области частот $\omega \ll \Omega$

$$\overline{W}_\omega^l \simeq W(\omega) \left\{ \ln \left[\gamma \left(\frac{l}{2} \frac{\omega}{v_0} \right)^2 \right] + \frac{1}{2} \left(\frac{\Omega}{v_0} r_0 \right)^2 \ln \left[\gamma \left(\frac{l}{2} \frac{\Omega}{v_0} \right)^2 \right] \right\}. \quad (8)$$

Потери отрицательные, при этом вклад от колебательных движений заряда увеличивает потери.

Оценки показывают, что потери отрицательны также и в области частот $\omega \simeq \Omega$.

Рассмотрим ту же задачу для случая нагретой плазмы с мелко-масштабными флуктуациями электронной плотности, где оказывается существенным возбуждение хаотических плазменных волн. (Аналогичная задача для зараженной частицы решалась в [4].)

В квазигидродинамическом случае для мелкомасштабных флуктуаций электронной плотности $\frac{(\Delta \epsilon)^2}{\epsilon} (k_0 l)^3 \ll 1$ и для гауссовой функции корреляции вблизи ленгмюровской частоты имеем

$$\text{Im } \epsilon^l(\omega, \vec{k}) \simeq \text{Im } \epsilon^{lr}(\omega, \vec{k}) = \frac{V \sqrt{\pi}}{12 \epsilon_0(\omega)} \frac{\sigma_N^2}{\langle N_0 \rangle^2} p^3 \exp \left\{ -\frac{p^2}{4} \right\}. \quad (9)$$

Здесь $N_0(\vec{r})$ — случайная функция координат с масштабом корреляции l ; $p_2 = k_2 l$; k_2 — волновое число плазменной волны,

$$k_2^2 = \frac{\epsilon_0}{D^2}, \quad p = kl, \quad D = \frac{v_T}{\omega_0}, \quad \omega_0^2 = \frac{4\pi e^2 \langle N_0 \rangle}{m}, \quad \sigma_N^2 = \langle N_0 \rangle^2 -$$

квадратичное отклонение плотности электронов от ее среднего значения.

Подставляя (9) в (6), для энергетических потерь на возбуждение плазменных волн продольным полем осциллятора получаем

$$\begin{aligned} \overline{W}_\omega^l = & \frac{e^2 \omega}{v_0^2 \epsilon_0(\omega)} - \frac{e^2 \omega V \sqrt{\pi}}{6 v_0^2 \Omega \epsilon_0^{3/2}(\omega)} \sum_n J_n^2 \left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0} r_0 \right) \left(\frac{l}{D} \right)^3 \\ & \cdot \frac{\sigma_N^2}{\langle N_0 \rangle^2} \left\{ \frac{p_2^4}{4} \text{Ei} \left[-\frac{l^2}{4} \left(\frac{\omega - n\Omega}{v_0} \right)^2 \right] - p_2^2 \frac{e^{\xi/4}}{\xi} \right\}, \quad (10) \end{aligned}$$

где $p_2 \ll 1$; $\xi = p_2^2 - \frac{\omega^2 l^2}{v_0^2}$ — параметр, характеризующий взаимодействие частицы с неоднородной плазмой. Второй член этого выражения является поправкой, связанной со слабыми неоднородностями к энергетическим потерям в однородной плазме вдали от порога $\left(\xi \gg \delta, \delta = \left(\frac{l}{D} \right)^2 \epsilon_1(\omega, 0) \ll 1 \right)$

в приближении $\left(\frac{l}{D} \right)^3 \frac{\sigma_N^2}{\langle N_0 \rangle^2} \ll \epsilon_0^{1/2}(\omega) \ll 1$.

Таким образом, в среде с флуктуациями диэлектрической проницаемости, когда существенна пространственная дисперсия, связанная с неоднородностями, и среда поэтому оказывается эффективно анизотропной, потери энергии осциллятора уменьшаются (см. [1]).

В нагретой плазме, когда из-за «плазменной» пространственной дисперсии возможно в ней распространение ленгмюровских волн, основным процессом потерь энергии осциллятора, движущегося через такую плазму с флуктуациями плотности электронов, оказывается генерирование вблизи резонансных частот хаотических плазменных волн.

ბ. ბებიაშვილი, ბ. ჯანდიერი

სტატისტიკურად არაერთგვაროვან გარემოში მოძრავი
ოსცილატორის გამოსხივება (ბასწვრივი რხევები)

რეზიუმე

სტატისტიკურად არაერთგვაროვან გარემოში გამოთვლილია მოძრავი ოსცილატორის ენერჯის დანაკარგები.

მიღებულია ოსცილირებადი მუხტის პერიოდით გასაშუალებული ენერჯის დანაკარგების ზოგადი გამოსახულება და განხილულია შემთხვევა, როდესაც ოსცილატორი ასრულებს რხევებს მისი გადატანითი მოძრაობის გასწვრივ. გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ ოსცილატორის მცირე ამპლიტუდით რხევებისას გვაქვს უარყოფითი დანაკარგები. „ცხელი“ პლაზმის შემთხვევაში ნაჩვენებია იქნა, რომ არაერთგვაროვნებებთან დაკავშირებული სივრცული დისპერსიის გათვალისწინებისას ოსცილატორის ენერჯის დანაკარგები მცირდება და რეზონანსული სიხშირის მახლობლობაში ქაოსური პლაზმური ტალღები გენერირდება.

PHYSICS

G. A. BEGIASHVILI, G. V. JANDIERI

THE EMISSION OF OSCILLATOR MOVING IN A STATISTICALLY
INHOMOGENEOUS MEDIUM

Summary

The longitudinal energy loss of an oscillator vibrating along its translating movement in a statistically inhomogeneous medium and also in a «hot» plasma (in which there are fluctuations of electron density) has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Гинзбург, В. Я. Эйрман. ЖЭТФ, 33, 1959, 1824.
2. Л. Г. Нарышкина. ЖЭТФ, 43, 1962, 953.
3. В. П. Докучаев, Ю. А. Рыжов, В. В. Тамойкин. Изв. вузов, Радиофизика, 12, 1969, 1512.
4. Б. С. Абрамович, Ю. А. Рыжов. Изв. вузов, Радиофизика, 17, 1974, 1591.



ФИЗИКА

Д. П. БХАТТАЧАРИЯ, З. С. КАЧЛИШВИЛИ

ЭФФЕКТ ФАРАДЕЯ НА ГОРЯЧИХ НОСИТЕЛЯХ ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 24.3.1977)

Нагрев электронного газа в полупроводнике существенно сказывается на фарадеевском вращении плоскости поляризации электромагнитной волны, проходящей через полупроводник. В [1, 2] рассмотрено вращение Фарадея для частных случаев акустического и ионного рассеяний.

В этих работах рассматривается низкочастотный случай ($\omega\tau \ll 1$, где ω — частота падающей электромагнитной волны, τ — время релаксации импульса) и считается, что полевая зависимость угла поворота определяется только (τ^2) . В [3, 4] исследовался эффект Фарадея при наличии рекомбинационных эффектов. Результаты, полученные в [3, 4], справедливы как в высокочастотном, так и в низкочастотном случаях.

В настоящей работе исследование проводится для произвольных квазиупругих механизмов рассеяния энергии импульса при наличии сильного электрического и слабых и сильных магнитных полей. Условия, обеспечивающие нормируемость функции распределения, даются неравенствами $t_0 + t < 2$ и $t_0 - t < 2$, в слабом и в сильном магнитном поле соответственно. t и t_0 — показатели степени энергетической зависимости длин свободного пробега по импульсу (l_t) и по энергии (\tilde{l}_k) и для всех известных механизмов рассеяния приведены в [5]. Исследование проведено также для определенных механизмов рассеяния ($t_0 + t = 2$, $t > 0$), для которых вычисления можно провести точно при наличии любого, отличного от нуля, магнитного поля.

С использованием функции распределения из [5], справедливой для сильного электрического поля

$$\alpha_{ih} \gg \alpha_{ih}^0 \equiv \xi^{\xi-1} \left[\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2\xi}\right)}{\Gamma\left(\frac{5}{2\xi}\right)} \right]^{(1-\xi) \cdot \xi} \quad (1)$$

и при наличии поперечного магнитного поля, удовлетворяющего условиям

$$\eta_t \left(\frac{\alpha_{ih}}{\eta_t^c} \right)^{t/\xi} \leq \xi^{-t/\xi} \left[\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2\xi}\right)}{\Gamma\left(\frac{5}{2\xi}\right)} \right]^t \quad (2)$$



для относительного угла Фарадея получаем

$$\frac{\vartheta}{\vartheta_0} = \frac{\Gamma\left(\frac{5}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{5+2t}{2}\right)} \frac{\Gamma\left(\frac{5+2t}{2\xi}\right)}{\Gamma\left(\frac{5}{2\xi}\right)} \left(\frac{\alpha_{ik}\xi}{\eta_i}\right)^{t/\xi}. \quad (3)$$

Здесь ϑ_0 — угол поворота в отсутствие нагревающего поля,

$$\alpha_{ik} = \frac{(e l_i^0 E)^2}{3(k_0 T)^2} \frac{\tilde{l}_k^0}{l_i^0} \equiv \left(\frac{E}{E_{ik}^0}\right)^2, \quad \eta_i = \frac{(e H l_i^0)^2}{2 m c^2 R_0 T} \equiv \left(\frac{H}{H_i^0}\right)^2,$$

$$x = \frac{\varepsilon}{R_0 T}, \quad l_i = l_i^0 x^{(t+1)/2}, \quad l_k = l_i^0 x^{(t_0+1)/2}.$$

Для верхнего знака в (2) $\xi = \xi_1 \equiv 1 - \frac{t_0+t}{2}$, $\zeta = 0$ (слабое магнитное поле), для нижнего знака $\xi = \xi_2 \equiv 1 + \frac{t-t_0}{2}$, $\zeta = 1$ (сильное магнитное поле). Остальные обозначения общепринятые.

В режиме заданного поля угол поворота зависит от приложенного (E_x) электрического поля, как $(E_x)^{(2t)/\xi}$. Легко убедиться, что для режима заданного тока в слабом магнитном поле относительный угол поворота меняется как $(E_x)^{(2t)/\xi_1}$, а в сильном магнитном поле как $(E_x)^{(2t)/(\xi_2-t)}$. Следует отметить, что $\xi_2 < t$ исключается, ибо в этом случае нарушается условие сильного магнитного поля. Если $t < 0$, угол поворота уменьшается с ростом приложенного электрического поля. Если же $t > 0$, он растет с полем.

Для механизмов рассеяния энергии и импульса, удовлетворяющих условиям $t_0 + t = 2$, $t > 0$, при наличии сильного электрического ($\alpha_{ik} \gg 1$) и любого, отличного от нуля, магнитного полей, относительный угол Фарадея имеет вид

$$\frac{\vartheta}{\vartheta_0} = \frac{\Gamma\left(\frac{5}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{5+2t}{2}\right)} \frac{\Gamma\left[\frac{(5+2t)\alpha_{ik}-2}{2\alpha_{ik}t}\right]}{\Gamma\left[\frac{5\alpha_{ik}-2}{2\alpha_{ik}t}\right]} \cdot \frac{\alpha_{ik}t}{\eta_i}. \quad (4)$$

В режиме заданного поля угол поворота растет как $(E_x)^2$. В режиме заданного тока он растет как

$$\left[\frac{E_{ik}^0{}^2}{E_x^2} - t \frac{\Gamma^2\left(\frac{2t+3}{2t}\right)}{\Gamma^2\left(\frac{t+3}{2t}\right)} \right]^{-1}.$$

При $E_x \rightarrow \frac{1}{\sqrt{t}} \frac{\Gamma\left(\frac{t+3}{2t}\right)}{\Gamma\left(\frac{2t+3}{2t}\right)} E_{ik}^0$ угол поворота сильно растет. Однако сред-

няя энергия тоже растет сильно и для какого-то значения приложенного электрического поля включится дополнительный механизм рассеяния, ограничивающий рост угла поворота. При проведении эксперимента в режиме заданного тока необходимо определить условия, которые будут обеспечивать доминирование нужных механизмов рассеяния. Для примера рассмотрим случай $n-Ge$ при низких температурах, когда импульс рассеивается на ионах примеси ($t=3$), а энергия—на деформационных акустических фоновых ($t_0=-1$). Условие примесного рассеяния гласит

$$\left[\frac{3\pi}{4} + \frac{3(\Gamma^2(5/6)l_i^0)^{3/2}}{\eta_i(\pi l_i^0)^{3/2}} \right]^{-1/2} E_{ih}^i \equiv (E_x)_{кр}$$

Величина $(E_x)_{кр}$ зависит от концентрации ионизированной примеси, от температуры, а также от магнитного поля. При фиксировании этих параметров, вследствие увеличения приложенного электрического поля, для полей $(E_x)_{кр} \ll E_x \ll E_1$, где $E_1 = 0,11 T^{3/2}$ в/см [5], ионный механизм рассеяния импульса меняется на акустическим рассеянием в приближении высоких температур ($t=-1$). При этом угол поворота уменьшается как $(E_x)^{-1}$ [1]. Для $E_x \gg E_1$ импульс рассеивается на акустических фоновых уже в приближении низких температур ($t=-2$) и угол поворота уменьшается как $(E_x)^{-8/5}$ в обоих режимах. С другой стороны, при определенных условиях, когда $(E_x)_{кр} \gg E_1$ с увеличением электрического поля, рассеяние импульса на ионах может непосредственно смениться акустическим рассеянием в приближении низких температур.

Полученные результаты легко могут быть обобщены на случаи наличия рекомбинационных эффектов с использованием результатов [4].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.4.1977)

ფიზიკა

დ. ბჰატაჩარია, ზ. ძაღლიშვილი

ფარადეის ეფექტი დენის ცხელ მატარებლებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ფარადეის ეფექტი ცხელი ელექტრონების ენერჯისა და იმპულსის ნებისმიერი კვაზიდრეკადი გაბნევისას სუსტ და ძლიერ მართობულ მაგნიტურ ველებში. განაწილების ფუნქციის ნორმირების პირობა და ცხელია გაბნევის იმ მექანიზმებისათვის, რომლებიც შესაბამისად აკმაყოფილებენ პირობებს: $t_0+t < 2$ და $t_0-t < 2$. t და t_0 წარმოადგენენ იმპულსისა და ენერჯის გაბნევის შესაბამისი თავისუფალი განარბენების სიგრძეთა ენერგეტიკული დამოკიდებულების ხარისხის მაჩვენებლებს. მათი მნიშვნელობები ყველა ცნობილი გაბნევის მექანიზმებისათვის მოცემულია [5] შრომაში.

D. P. BHATTACHARYA, Z. S. KACHLISHVILI

ON THE HOT CARRIER FARADAY EFFECT

Summary

The Faraday effect has been considered for any quasi-elastic scattering mechanism of the energy and momentum of hot carriers in the presence of strong and weak magnetic fields. The investigation has also been carried out for some definite scattering mechanisms in the presence of any finite magnetic field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Субашев. ФТП, 7, 1965, 936.
2. Ю. В. Гуляев. Письма в ЖЕТФ, I, 1965, II.
3. З. С. Качлишвили. ФТП, 14, 1972, 1527.
4. К. Х. Асратян, З. С. Качлишвили. ФТП, 7, 1973, 1620.
5. Z. S. Kachlishvili. Pays. Stat. Sol. (a), 33, 1976, 15.

Д. И. СИХАРУЛИДZE

СТРОЕНИЕ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ НА КАВКАЗЕ ПО ДИСПЕРСИИ ФАЗОВЫХ СКОРОСТЕЙ ВОЛН РЕЛЕЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 14.2.1977)

Изучение глубоколежащих структур Земли можно успешно осуществить исследованием дисперсионных особенностей первого обертона волны Релея, сформированного в оболочке Земли. Весьма важно то, что эти волны четко можно зарегистрировать существующей сейсмической аппаратурой СК, СКД и СД. В отличие от основного тона, первый обертон волны Релея, формирующийся в оболочке Земли, может быть наблюден при менее сильных землетрясениях, в частности при $M > 6$ и $h > 40$ км (см. таблицу).

Дата	Время	Координаты		M	h км
		φ°	λ°		
29. 2.1972	09ч. 22м. 58с.	33,6 N	140,8 E	7,3	40
24. 2.1972	09ч. 57м. 22с.	23,8 N	121,7 E	7,4	40
11. 6.1972	16ч. 41м. 02с.	3,0 N	124,5 E	7,4	330
5. 9.1972	05ч. 23м. 03с.	6,9 S	129,8 E	6,1	90
5. 9.1972	17ч. 18м. 20с.	2,0 N	128,3 E	6,5	120
2.12.1972	00ч. 19м. 48с.	6,4 N	126,9 E	7,8	60
4.12.1972	10ч. 16м. 09с.	33,4 N	140,8 E	7,4	40
1. 8.1973	01ч. 31м. 28с.	14,2 S	167,1 E	7,1	170

Обертон волны Релея, сформированные в оболочке Земли, при одном и том же периоде колебаний характеризуются большими скоростями, чем у основного тона и обертона релеевских волн, сформированных в земной коре. Из-за этого их выделение на записях не является затруднительным (рис. 1). Первый обертон волны Релея на записях выявляется при достаточно широком диапазоне периодов $T=10-60$ сек, и в этом диапазоне периодов наблюдаются как нормальная, так и аномальная ветви дисперсии скоростей.

Сравнение данных дисперсии обертона волны Релея, сформированного в земной коре, с обертоном, сформированным в оболочке Земли, показывает, что низкоскоростные ветви дисперсионных кривых этих волн ($C, U < 4,2$ км/сек) близки друг к другу. Поэтому, когда эти две группы волн будут формироваться одновременно при одних и тех же землетрясениях, исследование по этой причине практически будет затруднено [1]. В настоящей работе исследована дисперсия мантийских релеевских волн со значениями скоростей $C > 4,2$ км/сек. При таких значениях скоростей наблюдается только первый обертон волн Релея, сформированный в оболочке Земли.

Исследованы фазовые скорости первого обертона волн Релея по наблюдаемым материалам сейсмических станций Тбилиси, Махачкала, Ленинакан и зарегистрированных при землетрясениях (см. таблицу). Фазовые скорости определены на площади, охваченной указанными сей-



Рис. 1

смическими станциями, и между сейсмическими станциями по фазовым спектрам сейсмограмм. Определенные значения фазовых скоростей сопоставлены с теоретическими (рис. 2). Наилучшее согласие экспериментальной дисперсии с теоретической получено для кривой волн M_{12} , построенной для плоской модели Гутенберга—Бирча. Эта модель на глубине 130 км учитывает слой с пониженной скоростью мощностью ~ 240 км; скорость поперечной волны в этом слое $V_s = 4,40$ км/сек. Обнаружение начального колебания этой группы первого обертона волн Релея дало возможность определить скорость поперечной волны высо-

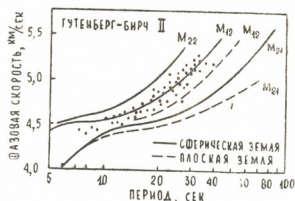


Рис. 2

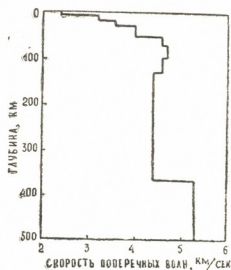


Рис. 3

коскоростного слоя, расположенного под слоем астеносферы верхней мантии. По приведенным расчетам, скорость поперечной волны в этом слое $V_s = 5,25 \pm 0,05$ км/сек и он должен находиться на глубине 370 км от поверхности Земли для территории Кавказа и прилегающих районов.

По данным дисперсии поверхностных волн, модели строения коры и верхней мантии Земли в центральной части Малого Кавказа, между Тбилиси и Ленинаканом, представлена на рис. 3.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 17.2.1977)

დ. სიხარულიძე

დედამიწის ზედა მანტიის აგებულება კავკასიაში რელეის
ტალღების ფაზურ სიჩქარეთა დისპერსიის მიხედვით

რეზიუმე

შესწავლილია დედამიწის ზედა მანტიის აგებულება კავკასიის ტერიტორიის ცენტრალური ნაწილისათვის — დედამიწის გარსში ფორმირებული რელეის პირველი ობერტონის ფაზურ სიჩქარეთა დისპერსიით. დადგენილია, რომ ზედა მანტიის მცირესიჩქარიანი ფენა სისქით 240 კმ კავკასიის ცენტრალური ნაწილისათვის დედამიწის ზედაპირიდან მოთავსებულია 130 კმ სიღრმეზე.

GEOPHYSICS

D. I. SIKHARULIDZE

STUDY OF THE STRUCTURE OF THE UPPER MANTLE OF THE EARTH IN THE CAUCASUS ACCORDING TO PHASE VELOCITIES OF RAYLEIGH WAVES

Summary

The structure of the upper mantle of the territory of the central part of the Caucasus has been studied on the basis of the dispersion of phase velocities of the first overtone of Rayleigh waves. It has been determined that the lower velocity layer of the upper mantle with the thickness of 240 km on the territory of the central part of the Caucasus is found at the depth of 130 km from the surface of the earth.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. R. H. Kovach, D. H. Anderson. Bull. Seism. Soc. Amer. 54, № 1, 1964.



Н. П. ТУТБЕРИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВЫЧИСЛЕНИИ ГРУППОВОЙ СКОРОСТИ ВОЛН РЕЛЕЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 3.3.1977)

Метод численного дифференцирования, который часто применяется для вычисления групповой скорости волн Релея

$$U = \frac{c}{1 - \frac{\omega}{c} \frac{dc}{d\omega}}, \quad (1)$$

по заблаговременно выявленной зависимости между фазовой скоростью c и частотой колебания ω из уравнения дисперсии $f(\omega, c) = 0$ не всегда позволяет оценить значение групповой скорости с требуемой точностью.

Цель настоящей работы заключается в нахождении аналитического выражения для $\frac{dc}{d\omega}$ и в определении точного значения скорости U , необходимого при решении ряда сейсмологических задач, например при вычислении амплитуды волнового пакета [1].

Для решения поставленной задачи целесообразно записать уравнение дисперсии волн Релея в виде, удобном для нахождения производных.

Допустим, что в упругой среде, состоящей из полупространства и лежащих над ним n -плоскопараллельных слоев, распространяются P и SV плоские волны. Упругие параметры при переходе от слоя к слою меняются произвольным образом, но остаются постоянными внутри слоев. Значения упругих параметров в полупространстве по величине больше, чем в слоях. Напряжения на свободной поверхности равны нулю, а компоненты смещения и напряжения на поверхностях раздела слоев остаются непрерывными. Верхнему слою приписываем индекс 1, полупространству — $n+1$.

Рассмотрим цилиндрическую систему координат (r, θ, z) . Ось z направим вертикально вниз. Плоскость $z=0$ совместим со свободной поверхностью. Рассматривая только P и SV волны, поле упругих деформаций и напряжений можно описать двумя потенциалами Φ и Ψ [2]. Будем искать потенциалы в каждом слое в виде

$$\Phi_s = A_s e^{-\alpha_s z} + B_s e^{\alpha_s z}, \quad \Psi_s = C_s e^{-\beta_s z} + D_s e^{\beta_s z}, \quad (2)$$

где

$$\alpha_s = \sqrt{\xi^2 - l_s^2} \text{ при } \xi > l_s; \quad \alpha_s = -i \sqrt{l_s^2 - \xi^2} \text{ при } \xi < l_s;$$

$$\beta_s = \sqrt{\xi^2 - k_s^2} \text{ при } \xi > k_s; \quad \beta_s = -i \sqrt{k_s^2 - \xi^2} \text{ при } \xi < k_s;$$



$$\xi = \frac{\omega}{c}; \quad l_s = \frac{\omega}{a_s}; \quad k_s = \frac{\omega}{b_s} \quad (s=1, 2, \dots, n+1);$$

a_s, b_s — соответственно скорости продольных и поперечных волн; A_s, B_s, C_s и D_s — произвольные коэффициенты. Для полупространства, когда $s=n+1$, надо требовать, чтобы $B_{n+1} = D_{n+1} = 0$ (волна затухает с глубиной при любых ξ).

Если подставить (2) в выражения для компонентов смещений и напряжений из [2], граничные условия позволят получить систему из $2(2n+1)$ однородных уравнений относительно A_s, B_s, C_s и D_s . Приравняв нулю определитель системы и произведя некоторые преобразования, получим уравнения дисперсии волн Релея

$$f(\omega, c) = \bar{\varphi}_0 q_0 - \varphi_0 \bar{q}_0 = 0, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \varphi_s &= \eta_s \operatorname{ch} x_s + \theta_s \operatorname{sh} x_s; & \eta_s &= m_s \varphi_{s+1} + \bar{v}_s p_{s+1}; \\ \psi_s &= \eta_s \operatorname{sh} x_s + \theta_s \operatorname{ch} x_s; & \theta_s &= g_s \psi_{s+1} + \bar{u}_s q_{s+1}; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} p_s &= \varepsilon_s \operatorname{ch} y_s + \delta_s \operatorname{sh} y_s; & \varepsilon_s &= u_s \varphi_{s+1} + \bar{g}_s p_{s+1}; \\ q_s &= \varepsilon_s \operatorname{sh} y_s + \delta_s \operatorname{ch} y_s; & \delta_s &= e_s \psi_{s+1} + \bar{m}_s q_{s+1}; \end{aligned}$$

$$m_s = \bar{m}_s = s_s - \nu_s + 1; \quad g_s = \frac{\alpha_s}{\alpha_{s+1}} (1 - s_s); \quad u_s = \beta_s s_s;$$

$$e_s = \frac{\xi^2}{\alpha_{s+1}} (\nu_s - s_s); \quad \bar{g}_s = \frac{\beta_s}{\beta_{s+1}} (1 - s_s); \quad \bar{u}_s = \frac{\alpha_s s_s}{\xi^2};$$

$$\bar{v}_s = \frac{1}{\beta_{s+1}} (\nu_s - s_s); \quad s_s = \frac{2b_{s+1}}{c} \left(1 - \frac{\mu_s}{\mu_{s+1}} \right); \quad \nu_s = 1 - \frac{\rho_s}{\rho_{s+1}};$$

$$x_s = H_s \alpha_s; \quad y_s = H_s \beta_s \quad (s=0, 1, 2, \dots, n);$$

$$\bar{\varphi}_s = \bar{\psi}_s = q_s = p_s \equiv 0; \quad \varphi_s = \psi_s = p_s = q_s \equiv 1 \quad \text{при } s=n+1;$$

$$\mu_s = \rho_s = H_s = x_s = y_s = g_s = \bar{g}_s = u_s = \bar{u}_s \equiv 0 \quad \text{при } s=0;$$

ρ_s, μ_s, H_s — соответственно плотность, модуль сдвига и толщина слоя в слое s .

Используя (3) и применяя правило дифференцирования неявной функции, имеем

$$\frac{dc}{d\omega} = - \frac{Q}{\Theta}, \quad (5)$$

где
$$Q = \frac{\partial f}{\partial \omega}; \quad \Theta = \frac{\partial f}{\partial c};$$

$$Q = Q_1 - Q_2 = (\varphi'_0 q_0 - q'_0 \varphi_0)_\omega - (\bar{\varphi}'_0 \bar{q}_0 - \bar{q}'_0 \bar{\varphi}_0)_\omega;$$

$$\Theta = \Theta_1 - \Theta_2 = (\varphi'_0 q_0 - q'_0 \varphi_0)_c - (\bar{\varphi}'_0 \bar{q}_0 - \bar{q}'_0 \bar{\varphi}_0)_c;$$

индекс штрих указывает производное по ω или c .

Для краткости записи введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} A_s &= \varphi'_s q_s - q'_s \varphi_s, & B_s &= \varphi'_s p_s - p'_s \varphi_s, & C_s &= \psi'_s q_s - q'_s \psi_s, \\ D_s &= \psi'_s p_s - p'_s \psi_s, & I_s &= \varphi'_s \psi_s - \psi'_s \varphi_s, & J_s &= p'_s q_s - q'_s p_s. \end{aligned} \quad (6)$$

Тогда, используя (4), можно написать

$$\begin{aligned} A_s &= \bar{A}_s + X_s \operatorname{ch} y_s + L_s \operatorname{sh} y_s, & C_s &= \bar{C}_s + Y_s \operatorname{ch} y_s + Z_s \operatorname{sh} y_s, \\ B_s &= \bar{B}_s + X_s \operatorname{sh} y_s + L_s \operatorname{ch} y_s, & D_s &= \bar{D}_s + Y_s \operatorname{sh} y_s + Z_s \operatorname{ch} y_s, \\ I_s &= S_s + x'_s (\psi_s^2 - \varphi_s^2), & J_s &= R_s + y'_s (q_s^2 - p_s^2), \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} X_s &= E_s \operatorname{ch} x_s - \Pi_s \operatorname{sh} x_s; & L_s &= \Gamma_s \operatorname{ch} x_s - N_s \operatorname{sh} x_s; \\ Y_s &= E_s \operatorname{sh} x_s - \Pi_s \operatorname{ch} x_s; & Z_s &= \Gamma_s \operatorname{sh} x_s - N_s \operatorname{ch} x_s; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\bar{A}_s = x'_s \psi_s q_s - y'_s \varphi_s p_s; \quad \bar{C}_s = x'_s \varphi_s q_s - y'_s \psi_s p_s;$$

$$\bar{B}_s = x'_s \psi_s p_s - y'_s \varphi_s q_s; \quad \bar{D}_s = x'_s \varphi_s p_s - y'_s \psi_s q_s;$$

$$S_s = \bar{S}_s + m_s (g_s I_{s+1} + \bar{u}_s A_{s+1}) - \bar{e}_s (g_s D_{s+1} - \bar{u}_s J_{s+1});$$

$$N_s = \bar{N}_s + u_s (g_s I_{s+1} + \bar{u}_s A_{s+1}) - \bar{g}_s (g_s D_{s+1} - \bar{u}_s J_{s+1});$$

$$E_s = \bar{E}_s + m_s (e_s I_{s+1} + \bar{m}_s A_{s+1}) - \bar{e}_s (e_s D_{s+1} - \bar{m}_s J_{s+1});$$

$$R_s = \bar{R}_s + u_s (e_s I_{s+1} + \bar{m}_s A_{s+1}) - \bar{g}_s (e_s D_{s+1} - \bar{m}_s J_{s+1});$$

$$\Gamma_s = \bar{\Gamma}_s + (m_s \bar{g}_s - u_s \bar{e}_s) B_{s+1}; \quad \bar{\Gamma}_s = \varepsilon_s t_1 - \eta_s t_3;$$

$$\Pi_s = \bar{\Pi}_s + (\bar{m}_s g_s - \bar{u}_s e_s) C_{s+1}; \quad \bar{\Pi}_s = \delta_s t_2 - \theta_s t_4;$$

$$\bar{S}_s = \theta_s t_1 - \eta_s t_2; \quad \bar{E}_s = \delta_s t_1 - \eta_s t_4; \quad \bar{N}_s = \theta_s t_3 - \varepsilon_s t_2; \quad \bar{R}_s = \delta_s t_3 - \varepsilon_s t_4;$$

$$t_1 = m'_s \varphi_{s+1} + \bar{e}'_s p_{s+1}; \quad t_2 = g'_s \psi_{s+1} + \bar{u}'_s q_{s+1}; \quad (9)$$

$$t_3 = u'_s \varphi_{s+1} + \bar{g}'_s p_{s+1}; \quad t_4 = e'_s \psi_{s+1} + \bar{m}'_s q_{s+1};$$

$$(m'_s)_\omega = (\bar{m}'_s)_\omega = (g'_s)_\omega = (\bar{g}'_s)_\omega \equiv 0;$$

$$(u'_s)_\omega = \frac{s_s \beta_s}{\omega}; \quad (e'_s)_\omega = \frac{\xi}{\alpha_s c} (\nu_s - s_s); \quad (x'_s)_\omega = \frac{H_s \alpha_s}{\omega}; \quad (10)$$

$$(\bar{u}'_s)_\omega = -\frac{c^2 \alpha_s s_s}{\omega^3}; \quad (\bar{e}'_s)_\omega = -\frac{c^2}{\omega^3 \beta_{s+1}} (\nu_s - s_s); \quad (y'_s)_\omega = \frac{H_s \beta_s}{\omega};$$

$$(m'_s)_c = (\bar{m}'_s)_c = -\frac{s_s}{c}; \quad (x'_s)_c = -\frac{H_s \xi^2}{\alpha_s c}; \quad (y'_s)_c = -\frac{H_s \xi^2}{\beta_s c};$$

$$(g'_s)_c = \frac{g_s}{c} \left(\frac{\xi^2}{\alpha_{s+1}^2} - \frac{\xi^2}{\alpha_s^2} \right) + \frac{\alpha_s s_s}{\alpha_{s+1} c}; \quad (u'_s)_c = -\frac{s_s}{c} - \frac{\xi^2}{c \beta_s};$$

$$(\bar{g}'_s)_c = \frac{\bar{g}_s}{c} \left(\frac{\xi^2}{\beta_{s+1}^2} - \frac{\xi^2}{\beta_s^2} \right) + \frac{\beta_s s_s}{\beta_{s+1} c}; \quad (\bar{u}'_s)_c = -\frac{\xi \bar{u}_s}{c \alpha_s}; \quad (11)$$

$$(e'_s)_c = \frac{e_s}{c} \left(\frac{\xi^2}{\alpha_{s+1}^2} - 2 \right) + \frac{\xi^2 s_s}{c \alpha_{s+1}}; \quad (\bar{e}'_s)_c = \frac{\xi \bar{e}_s}{c \beta_{s+1}} + \frac{\xi s_s}{\omega \beta_s};$$

$$(s = 0, 1, 2, \dots, n)$$



$$x'_s = y'_s = g'_s = \bar{g}'_s = u'_s = \bar{u}'_s \equiv 0 \quad \text{при } s = 0;$$

$$A_s = B_s = C_s = D_s = I_s = J_s \equiv 0 \quad \text{при } s = n + 1.$$

В формулах (4) и (7) вычисление начинается с $s=n$ и кончается при $s=0$. При определении Q следует использовать формулу (10), а при вычислении Θ — формулу (11).

Из выражения (6) видно, что $Q_1 = (A_0)_\omega$ и $\Theta_1 = (A_0)_c$.

Для определения Q_2 и Θ_2 в формулы (4), (6), (7), (8) и (9) вместо φ_s , ψ_s , p_s и q_s следует вставить $\bar{\varphi}_s$, $\bar{\psi}_s$, \bar{p}_s и \bar{q}_s и определить $(A_0)_\omega$ и $(A_0)_c$, тогда $Q_2 = (A_0)_\omega$ и $\Theta_2 = (A_0)_c$.

Таким образом, при знании Q и Θ формулы (1) и (5) позволяют определять групповую скорость волн Релея.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 10.3.1977)

გეოფიზიკა

ბ. თუთბერიძე

რელეის ტალღების ჯგუფური სიჩქარეების გამოთვლის
საპრობლემის

რეზიუმე

განხილულია შემთხვევა, როდესაც ბრტყელ-პარალელური ერთგვაროვანი დრეკადი ფენებისგან შემდგარ გარემოში ვრცელდება რელეის ტალღები. მოცემულ შემთხვევაში რელეის ტალღების ჯგუფური სიჩქარეების გამოსაანგარიშებლად (1) ფორმულაში $\frac{dc}{d\omega}$ -სთვის მიღებულია ანალიზური გამოსახულება.

GEOPHYSICS

N. P. TUTBERIDZE

ON COMPUTING GROUP VELOCITIES OF RAYLEIGH WAVES

Summary

A case in which Rayleigh waves propagate across a plane-parallel uniform elastic medium is considered. For the given case, in the formula (1) $\frac{dc}{d\omega}$ an analytical expression is obtained for computing group velocities of Rayleigh waves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Тутберидзе, Д. И. Сихарулидзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 3, 1972.
2. Л. М. Бреховских. Волны в слонстых средах. М., 1957, 272.

Т. Г. ЖГЕНТИ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СВЯЗЬ СПЕКТРА АТМОСФЕРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 4.3.1977)

В работах [1, 2] было показано, что при прохождении электро-
мгнитных волн низкой частоты ($f < 10^6$ гц) через вещество возникают
упругие колебания материи, т. е. часть электромагнитной энергии пре-
образуется в энергию механических колебаний, причем с удвоенной
частотой.

Этот результат представляет интерес с биологической точки зре-
ния. Дело в том, что если электромагнитному облучению будут подвер-
гаться живые организмы, тогда возникшие в них упругие колебания
могут стать причиной самых различных реакций организмов [3]. По-
видимому, высокую чувствительность живых организмов относительно
слабого ЭМП следует объяснить указанной выше трансформацией
энергии ЭМП в энергию механических колебаний.

Низкочастотный спектр естественного ЭМП [4] (атмосферики,
излучение Солнца и др.) производит непрерывное воздействие на все
живое на Земле, поэтому в живых организмах имеет место постоянный
приток механической энергии которая затем используется организмом
для поддержания самых различных биологических процессов, в кото-
рых, очевидно, существенную роль играет физическое состояние живых
клеток в поле упругих колебаний.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы выяснить первичное
физическое поведение клетки и микробиологических объектов с мембранной струк-
турой, когда они подвергаются воздействию низкочастотного ЭМП.
Для математического описания воспользуемся сферической моделью
клетки [5], обозначив через ρ_i и ρ_0 плотности жидкостей внутри и
вне клетки, и будем считать их движение безвихревым.

Следовательно, уравнение Навье—Стокса запишется следующим
образом:

$$\frac{\partial \vec{v}_i}{\partial t} = - \frac{1}{\rho_i} \nabla P_i + \vec{f}_i / \rho_i, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \vec{v}_0}{\partial t} = - \frac{1}{\rho_0} \nabla P_0 + \vec{f}_0 / \rho_0, \quad (2)$$

где \vec{v}_i и P_i — скорость и давление жидкости внутри сферического
микробиологического объекта, а \vec{v}_0 и P_0 — вне его; \vec{f}_i и \vec{f}_0 — объемные плотности
сторонних электромагнитных сил, действующих внутри и вне сферы
соответственно, которые определены соотношениями [6]



$$\vec{f}_i = \mu_i [\text{rot } \vec{H}_i, \vec{H}_i] \quad (H_i \sim e^{i\omega t}), \quad (3)$$

$$\vec{f}_0 = \mu_0 [\text{rot } \vec{H}_0, \vec{H}_0] \quad (H_0 \sim e^{i\omega t}), \quad (4)$$

где ω — круговая частота электромагнитного поля; \vec{H}_i и \vec{H}_0 — векторы напряженностей магнитных полей внутри и вне объекта, количественные соотношения для этих векторов даются в [7].

Вместо векторов \vec{v}_i и \vec{v}_0 полезно ввести соответствующие им потенциалы φ_i и φ_0 , с которыми они связаны следующим образом:

$$\vec{v}_i = -\nabla\varphi_i \quad \text{и} \quad \vec{v}_0 = -\nabla\varphi_0.$$

После этого уравнения (1) и (2) переписуются в виде

$$\nabla \left(\frac{\partial\varphi_i}{\partial t} \right) = -\frac{1}{\rho_i} \nabla P_i - \frac{1}{\rho_i} \vec{F}_i(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t} \quad (0 < r < a), \quad (5)$$

$$\nabla \left(\frac{\partial\varphi_0}{\partial t} \right) = -\frac{1}{\rho_0} \nabla P_0 - \frac{1}{\rho_0} \vec{F}_0(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t} \quad (r > a), \quad (6)$$

где $\vec{F}_i(R, \theta, \varphi)$ и $\vec{F}_0(R, \theta, \varphi)$ — некоторые вектор-функции, определяемые с помощью соотношений (3) и (4), a — радиус микрообъекта, R, θ, φ — сферические координаты.

В дальнейшем нас будет интересовать действие на микрообъект радиальных составляющих сил $\vec{F}_i(R, \theta, \varphi)$ и $\vec{F}_0(R, \theta, \varphi)$, поэтому вместо векторных уравнений (5) и (6) рассмотрим их радиальные проекции

$$\frac{\partial}{\partial R} \left(\frac{\partial\varphi_i}{\partial t} \right) = -\frac{1}{\rho_i} \frac{\partial P_i}{\partial R} - \frac{1}{\rho_i} F_{iR}(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t} \quad (0 < r < a), \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial R} \left(\frac{\partial\varphi_0}{\partial t} \right) = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P_0}{\partial R} - \frac{1}{\rho_0} F_{0R}(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t} \quad (r > a), \quad (8)$$

откуда после интегрирования по R получим

$$P_i = -\rho_i \frac{\partial\varphi_i}{\partial t} - N_i(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t}, \quad (9)$$

$$P_0 = -\rho_0 \frac{\partial\varphi_0}{\partial t} - N_0(R, \theta, \varphi) e^{i2\omega t}, \quad (10)$$

где положено

$$N_i(R, \theta, \varphi) = \int F_{iR}(R, \theta, \varphi) dR, \quad N_0(R, \theta, \varphi) = \int F_{0R}(R, \theta, \varphi) dR.$$

Условие безвихревого движения жидкости приводит к следующим уравнениям относительно потенциалов φ_i и φ_0 :

$$\Delta\varphi_i = 0 \quad \text{и} \quad \Delta\varphi_0 = 0. \quad (11)$$

Эти уравнения должны быть решены в сферической системе координат при соблюдении граничных условий [5]

$$\frac{\partial\varphi_i}{\partial R} = \frac{\partial\varphi_0}{\partial R} \quad \text{при} \quad R = a, \quad (12)$$

$$\rho_0 \frac{\partial^2 \varphi_0}{\partial t^2} - \rho_l \frac{\partial^2 \varphi_l}{\partial t^2} = \frac{T}{a^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial^2 \varphi_l}{\partial R \partial \theta} \right) + \frac{T}{a^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^3 \varphi_l}{\partial R \partial \varphi^2} +$$

$$+ (N_0 e^{i2\omega t} - N_l e^{i2\omega t}) 2i\omega - \frac{2T}{a^2} \frac{\partial \varphi_l}{\partial R} \quad \text{при } R = a, \quad (13)$$

где T — натяжение мембраны.

Перемещение мембраны $u(t)$ микрообъекта связано с потенциалом φ_l соотношением

$$u(t) = - \int \frac{\partial \varphi_l}{\partial R} dt + C, \quad (14)$$

причем $u(0) = 0$.

Найдя решение уравнения (11) с учетом (12) и (13), найдем, согласно (14),

$$u(t) = \frac{1 - e^{i2\omega t}}{2i\omega a} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Phi_n(\theta, \varphi, R)}{\omega^2 - \omega_n^2}, \quad (15)$$

где $\Phi_n(\theta, \varphi, R)$ — известная функция, явного выражения для которой мы здесь не выписываем;

$$\omega_n = \sqrt{\frac{T}{8a^3} \frac{n[n(n+1)-4]}{\rho_l + \frac{n}{n-1} \rho_0}} \quad (n = 2, 3, 4, \dots). \quad (16)$$

Это выражение представляет собой значения собственных частот колебаний объекта.

Соотношение (15) показывает, что при $\omega \rightarrow \omega_n$, т. е. когда частота электромагнитного поля стремится к одной из собственных частот мембраны, интенсивность вынужденных колебаний ее безгранично возрастает. Следовательно, реализуется резонансный эффект. Но в реальных условиях амплитуда колебаний мембраны не может принимать бесконечно большое значение в силу существующих диссипативных сил, которые ради простоты в развитой выше теории не были учтены.

Интересно отметить, что первые две резонансные частоты, рассчитанные по формуле (16) для известных из литературы значений a и T , лежат в диапазоне от нескольких герц до нескольких десятков килогерц.

Как известно, среда Земля-ионосфера представляет волноводную систему для низкочастотных составляющих атмосфериков с максимумом спектральной плотности от одного до десятков килогерц. Поэтому именно этот участок спектрального состава атмосферных электрических разрядов распространяется на далекие расстояния [8]. Следовательно, этот спектр импульса электромагнитного поля существует в любой момент времени в различных точках Земли и производит непрерывные резонансные воздействия на мембранные структуры биологических элементов, поддерживая тем самым жизнедеятельность в организмах. Таким образом, атмосферные электрические разряды вместе с



другими источниками, например низкочастотный диапазон солнечного спектра, являются прямыми поставщиками механической формы энергии для органического мира на Земле. Такая передача энергии от неограниченного мира и определяет одно из необходимых условий существования всего живого [9, 10].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.3.1977) .

გეოფიზიკა

თ. ჯღენტის, გ. კევანიშვილის

ატმოსფერული ელექტრული განმუხტვების სპექტრის ფუნქციონალური კავშირი ცოცხალი ორგანიზმების ბიოლოგიურ აქტივობასთან

რეზიუმე

ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური ველის (ატმოსფერული განმუხტვები, მზის გამოსხივება და სხვა) დაბალსიხშირული სპექტრი წარმოადგენს ენერგიის მექანიკური ფორმის ძირითად წყაროს ცოცხალ ორგანიზმებში ბიოლოგიური პროცესების არსებობისათვის.

GEOPHYSICS

T. G. ZUGENTI, G. Sh. KEVANISHVILI

FUNCTIONAL RELATIONSHIP OF THE ATMOSPHERIC SPECTRUM OF ELECTRICAL DISCHARGES AND THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF LIVING ORGANISMS

Summary

It is asserted that when passing through living organisms the energy of a low-frequency spectrum of natural electromagnetic waves (atmospherics, solar radiation etc.) is transformed into the elastic vibrational energy of the substance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 1, 1971.
2. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Труды ТГУ, А8 (193), 1974.
3. А. С. Пресман. Электромагнитная сигнализация в живой природе. М., 1974.
4. Справочник по геофизике. М., 1965.
5. Ю. Аккерман. Биофизика. М., 1964.
6. А. Д. Ландау, Б. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М., 1959.
7. Дж. Стреттон. Теория электромагнетизма. М.—Л., 1948.
8. Я. Л. Альперт, Э. Г. Гусева, Д. С. Флигель. Распространение низкочастотных электромагнитных волн в волноводе Земля-ионосфера. М., 1967.
9. Т. Г. Жгенти, К. А. Нишнианидзе и др. Авт. свид. № 206235 с приоритетом от 27 мая 1963 г.
10. Т. Г. Жгенти, С. У. Гуния, Н. И. Чхенкели. Труды ГСХИ, т. XV, 1965.

Н. С. ДОХТУРИШВИЛИ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНО-
 НОВОЛАЧНЫХ СОПОЛИМЕРОВ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 21.3.1977)

Эпоксидно-новолачные сополимеры, полученные путем химического взаимодействия эпоксидной и феноло-формальдегидной (новолачного типа) смол, обладают ценными физико-механическими свойствами [1]. Они применяются в качестве заливочных компаундов, связующих для стеклопластиков, антифрикционных покрытий и т. д. [2].

Настоящая работа посвящена синтезу и изучению свойств эпоксидно-новолачных сополимеров на основе полициклических бисфенолов норборнанового типа. Глицидные эфиры и фенолформальдегидные (типа новолака) олигомеры были получены на основе 4,4'-(2-норборнилиден)дифенола (I), 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)-дифенола (II), 4,4'-(декагидро-1,4,5,8-диметиленнафт-2-илиден)-дифенола (III), 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)-ди-о-крезола (IV) и 4,4'-диоксидифенилпропана (V).

В табл. 1, 2 приведена характеристика эпоксидных и новолачных компонентов.

Таблица 1

Характеристика глицидных эфиров


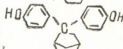
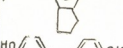

№ п/п	структура глицидного эфира	Температура размягчения, °С (по Устелову)	Эпоксидное число		Молекулярный вес	
			Вычислено	Найдено	Вычислено	Определено по вязкозности
1		46	21,9	21,1	392	420
2		50	19,9	18,8	431	460
3		65	18,3	18,0	446	490
4		60	18,3	18,0	460	500
5		~	25,3	24,7	340	370

На основе вышеуказанных глицидных эфиров и новолачных олигомеров были синтезированы эпоксидно-новолачные сополимеры. Исходные эпоксидные и новолачные компоненты брались в весовом соотношении 60:40. Продолжительность процесса сополимеризации при температуре 120—130° составляла 3,5 часа.

Отверждение вышеуказанного сополимера осуществляется нагреванием при 180—200° в продолжение 10 часов. Свойства полученных сополимеров представлены на рис. 1—3.

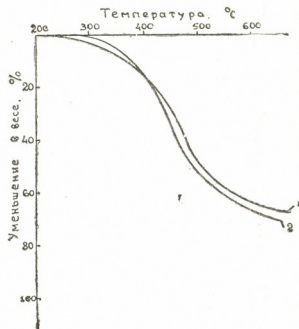
Таблица 2

Характеристика новолачных олигомеров

№№ п/п	Структура бис- феноляля на основе которого получен олигомер	Температу- ра размягче- ния олигоме- ра, °С (по УЗ- девелю)	Молекуляр- ный вес олигомера (определен эбюльскопически)
1		100-110	660
2		150-170	770
3		175-180	920
4		110-120	1500

Как видно из данных рис. 1—3, теплостойкость полученных полимеров лежит в температурном интервале 200—225° и она несколь-

Рис. 1. Термогравиметрические кривые отвержденных эпоксидно-новолачных сополимеров на основе: 1—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4-(2-норборнилиден)дифенола; 2 — глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(гексагидро-4,7-метиленидан-5-илиден)дифенола



ко выше теплостойкости полимера на основе диана. Термостойкость же этих полимеров значительно выше, чем полимера на основе диана.

Увеличение объема заместителя у центрального углеродного атома в бисфеноле значительного влияния на термостойкость не оказывает.

Из полученных сополимеров были приготовлены стеклопластики. Для этого предварительно была изучена жизнеспособность, расплавов сополимеров по времени гелеобразования при нагревании. Было установлено, что время гелеобразования при 160° составляет ~5—7 мин. В качестве основы использовалась стеклоткань марки Э-012, которая пропитывалась 35%-ным раствором сополимера в смеси растворителей

спирт-толуол (1:1, вес. ч.). Содержание связки в стеклопластике составляло $\sim 35\%$. Отверждение образцов проводилось в прессформе под

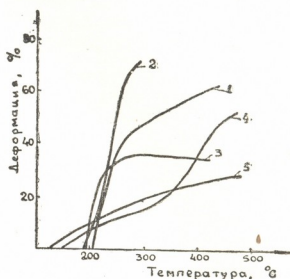
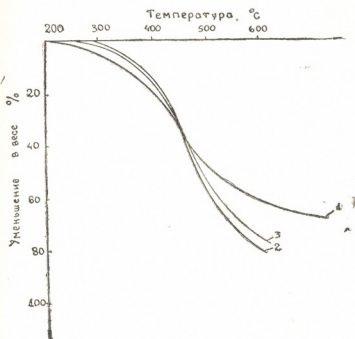


Рис. 2. Термогравиметрические кривые отвержденных эпоксино-новолачных сополимеров на основе: 1 — глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(декагидро-1,4:5,8-диметиленнафт-2-илиден)дифенола; 2 — глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)-ди-о-крезола; 3 — глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола

Рис. 3. Термомеханические кривые отвержденных эпоксино-новолачных сополимеров на основе: 1—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(2-норборнилиден)дифенола; 2—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола; 3—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(декагидро-1,4:5,8-диметиленнафт-2-илиден)дифенола; 4—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)ди-о-крезола; 5—глицидного эфира и новолачного олигомера 4,4'-диоксидифенилпропана

давлением. Режим отверждения был следующим: в предварительно нагретый до 120° пресс под давлением 50 атм помещали пропиточную

Таблица 3
Механические и диэлектрические свойства стеклопластиков, полученных на основе эпоксино-новолачных сополимеров

Стеклопластики на основе бисфенола	Предел прочности при статистическом изгибе, кгс/см ²	Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	Удельное объемное электрическое сопротивление, см·см	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, ом	Электрическая прочность, кв/мм
I	3300	110	$3,1 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	22
II	3500	120	$3 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	21
III	3400	115	$3,5 \cdot 10^{13}$	$2,71 \cdot 10^{13}$	25
IV	3250	105	$7,8 \cdot 10^{13}$	$2 \cdot 10^{13}$	23
V	3350	112	$2,8 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	18



стеклоткань; после этого температуру поднимали до 200° в течение 1,5 часа и выдерживали при этой температуре в продолжение 3 часов; содержание нерастворимой части определяли путем экстракции навески отвержденной смолы в ацетоне в течение 10 часов в аппарате Сокслета; содержание полимера составляло ~95—98%.

Полученные стеклопластики характеризуются хорошими физико-механическими и диэлектрическими свойствами (табл. 4).

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

(Поступило 22.4.1977)

ორგანული ქიმია

6. დოკუმენტი

ეპოქსიდურ-ახალლაქური თანაპოლიმერების სინთეზი და მათი თვისებების კვლევა

რეზიუმე

ეპოქსიდურ-ახალლაქური თანაპოლიმერების და მინაპლასტების მისაღებად გამოვიყენეთ პოლიციკლური ბისფენოლების ბაზაზე მიღებული გლიციდური ეთერები და ფენოლფორმალდეჰიდური (ახალლაქური ტიპის) ოლიგომერები. გამოვიყენეთ შემდეგი პოლიციკლური ბისფენოლები: 4,4'-(2-ნორბორნილიდენ) დიფენოლი, 4,4'-(ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდან-5-ილიდენ) დიფენოლი, 4,4'-(დეკაჰიდრო-1,4:5,8-დიმეთილენნაფტ-2-ილიდენ) დიფენოლი, 4,4'-(ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდან-5-ილიდენ) დი-ო-კრეზოლი და 4,4'-დიოქსიდიფენილპროპანი.

მიღებული თანაპოლიმერები და მათ ბაზაზე დამზადებული მინაპლასტები ხასიათდებიან მაღალი თბო- და თერმომდგრადობით, კარგი ფიზიკურ-მექანიკური და დიელექტრული მაჩვენებლებით.

ORGANIC CHEMISTRY

N. S. DOKHTURISHVILI

THE SYNTHESIS OF EPOXIDE-NOVOLAK COPOLYMERS AND INVESTIGATION OF THEIR PROPERTIES

Summary

Glycidic ester and phenyl-phormaldehyde (of the novolak type) oligomers obtained on the basis of polycyclic bisphenols were used for the formation of epoxide-novolak copolymers and fibreglasses.

The obtained copolymers and fibreglasses were found to have high heat- and thermostabilities, good physico-chemical and dielectric indices.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Т р и з н о. Автореферат канд. дисс. Л., 1957.
2. А. Ф. Николаев, М. С. Т р и з н о, Н. А. В о р о н о в а. Пластические массы, № 2, 1966, 13.

М. А. МГЕБРИШВИЛИ

ЭКСТРАКЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ В СИСТЕМЕ «ЖИДКОСТЬ-ЖИДКОСТЬ»

(Представлено академиком Н. А. Ландия 6.5.1977)

Существующие методы выделения галловой кислоты независимо от способов ее получения на конечной стадии технологического процесса основаны на принципе кристаллизации кислоты из водных растворов [1]. Однако кристаллизация сопряжена с определенными трудностями, так как галловой кислоте, как правило, сопутствуют смолы, сахара и красящие вещества, образующие с ней, по-видимому, комплексы [2], разрушение которых обычно проводят 28%-ной HCl при кипячении. Данная операция с точки зрения техники безопасности неудобна и, с другой стороны, не обеспечивает достаточной очистки галловой кислоты. Полученный при этом продукт темного цвета требует дополнительно двукратной перекристаллизации с активированным углем, что приводит к значительным потерям конечного продукта.

При подборе более совершенного метода выделения галловой кислоты мы остановили свое внимание на методе жидкостной экстракции, обычно дающей при выборе селективного растворителя хороший эффект.

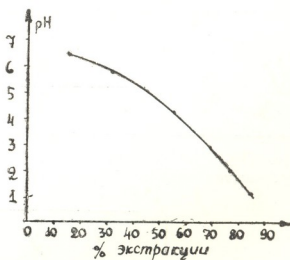


Рис. 1. Зависимость степени экстракции галловой кислоты от pH экстракта

Нами проведено исследование экстракции галловой кислоты из двух видов растворов — бродильной массы, получаемой при биохимическом гидролизе танинсодержащих экстрактов [3], и щелочно-кислотных гидролизатов [4]. Содержание галловой кислоты в гидролизатах обоих видов поддерживалось на уровне 4,9—5,8%. Чистота и выход продукта контролировались хроматофотометрическим методом [5].



Судя по полученным данным (табл. 1), лучшие результаты дает использование в качестве экстрагента смеси бутанол-бутилацетат (20:80), применяемой на Тбилхимфармзаводе при производстве тани-

Таблица 1
Влияние вида органического растворителя на экстракцию галловой кислоты из бродильной массы

Экстрагент	№ экстракции по ступеням	% экстракции	Доброкачество- венность	Коэффициент распределения
Метилэтилкетон	I	51,769	90,9	0,5140 0,5270 0,5710
	II	36,790		
	III	10,041		
	Итого	98,600		
Бутанол	I	79,200	95,9	3,8100 7,1000
	II	20,400		
	Итого	99,600		
Циклогексанон	I	94,610	66,1	17,0000 5,5000
	II	4,520		
	Итого	99,130		
Этилацетат	I	63,200	87,7	1,7180 2,9200 1,9200
	II	27,400		
	III	6,000		
	Итого	96,600		
Бутилацетат	I	33,863	97,9	0,5379 0,5395 0,5931
	II	22,798		
	III	16,790		
	Итого	73,456		
Бутанол- бутилацетат	I	68,180	97,9	2,143 2,845 2,465
	II	23,539		
	III	6,419		
	Итого	98,138		

на [6]. При этом удается без добавочной перекристаллизации получить продукт, удовлетворяющий всем требованиям на техническую галловую кислоту.

Исследование влияния pH экстрактов на величину экстракции показало (рис. 1), что с понижением pH выход продукта возрастает; по-видимому, это объясняется соответствующим уменьшением степени

Таблица 2

Влияние соотношения фаз на экстракцию галловой кислоты смесью бутанол-бутилацетат (20:80) (рН исходного раствора 3,4)

Соотношение фаз	№ экстракции по ступеням	% экстракции	Коэффициент распределения
1 : 1	I	68,180	2,143
	II	23,539	2,845
	III	6,419	2,465
	Итого	98,138	
1:0,75	I	65,220	1,913
	II	27,160	4,379
	III	5,340	2,950
	Итого	97,720	
1:0,5	I	56,748	1,309
	II	28,350	1,898
	III	12,200	4,500
	Итого	97,290	

диссоциации галловой кислоты в кислых растворах. При изучении влияния соотношения фаз на степень экстракции обнаружено, что при соот-

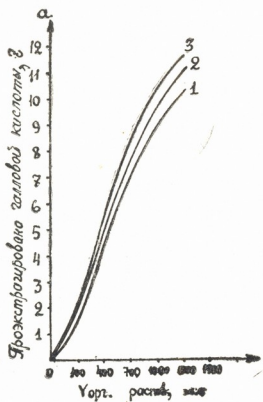


Рис. 2. Зависимость количества проэк-
 трированной галловой кислоты от скоро-
 сти подачи экстрагента на колонку: 1—2,4
 мл/мин·см², 2—5,5 мл/мин·см², 3 — 9,5
 мл/мин·см²

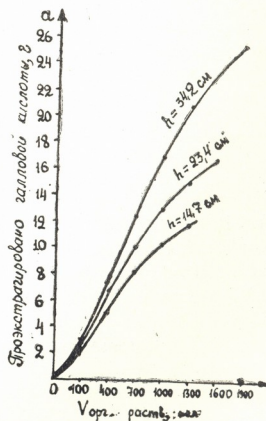


Рис. 3. Зависимость количества проэк-
 трированной галловой кислоты от высо-
 ты слоя экстракта в колонке



ношении $V_{\text{воды}} : V_{\text{орг.раст}} = 1:1$ за три ступени экстракции практически полностью извлекается галловая кислота (табл. 2), в то время как при использовании метода кристаллизации удается выделить в среднем 60—70% кристаллов черного цвета с содержанием галловой кислоты лишь 80%, после же перекристаллизации выход технического продукта составляет 30—35%.

Исследование процесса жидкостной экстракции галловой кислоты проведено в колонном аппарате противоточного типа с неподвижной водной фазой при варьировании скорости подачи раствора в пределах 2,4—22,2 мл/мин·см² и отношении L/D колонны 4,2—9,77. Согласно полученным данным (рис. 2,3), хорошая кинетическая активность кислоты при экстракции позволяет считать целесообразным проведение процесса в аппаратах подобного типа.

Академия наук Грузинской ССР
Институт фармакохимии
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 12.5.1977)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. მღებრიშვილი

გალის მჟავას ექსტრაქციული გამოყოფა სისტემაში „სითხე-სითხე“ რეჟიმში

შესწავლილია გალის მჟავას ექსტრაქციული გამოყოფა სისტემაში „სითხე-სითხე“.

ნაჩვენებია, რომ ოპტიმალურ ექსტრაგენტად შეიძლება ჩაითვალოს ნარევი ბუტანოლ-ბუტილაცეტატი, შეფარდებით 20:80.

ექსტრაქციული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს პრაქტიკულად მთლიანად გამოვყოთ გალის მჟავა ხსნარებიდან, იმ დროს როდესაც კრისტალიზაციის მეთოდით გალის მჟავას გამოსავლიანობა არ აღემატება 30—35%.

CHEMICAL TECHNOLOGY

М. А. МГЕБРИШВИЛИ

EXTRACTION ISOLATION OF GALLIC ACID IN THE SYSTEM «LIQUID-LIQUID»

Summary

Extraction isolation of gallic acid in the system «liquid-liquid» has been studied. It is shown that at the ratio 20:80 the butanol-butylacetate mixture is an optimum extractor.

This method allows practically complete isolation of gallic acid from the solvents, whereas in the case of crystallization the yield does not exceed 30—35%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Швицер. Производство химико-фармацевтических и техно-химических препаратов. М.—Л., 1934, 228.
2. М. В. Назаренко. ЖПХ, т. X, вып. № 1, 1937, 166.
3. М. А. Мгебришвили, П. З. Беридзе. ХПС, № 4, 1974, 512.
4. Регламент производства галловой кислоты Тбилисского химико-фармацевтического завода. Тбилиси, 1973.
5. М. А. Мгебришвили, П. З. Беридзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 3, 1975.
6. Регламент производства танина Тбилисского химико-фармацевтического завода. Тбилиси, 1973.

А. И. ДЖАВАХИШВИЛИ

ВОДНЫЙ БАЛАНС СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 21.4.1977)

Исследование водного баланса горной области отличается большой сложностью из-за своеобразия высокогорного ландшафта, выражающегося в сравнительно скудной растительности, ледниках, моренах, скоплениях наносов, которые существенно влияют не только на сток и питание подземных вод, но и на процесс испарения.

Средний многолетний годовой водный баланс составлен дифференцированным методом [1], который позволяет раскрыть литогенное звено круговорота воды, служит основой для решения задач преобразования водного баланса в необходимом народном хозяйстве направлении, дает возможность прогноза тех преобразований, которые произойдут после воздействия человека на природу, и является средством оценки эффективности этого воздействия.

При исследовании элементов годового водного баланса была применена методика, разработанная на примере Грузии [2]. Однако методика исследования водного баланса на северном склоне Большого Кавказа имеет и свои особенности. Почти все реки этой области получают ледниковое питание, поэтому здесь следует выделять ледниковый сток и относить его к ледниковому бассейну, а ниже фирновой линии сток по высотным поясам определять по разности между суммарным и ледниковым стоками [3]. Такой подход к изучению водного баланса позволяет получить действительную картину формирования и распределения речного стока по высотным поясам.

По материалам многолетних наблюдений до 1972 г. составлены графики связи осадков, стока, испарения и подземного стока с высотой для бассейнов рек северного склона Центрального Кавказа.

Осадки в горных и высокогорных районах определялись через сток и радиационный баланс с использованием известного уравнения связи М. И. Будыко [4], а сток в предгорных и равнинных частях — через осадки и радиационный баланс. Испарение определялось по разности.

Установленные дифференцированные зависимости осадков, стока, испарения и подземного стока от средней взвешенной высоты бассейна и данные по гипсометрии бассейнов позволяют составить годовой водный баланс по высотным поясам для районов однозначной зависимости стока, осадков и испарения от высоты. Суммируя эти значения по высотным поясам, получаем годовой водный баланс исследуемой территории (табл. 1).

Исследуя структуру среднего многолетнего годового водного баланса северного склона Центрального Кавказа, можно отметить закономерное изменение элементов водного баланса с высотой.



По всей области водоносность рек и увлажненность с высотой увеличиваются. Основным фактором, ограничивающим процесс испарения, являются в нижних зонах атмосферные осадки, а в верхних — радиационный баланс. Испарение в нижних зонах с высотой несколько увеличивается, а выше уменьшается и приближается к нулю в фирновом бассейне. Величина подземного стока увеличивается до высоты 2700—2800 м, а затем уменьшается.

Таблица 1
Водный баланс северного склона Центрального Кавказа по высотным поясам

Высотные пояса, м	Площадь, км ²	Осадки	Сток	Испарение	Подземный сток
		млн · м ³ мм			
<500	3262,0	2034,8	581,7	1453,1	308,5
		624	178	446	95
500—1000	3083,0	2109,1	662,2	1446,9	350,9
		684	215	469	114
1000—1500	1829,0	1451,6	539,0	912,6	281,1
		794	294	500	154
1500—2000	2387,0	2183,1	978,1	1205,0	508,7
		914	410	504	213
2000—2500	2421,0	2697,3	1482,6	1214,7	743,2
		1114	612	502	307
2500—3000	2069,0	2896,0	1950,4	945,6	892,3
		1400	943	457	431
3000—до фирновой линии (3520)	1455,0	2293,1	1771,4	521,7	480,6
		1576	1218	358	330
Выше фирновой линий	790,0	1348,6	1348,6	около 0	0
		1707	1707		
По области	17296	17013,6	9314,0	7699,6	3565,3
		983	538	445	206

Равнинно-низкогорная (ниже 1000 м) часть исследуемой территории характеризуется небольшим увлажнением — 650 мм, из них 70% расходуется на испарение. Поверхностный сток здесь небольшой (14%), а подземный составляет всего 16% от атмосферных осадков. Валовое увлажнение относительно большое — 86%.

В среднегорном поясе (от 1000 до 2000 м) выпадает 850 мм осадков, из них больше половины расходуется на испарение, 22% составляет поверхностный сток, а 19% — подземный сток. Валовое увлажнение территории равно 81%. В отличие от равнинно-низкогорного пояса, здесь 28% валового увлажнения уходит на формирование подземного стока.

Резко изменяется структура водного баланса в высокогорном районе (от 2000 до 3000 м). Здесь выпадает больше 1200 мм осадков, на

испарение расходуется 39%, а на поверхностный и подземный сток — соответственно 32 и 29%. Валовое увлажнение составляет 68%.

Выше 3000 м до фирновой линии относительное значение испарения небольшое — 23%. Выпадает здесь 1580 мм осадков, большая часть которых (64%) расходуется на поверхностный сток. Валовое увлажнение равно 44%. На формирование подземного стока расходуется 48% валового увлажнения.

Выше фирновой линии выпадающие атмосферные осадки полностью идут на формирование поверхностного стока.

В целом по северному склону Центрального Кавказа выпадает 980 мм осадков, испаряется 440 мм, а остальное стекает. Валовое увлажнение территории составляет 66%.

Таблица 2

Показатели благоприятности структуры водного баланса по высотным поясам

Высотные пояса, м	$\frac{U}{X}$	$\frac{Z_{пр}}{X}$	$\frac{U + Z_{пр}}{X}$
500	0,15	0,18	0,33
500—1000	0,17	0,17	0,34
1000—1500	0,19	0,16	0,35
1500—2000	0,23	0,14	0,37
2000—2500	0,28	0,11	0,39
2500—3000	0,31	0,08	0,39
3000—до фирновой линии (3520)	0,21	0,06	0,27
Выше фирновой линии	0	0	0
По области	0,21	0,11	0,32

U—подземный сток, $Z_{пр}$ —продуктивное испарение, X—осадки.

Рассмотрение структуры водного баланса в дифференцированном виде позволяет выделить главный показатель благоприятности структуры водного баланса — подземный сток. Вторым показателем благоприятности баланса является продуктивное испарение [5].

Принимая транспирацию на северном склоне Большого Кавказа по аналогии с экспериментальными данными [1, 6, 7] и используя данные табл. 1, получаем показатели благоприятности структуры водного баланса (табл. 3).

Самую благоприятную структуру водного баланса в целом по исследуемой территории имеет высокогорный пояс (до 3000 м), где полезная влага (подземный сток+транспирация) составляет 39% от осадков.



ა. ჯავახიშვილი

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის წყლის ბალანსი

რეზიუმე

მძლავრი გამყინვარების მქონე მთიანი რაიონებისათვის წყლის ბალანსის შესწავლის ახალი, უფრო სრულყოფილი მეთოდის გამოყენებამ საშუალება მოგვცა მიგველო ბალანსის ელემენტების ფორმირებისა და ტერიტორიული განაწილების უფრო სრული, დამაჯერებელი სურათი.

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილო ფერდობისათვის წყლის ბალანსის სტრუქტურა ყველაზე ხელსაყრელია მაღალმთიან სარტყელში (3000 მეტრამდე), სადაც სასარგებლო ტენი (მიწისქვეშა ჩამონადენი+ტრანსპირაცია) შეადგენს ატმოსფერული ნალექების 39%.

PHYSICAL GEOGRAPHY

A. J. JAVAKHISHVILI

THE WATER BALANCE OF THE NORTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASus

Summary

The use of a modern method of water balance study in a mountainous country with well developed glaciation has enabled to obtain a more complete and real picture of the origin and territorial distribution of the water balance elements.

The Apline belt (up to 3000m), where useful moisture (underground runoff+transpiration) comprises 39% of the total moisture, has the most favourable structure of the water balance as a whole for the territory under study.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Львович. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, 1967.
2. Л. А. Владимиров, Д. И. Шакаришвили, Т. И. Габричидзе. Водный баланс Грузии. Тбилиси, 1974.
3. Л. А. Владимиров. Тез. докл. итсгвовой научной сессии Ин-та географии им. Вахушти. Тбилиси, 1976.
4. М. И. Бudyko. Тепловой баланс земной поверхности. Л., 1956.
5. Л. А. Владимиров. Водный баланс Большого Кавказа. Тбилиси, 1970.
6. А. М. Аппатьев. Влагообороты в природе и их преобразования. Л., 1969.
7. Р. Келлер. Воды и водный баланс суши. М., 1965.

В. М. ДЖИШКАРИАНИ, Л. А. КАЛДАНИ
ПЕЩЕРНАЯ СИСТЕМА ТУРЧУ—ТОБА
(ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 21.4.1977)

По указанию Н. А. Гвоздецкого [1], в среднегорных карстовых районах в связи с увеличением количества осадков и уменьшением их испарения карстовые процессы должны развиваться более интенсивно, чем в низкорегии. По его мнению, среднегорное Накеральское плато (Рачинский хребет, Западное Закавказье, 1300—1400 м н. у. м.) является районом наиболее интенсивного развития карста в СССР.

Аналогом и непосредственным продолжением Накеральского плато является массив Асхи, где интенсивность карстопроявления достигает внушительных размеров.

Карстово-спелеологические особенности массива Асхи нами рассматривались ранее [2].

Наиболее интересным спелеологическим объектом на массиве является верховье р. Тоба, где в радиусе 1,5 км вдоль стометровых обрывов исследовано 12 горизонтальных пещер. Все они были открыты и исследованы А. А. Окроджанашвили [3, 4] и В. М. Джишкарини [2, 5]. Наиболее длинные из них — пещера им. Окроджанашвили (1300 м), Тоба I (750 м) и Тоба IV (235 м).

Пещера им. Окроджанашвили⁽¹⁾ выработана в горизонтально залегающих известняках турана-сенона на высоте 790 м н. у. м.⁽²⁾ Ширина входа — 15 м, высота кровли — 20 м. Морфология пещеры сложная, многоярусная. На дне основной галереи протекает подземная река, которая при выходе на поверхность образует водопад высотой 234 м. Поток низвергается каскадом по скоплениям травертинов. Расход реки четвертого октября 1975 г. составил 6,9 м³/сек, температура воды 9,5°.

Пещера богата разнообразными патечно-капельными образованиями.

По данным теодолитной съемки авторов, суммарная длина всех ходов пещеры — 1300 м, средняя ширина основной магистрали — 7 м, средняя высота — 9 м, уклон дна — 12,60 м (на каждые 100 м — 2,17 м), площадь пещеры — 6880 м², объем — 58,140 м³.

Пещера Тоба I расположена недалеко от пещеры им. Окроджанашвили на высоте 670 м н. у. м. Из пещеры вытекает подземная река дебитом 1,43 м³/сек (30.X.1963 [6]). Во время дождей расход сильно повышается. Так, например, 4 октября 1975 г. после четырехдневного дождя расход достиг 14 м³/сек.

(1) Названа в честь спелеолога А. А. Окроджанашвили, трагически погибшего в 1965 г. при исследовании Тобских пещер.

(2) В исследовании Тобских пещер совместно с авторами принимали участие: мастера спорта СССР Т. Г. Баканидзе и О. Н. Эркомашвили, студенты Тбилисского государственного университета Т. Ш. Беридзе, Н. А. Абесадзе и др.



На расстоянии 70 м от устья пещеры находится водопад высотой 21 м. Это один из самых мощных подземных водопадов в стране. Под водопадом глубокое эвразийское озеро. Высота кровли над озером 32 м. Это самый высокий зал в Мегрельском карсте. Пещера простирается в основном в СВ направлении. В ней четыре озера, образованные запрудами пещерной реки. Одна из них имеет длину 60 м. Натечных образований в пещере мало в связи с гидрологическими условиями. Длина обследований части пещеры — 750 м, площадь дна — 5390 м², объем пустоты — 80 990 м³.



Рис. 1

Кроме вышеуказанных, обследованы пещера Тоба III, в которой найдена керамика позднебронзовой эпохи; Тоба IV — обводненная полость длиной 235 м, на поверхности которой образован водопад высотой 85 м; Тоба VIII длиной 125 м, в которой найдены кости пещерного медведя, и др.

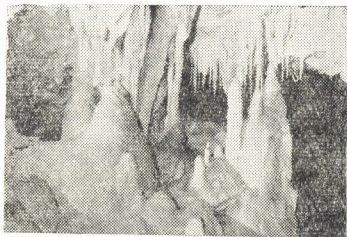


Рис. 2. Натечно-капельчатые формы
в пещере им. Окроджанавили

На западе от Тобских пещер расположена синклиналиная впадина Турчу, окаймленная со всех сторон горами высотой 1000—1100 м. Пло-

щадь дна ее — 14 км², дно котловины выполнено четвертичными речными наносами. На дне котловины по всему полю протекает речка, которая проваливается в отвесные колодцы на ЮЗ окраины депрессии. Пройдя под землей 3600 м, река вновь появляется на дневной поверхности в районе Тобских пещер.

Для установления подземной связи между р. Турчу и Тобскими пещерами в водопоглощающую понору Турчу было запущено 1,8 кг флуоресцеина. Следы красителя в подземных потоках были обнаружены через 9 часов. Скорость течения составила 0,11 м/сек (9,6 км в сутки).

Результаты опыта позволяют заключить, что все пещеры Тоба представляют собой единую гидрогеологическую систему, имеющую подземное сообщение. Подземные потоки одновременно реагируют на выпадение атмосферных осадков, имеют одинаковую температуру воды (9,5°, июль 1971 г.). Во время сильных дождей большинство пещер обводняется.

Суммарная длина обследованных ходов Тобских пещер составляет 2680 м, а предполагаемая протяженность (пока еще слабо разработанных или заполненных водами) подземных карстовых коридоров составляет более 15 км.

Недавно открытые пещеры, разнообразные натечно-капельные формы в них, великолепные водопады на поверхности и под землей при благоустройстве можно превратить в эффективный туристский объект.

При планировании развития рекреационного хозяйства в Грузии представляется целесообразным создание Тобского спелеотуристского комплекса.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 22.4 1977)

ფიზიკური გეოგრაფია

ვ. ჯიშკარიანი, ლ. კალდანი

თურჩუ-ტობას მღვიმეობანი (დასავლეთი საქართველო)

რეზიუმე

ტობას მღვიმეობანის ავეგილი მონაკვეთების ჯამური სიგრძეა 2680 მ, ხოლო ჯერ კიდევ სუსტად დამუშავებული ან წყლით ამოვსებული ტალანების სავარაუდო სიგრძე 15 კმ აღემატება.

რესპუბლიკაში რეკრეაციული მეურნეობის დაგეგმარებისას მიზანშეწონილად მიგანია ტობას სპელეოტურისტული კომპლექსის შექმნა.

PHYSICAL GEOGRAPHY

V. M. JISHKARIANI, L. A. KALDANI

THE TURCHU-TOBA CAVE SYSTEM (WESTERN GEORGIA)

Summary

Several caves of the title system are considered, e. g. the Okrojanashvili cave (1300m), Toba-1(1750 m), etc., — 12 caves in all.

It was established, by water colouring, that the 12 caves in question represent a single hydrogeological system.



The total length of the caves studied is 2680m. However, the presumed length of the thus far poorly developed or water-filled passages of the Turchu-Toba system is about 15 km.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Гвоздецк и й. Проблемы изучения карста и практика. М., 1972.
2. В. М. Д жи ш ка р и а н и. Сообщения АН ГССР, 64, № 1, 1971.
3. А. А. О к р о д ж а н а ш в и л и. Сб. «Пещеры Грузии», т. II. Тбилиси, 1963.
4. А. А. О к р о д ж а н а ш в и л и. Сб. «Пещеры Грузии», т. III. Тбилиси, 1965.
5. В. М. Д жи ш ка р и а н и. Итоговая научная сессия Института географии им. Вахушти (тез. докл.). Тбилиси, 1972.
6. Г. Н. Г и г и н е й ш в и л и. Сб. «Проблемы географии Грузии». Тбилиси, 1965.



М. А. ГОНГАДЗЕ

АНТРОПОГЕННЫЙ РЕЛЬЕФ МЕСХЕТИИ (ЮЖНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 22.4.1977)

Месхетия издавна является ареной интенсивной хозяйственной и культурной деятельности человека, что подтверждается стоянками, курганами, поселениями и другими памятниками материальной культуры каменного, бронзового, античного и феодального периодов.

Влияние человека на рельеф здесь выражено в искусственных террасах, древних оросительных системах, пещерных комплексах. На основе возраста и морфологии этих образований можно выделить шесть основных групп форм антропогенного рельефа: курганы и расположенные на террасах поселения бронзового века; искусственные террасы феодального периода; оросительные системы; пещерные комплексы среднефеодальной эпохи; современные горные выработки; автомобильные дороги, железная дорога.

Курганы бронзового века находятся недалеко от Вардзии, на плато Ниала. Они представляют собой холмики туфовых валунов, диаметр которых достигает 10—15 м, высота 3—4 м, а глубина усыпальниц — 4—5 м. К этому периоду относится также одно из древнейших поселений региона — «Амиранис гора» (Тавшан-тапа) близ г. Ахалцихе. В результате раскопок 1959—1968 гг. археологами была очищена территория площадью 10500 м². Поселение представлено в виде 10 террас, длина которых составляет 25 м, а ширина — 7—10 м [1]. Бронзовым периодом датируются расположенные амфитеатром террасы, которые находятся около с. Тмогви и на восточном склоне горы Элия [1].

Искусственные террасы феодального периода можно разделить на два типа: неукрепленные и укрепленные. Неукрепленные террасы сооружались разнообразными способами; например, при поперечной распашке склона крутизной 10—15° оставлялась нетронутой полоса шириной 1,5—2 м, которая со временем превращалась в своеобразную террасовую ступень и защищала склон от эрозии. Такие террасы достигают довольно больших размеров (длина — 300—400 м, а ширина — 10—25 м) и в районах Адигени и Ахалцихе занимают 2500—3000 га [2]. Укрепленные террасы создавались на крутых склонах следующим способом: сперва рылся фундамент, потом в него закладывались глыбы, на которых возводилась каменная стена, а после этого выравнивалась платформа террасы [3]. Длина таких террас колеблется от 100 м до 1,5—2 км, ширина составляет 4—8 м, высота — 2—4 м. В Аспиндзском районе они занимают более 500 га [2]. Почвы искусственных террас Месхетии изучали Б. А. Клопотовский, Р. А. Петриашвили. Эти почвы содержат в достаточном количестве гумус и другие питательные вещества, а карбонатов кальция в них содержится мало. Запас гумуса в полуметровом слое целинной почвы составляет 104,7 т, в почвах заброшенных террас — 128,1 т, а в почвах окультуренных террас — 160,1 т на 1 га [2]. Это обстоятельство свидетельствует о явном преимуществе террасового хозяйства, по сравнению с обычным.



Орошаемое земледелие древней Месхетии стояло на высоком уровне, что и определяло хорошую продуктивность сельского хозяйства. В большей части этой провинции основной формой орошения является использование горных вод. Орошение в Месхетии связано с земледелием на плоскогорье и с террасовым хозяйством. Из горных ручьев и маленьких рек вода шла по искусственным каналам, которые имели метровую ширину и глубину. Особенное внимание уделялось правильному проведению канала по склону, что делалось на глаз. Земледельцы хорошо знали свойства горных вод и соответственно избирали характер их течения и способ применения их для орошения. С крутой стороны проходящего по склону канала создавались земляные укрепления, которые защищали канал от возможной деформации, а склон — от эрозии [4].

Связанные с хетско-малоазиатскими культурными центрами месхские племена владели и другим искусством, а именно высекания пещер. Пещерные комплексы Вардзии и ее окрестностей были созданы в основном в X—XII вв. При высекании пещер большое внимание обращалось на наличие воды, оборонные условия и особенно на свойства горных пород, что и определяло создание пещер на разных уровнях. Нижние пещеры снабжались дополнительными оборонительными сооружениями — каменными стенами, а высокорасположенные — тоннелями [5]. По нашим вычислениям, объем пещерных комплексов Вардзии и ее окрестностей составляет приблизительно 250 000 м³.

Рельеф, преобразованный горными выработками, сформирован вблизи г. Вале (бурый уголь), на южном склоне хребта Окюздаг-Амаглеба (агат) и около с. Кисатиби (диатомит). Вокруг шахт месторождения бурого угля Вале рассыпаны отвалы переработанных пород, из которых самый большой занимает 6 га и имеет объем 900 000 м³. В районе шахт земная поверхность деформирована — встречаются разнообразные провальные формы, образование которых вызвано обвалами заброшенных штолен.

Древние месхи были опытными земледельцами и умели правильно пользоваться рельефом. Это хорошо видно на примере древних террасовых поселений и сельскохозяйственных террас. Они отлично понимали, что наилучшим способом освоения крутых склонов является их террасирование. Искусственные террасы значительно увеличивали устойчивость крутых склонов, защищая их от вредного воздействия эрозионных процессов. Ныне большинство этих террас заброшено и деградировано, почти до нуля сведено функционирование их оросительных каналов. Главной задачей сельского хозяйства Месхетии, по всей вероятности, является восстановление и освоение древних искусственных террас, не говоря уж о создании новых, что при использовании современных методов осуществимо на половине площади склонов провинции [2].

Древние оросительные системы края, которые создавались с учетом особенностей рельефа, содействовали росту плодородия почв и развитию растительного покрова. Большой ущерб нанесло провинции уничтожение лесов, что вызвало резкое сокращение водных ресурсов и интенсивный эрозионный смыв. К сожалению, искусственное восстановление леса производится очень медленными темпами и на ограниченных участках.

Нужно отметить и отрицательное влияние горных выработок на рельеф, которое со временем возрастает. Как отмечалось выше, на территории месторождения бурого угля Вале распространены провальные формы, вызванные обвалами подземных выработок. При содей-



УДК 552.321.6:551.24(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

М. А. КЕКЕЛИЯ, И. И. КИКНАДЗЕ, О. Д. ХУЦИШВИЛИ

ВЫХОД СЕРПЕНТИНИТА В ХРАМСКОМ ВЫСТУПЕ
КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.4.1977)

С развитием представлений о расширении океанических бассейнов и дрейфе литосферных плит ультрабазитовые и базитовые породы приобретают особое значение, все чаще рассматриваясь в качестве фрагментов третьего слоя океанической коры, в разное время внедрившихся в виде протрузий в различные горизонты земной коры [1, 2].

Выход серпентинитов в Храмском выступе древнего кристаллического фундамента нами был обнаружен на левом склоне ущелья р. Чочиани в 2,5 км от ее слияния с р. Храми, в полосе развития древнейшего гнейсово-мигматитового комплекса. Линзообразное тело серпентинита по своим размерам незначительно и занимает около 10 м². Макроскопически это плотная порода черного цвета, сильно раздробленная на небольшие блоки неправильной формы, отделенные друг от друга тонкими пропластками зеленовато-белого чешуйчатого талька.

Под микроскопом порода представляет собой оталькованный тремолит-серпентинитовый агрегат с изменчивой структурой, меняющейся от неяснорешетчатой до волокнистой и сноповидной; состоит из серпентина, тремолита и талька. Серпентин образует сложную сеть тонких неупорядоченно переплетающихся волокон и представлен хризотилом и сарпופитом. Последний иногда слегка окрашен в желтоватый и зеленоватый цвета. Тремолит (CNg=17—18°; 2V=84—86°) представлен в виде длинных прозрачных волокнистых индивидов, часто сгруппированных и образующих скопления сноповидной формы, чем и обусловлена общая сноповидная структура породы. Тальк создает обычно буроватые, реже бесцветные тонкочешуйчатые, иногда радиально-лучистые агрегаты; он нередко развивается по всей породе, замещая остальные слагающие ее минералы. Реликты структур или минералов исходной породы в шлифах не обнаружены.

Геологическая природа серпентинитового тела определяется характером его взаимоотношений с вмещающими кварцево-диоритовыми гнейсами. Последние даже в непосредственном контакте с серпентинитом не обнаруживают каких-либо следов интрузивного воздействия. Зоны контактов сильно перемяты, мелкие, часто округлые обломки серпентинита и гнейсов сцементированы их же тонко перемятой массой. В контактах наблюдаются явные следы подвижек в виде многочисленных зеркал скольжения; последние нередки внутри самого серпентинитового тела.

Перечисленные факты склоняют нас к представлению о тектонической природе внедрения серпентинита во вмещающие породы. Такое впечатление усиливается и тем, что чуть ниже по склону ущелья р. Чочиани на продолжении серпентинита (по направлению падения вмещающих кварцево-диоритовых гнейсов) расположено тело оливинового



габбро (мощность 5—6 м), в западном контакте которого проходит довольно крупный разлом с микробрекчиями, зеркалами скольжения и примазками серпентинита вдоль поверхности. Судя по всему, серпентинит (а возможно, и оливниновое габбро) не находятся в первичном залегании.

Следует отметить также, что гнейсово-мигматитовый комплекс Храмовского кристаллического выступа сложен кварцево-диоритовыми гнейсами, различными мигматитами, в меньшей степени амфиболитами и кристаллическими сланцами в виде останцев разной величины [3—6]. В ущелье р. Чочиани амфиболиты явно преобладают над другими членами метаморфического комплекса; отмечается также присутствие пироксенитов и многочисленных габбровых интрузий [4]. Здесь же нами была обнаружена пачка метапесчаников и пара-амфиболитов, пространственно приуроченная (но не непосредственно) к выходам ультраосновных и основных пород [5, 6]. Геологическое положение последней не совсем ясно: ее можно представить либо в виде останца среди гнейсов, либо в виде тектонической пластины. Эти предположения одинаково правомерны в силу быстрого выклинивания пачки по простирацию. На тектоническую позицию пачки метапесчаников и амфиболитов, очевидно, могут указывать многочисленные зеркала скольжения и следы подвижек внутри пачки, однако вопрос этот нельзя считать окончательно решенным.

Таблица 1

Химический состав ультраосновных и основных пород Храмовского выступа фундамента, вес. %

Окислы	М-х-159	М-х-163	М-х-152	М-х-164	1	2	3	4	М-238
SiO ₂	55,42	56,49	42,00	49,26	49,88	49,17	52,55	49,44	51,57
TiO ₂	—	—	—	—	0,30	1,12	1,00	0,22	0,21
Al ₂ O ₃	2,43	2,61	1,74	0,17	5,82	14,96	14,61	17,67	14,20
Fe ₂ O ₃	3,43	2,27	6,73	7,28	2,39	2,40	1,43	3,59	2,63
FeO	1,98	2,88	1,62	0,54	4,95	7,38	5,94	7,20	4,27
MnO	—	—	—	0,035	0,13	0,17	0,15	0,19	0,13
MgO	28,40	29,72	33,21	28,29	17,28	6,70	6,32	5,61	8,56
CaO	4,96	3,18	3,27	2,48	16,69	9,82	8,57	9,04	13,56
Na ₂ O	0,05	0,11	0,05	—	0,32	3,30	4,50	1,87	1,56
K ₂ O	—	—	—	—	0,10	1,00	1,00	1,06	0,52
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,06	0,07	0,12	1,21	0,53
Влага	0,29	0,35	0,74	2,27	—	1,27	1,12	2,94	0,32
П.п.п.	2,50	1,92	10,62	9,67	1,56	2,31	1,85	—	1,82
Сумма	99,76	99,73	99,98	99,99	100,09	99,79	99,62	100,04	99,91

Примечание: обр. М-х-159, М-х-163, М-х-152, М-х-164—серпентиниты (аналитик Н. В. Меунаргия); обр. 2, 3 и 4—габбро [5], обр. 1—пироксенит [4]; обр. М-238—амфиболит [5].

Петрологические особенности всех вышеотмеченных пород (серпентинита, габбро, пироксенита, амфиболитов, метапесчаников), принимаемая во внимание пространственную взаимосвязь последних, позволяют сопоставить их с ассоциацией пород, характерной для океанической коры [1, 2]. В частности, серпентиниты, пироксениты, габбро и ортоамфиболиты можно рассматривать в качестве третьего слоя океанической коры, а параамфиболиты и метапесчаники — первого, т. е. осадочного выполнения дна океанического бассейна (эвгеосинклинали?).



В табл. 1 и 2 приводятся химические анализы и данные по некоторым редким элементам вышеперечисленных пород ушелья р. Чочиани. Уже при беглом ознакомлении с аналитическими данными становится ясно, что химические характеристики ультрабазитов и базитов Храмского кристаллического выступа проявляют большое сходство с таковыми пород как современной океанической коры, так и образований, относимых к фрагментам древней океанической коры. Все они характеризуются низким содержанием или почти полным отсутствием щелочей и высокой магнизиальностью. Сравнительно высокие значения кремнекислотности храмских серпентинитов, несомненно, связаны с большим количеством прожилков кварца в последних; однако, как видно из табл. 2, это не влияет на распределение в них редких элементов.

Таблица 2

Содержание ванадия, кобальта, никеля, олова, цинка, хрома и свинца в серпентинитах Храмского массива, г/т

№ обр.	Ванадий	Кобальт	Никель	Олово	Цинк	Хром	Свинец
М-х-159	38	75	2000	4	130	2100	10
М-х-163	36	94	2300	5	110	1900	21
М-х-152	34	120	3000	6	90	1400	7
М-х-153	30	90	2000	4	80	1600	7
М-х-160	39	74	1900	3	40	1700	8
136	300	42	56	4	11	250	10
136 ^а	210	26	40	5	140	200	4
166	340	49	63	4	160	280	18
166 ^а	280	43	61	5	170	310	12
195	150	16	38	5	110	210	30
М-238	260	58	160	3	50	250	10
(Д-1) [7]	42,5±5	121±16	2100±300	<1	80±10	3400±700	<1
(Д-2) [7]	47,5±5	117±44	2500±500	<1	130±40	4400±600	<1
(Д-3) [7]	314±16	42±2,5	114±9	1±0,5	40±14,5	303±18	1±0,5

Примечание: обр. М-х-159, М-х-163, М-х-152, М-х-153, М-х-160—серпентиниты; обр. 136, 136^а, 166, 166^а—габбро; обр. 195—металесчаник; обр. М-238—амфиболит (анализы произведены в лаборатории физических методов анализа ИГЕМ АН СССР); обр. Д-1—средний гарцбургит; обр. Д-2—средний лерцолит; обр. Д-3—средний базальт.

Содержание последних в однотипных породах достаточно хорошо выражено и в их пределах не наблюдается большого разброса цифр. Особенно четко это выражено в отношении ванадия, кобальта, никеля, олова и менее — для хрома (табл. 2). Геохимическое сравнение храмских ультрабазитов с таковыми океанических хребтов [7] показывает, что по содержанию ванадия сопоставляемые породы почти не отличаются друг от друга. То же можно сказать и в отношении никеля и кобальта, а также цинка и свинца, лишь хром показывает сравнительно низкое содержание в серпентинитах, по сравнению с гарцбургитами и лерцолитами. Почти такую же близость по содержанию элементов-примесей проявляют оливиновое габбро и габбро Храмского выступа к базальтам срединных океанических хребтов [7]; относительно высокое содержание свинца, цинка и олова в исследованных породах связано, по-видимому, с наложенной гидротермальной минерализацией.

Таким образом, петролого-геохимические особенности рассматриваемой совокупности пород, а также результаты сопоставления с аналогичными породами других областей и современной океанической коры позволяют отнести их к фрагментам древней океанической коры. Что касается вопроса тектонической природы этой ассоциации пород Храм-



ского выступа, то на основании имеющихся в настоящее время данных он не может быть решен однозначно. Факт расположения их среди пород гнейсово-магматитового комплекса и тектонический характер их взаимоотношений с последними (наличие зеркал скольжения, зон дробления и тектонической брекчии) могут рассматриваться, очевидно, как свидетельства их аллохтонной природы.

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

(Поступило 22.4.1977)

გეოლოგია

მ. კეკელია, ი. კიკნაძე, ო. ხუციშვილი

სერპენტინიტის გამოსავალი ხრამის კრისტალური ფუნდამენტის
შვერილში

რეზიუმე

მდ. ჭოჭიანის ხეობაში (ხრამის კრისტალური შვერილი) წარმოდგენილი ულტრაფუძე და ფუძე ქანების ტექტონიკური პოზიციისა და პეტროლოგიურ-გეოქიმიურ თავისებურებათა საფუძველზე გამოთქმულია ვარაუდი, რომ ეს ქანები ძველი ოკეანური ქერქის ფრაგმენტებია.

GEOLOGY

M. A. KEKELIA, I. I. KIKNADZE, O. D. KHUTSISHVILI

AN OUTCROP OF SERPENTINITE IN THE KHRAMI UPLIFT
OF THE CRYSTALLINE BASEMENT

Summary

On the basis of the tectonic position and petrological and geochemical properties of ultrabasic and basic rocks in the gorge of the Chochiani river (crystalline uplift of Khrami), the authors suggest that the rocks represent a fragment of the old oceanic crust.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Новая глобальная тектоника». М., 1974.
2. Сб. «Петрология изверженных и метаморфических пород дна океана». М., 1973.
3. Т. Г. К а з а х а ш в и л и. Труды ГГУ, вып. 5, 1941.
4. Г. М. З а р и д з е. Петрология магматических и метаморфических пород Грузии. М., 1961.
5. М. А. К е к е л и я, О. Д. Х у ц и ш в и л и. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. X, вып. 1, 2, 1977.
6. О. Д. Х у ц и ш в и л и. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер. вып. 55, 1977.
7. Л. В. Д м и т р и е в. Исследование по проблеме рифтовых зон Мирового океана, т. I. М., 1971.



А. А. КВИЦИАНИ, Д. Г. САЛИЯ, А. А. ЧЕХАНИ

ОСОБЕННОСТИ ОКОЛОРУДНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОД НА РТУТНЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ БОЛНИССКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 10.5.1977)

Современные представления о геологическом строении Болнисского рудного района были созданы благодаря работам [1—4].

В этом районе широко развиты месторождения и рудопроявления медноколчеданной, полиметаллической, барито-полиметаллической, гематитовой и марганцевой рудных формаций, залегающие в меловой толще вулканических пород среднего и кислого состава. Околорудные измененные породы этих месторождений и рудопроявлений детально описаны в [2] и др. Однако околорудные изменения рудопроявлений ртути, выявленных работами последних лет, оставались не изученными.

Авторами впервые исследованы околорудные изменения пород Дарбазского, Болнисского и Вазис-Хевского ртутных рудопроявлений, установлены их отличительные особенности и место в метасоматической колонке.

На Дарбазском проявлении ртути выявлены три ртутных рудных зоны субширотного простирания и крутого падения, представленные аргиллизированными кварцевыми альбитофирами, грубообломочными туфами и туфобрекчиями того же состава с редкой мелкой вкрапленностью киновари. Единственным рудным минералом Дарбазского ртутного проявления является киноварь, в отдельных участках с ней ассоциирует мелкозернистый пирит. Основными жильными минералами руд являются кварц и каолинит-диккит [4], редко в отдельных участках ртутных рудных зон наблюдаются в небольших количествах барит, карбонат и алунит. Ниже киноварной минерализации, на глубинах 180—240 м, некоторые скважины подсекли интенсивно пиритизированные, хлоритизированные и гидрослюдизированные туфы с убогой полиметаллической минерализацией.

Кварцевые альбитофиры состоят из порфировых вкрапленников кварца, кислого плагиоклаза и реже хлоритизированного темноцветного силиката; микрокристаллическая, иногда сферолитовая основная масса в основном кварц-плагиоклазового состава. Установлены акцессорные апатит, циркон и магнетит.

В аргиллизированных кварцевых альбитофирах, содержащих вкрапленность киновари, вкрапленники полевых шпатов и железомagneзиальных минералов замещены каолинитом (с диккитом), часто в ассоциации с кварцем, пиритом и альбитом [4]. Редко с каолинитом (диккитом) ассоциируют кристаллы алунита.

Основная масса кварцевого альбитофира превращена в кварц-альбитовый или кварц-каолинит(диккит)-гидрослюдистый агрегат. Иногда основная масса породы сильно обогащена сыпью пирита, галенита и киновари. Выделения киновари размером до 0,5 мм встреча-



ются также в каолините, гидрослюде, барите и между зернами кварца [4].

Болнисское рудопоявление ртути представлено зоной ртутной минерализации, залегающей на северном крыле Болнисской брахиантиклинали. Представлена она аргиллизированными туфами кислого состава, в которых отмечаются вкрапленники и прожилки киновари.

Аргиллизированные туфы состоят из кварц-каолинит-монтмориллонитовой и кварц-каолинит-диккитовой массы, в которой наблюдаются редкие чешуйки гидрослюд, гнезда и прожилки железистых карбонатов, мелкозернистые выделения пирита, халькопирита, гематита и киновари.

Вазис-Хевское рудопоявление находится на северном крыле Болнисской брахиантиклинали. Зона ртутной минерализации расположена в туфах и туфобрекчиях альбитофиров. Оруденение представлено зоной с прожилками, мелкими гнездами и дисперсной вкрапленностью киновари. В отдельных ее участках наблюдается пиритизация, а также встречены прожилки барита, доломита, кварца, редко арагонита. Жильные минералы ртутных руд представлены кварцем, диккит-каолинитом и карбонатами.

Компоненты	Весовые проценты				Привнос (+) и вынос (-) компонентов, г на 1000 см ³ породы		
	1	2	3	4	2	3	4
SiO ₂	66,92	74,69	78,05	85,40	+173,35	+313,69	+442,27
TiO ₂	0,44	0,24	0,20	0,22	+ 5,09	- 5,96	- 5,56
Al ₂ O ₃	16,40	11,10	11,50	8,40	-136,11	-117,76	-202,98
F ₂ O ₃	1,13	0,89	2,54	0,48	- 6,30	+ 36,65	- 16,42
FO	1,08	1,40	0,15	0,28	+ 7,62	- 23,29	- 20,13
MO	следи	0,14	0,08	0,02	+ 3,47	+ 2,03	+ 0,50
MO	1,88	2,65	0,60	0,96	+ 18,54	- 31,94	- 23,27
CaO	4,20	0,60	0,10	0,20	- 50,54	-102,88	-100,44
BaO	—	0,10	0,40	—	+ 2,48	+ 10,16	—
Na ₂ O	4,10	0,30	0,36	0,16	- 95,47	- 93,77	- 98,99
K ₂ O	0,90	2,28	0,88	1,30	+ 33,95	- 0,24	+ 9,78
P ₂ O ₅	—	0,14	0,10	0,10	+ 3,47	+ 2,54	+ 2,49
H ₂ O	1,52	0,58	0,45	0,22	- 23,77	- 26,72	~ 32,67
H ₂ O+	1,12	4,39	3,34	2,00	+ 80,75	+ 57,24	+ 21,69
CO ₂	0,20	0,25	0,30	0,20	+ 1,18	+ 2,60	- 0,04
S	0,10	0,20	0,40	0,25	+ 2,45	+ 7,65	+ 3,72
Σ	99,99	99,95	88,45	100,10	+ 30	+ 30	- 20
dv	2,51	2,48	2,54	2,49			

Примечание: 1—слабо измененная туфобрекчия альбитофира (обр. 242/76); 2—кварц-диккит-каолинитовые метасоматиты с гидрослюдой (обр. 243/76); 3—кварц-диккит-каолинитовые метасоматиты с киноварью (обр. 249/76); 4—кварциты с диккитом (обр. 250/76).

В туфобрекчиях крупные обломки кварцевого альбитофира цементируются туфовым материалом, который обычно интенсивно аргиллизирован. На глубинах 200—250 м вместо каолинит-диккита появляются в значительной массе серицит и гидрослюда.

Из таблицы расчета перемещения вещества при околорудной аргиллизации и окварцевании туфобрекчий кварцевых альбитофиров видно, что при аргиллизации в них привносятся в значительном количестве кремнезем, летучие компоненты (вода, CO₂), барий и сера, а выносятся

ся глинозем, щелочи и щелочноземельные элементы. При окварцевании и частичной диккитизации происходит привнос кремнезема, воды и отчасти калия и серы, а выносятся глинозем, железо и натрий.

Характерной особенностью киновари из Болнисских рудопроявлений ртути являются частые включения мельчайших выделений халькопирита, сфалерита, галенита и барита, чем она отличается от киновари ртутных месторождений Большого Кавказа. Спектральными анализами в киновари Болнисских рудопроявлений установлены значительные содержания меди, свинца, цинка, бария, кадмия и мышьяка, что обусловлено вышеотмеченными включениями.

Наличие в киновари включений типоморфных минералов, широко развитых в Болнисском районе медно-барито-полиметаллических руд, а также перехода на глубине ртутной и барито-ртутной минерализации в полиметаллическую и медную при одновременной постепенной смене диккит-каолинит-карбонат-кварцевых метасматитов гидрослюда-серицит-кварцевыми указывает на тесную, вероятно генетическую, связь ртутной рудной формации района с барито-полиметаллической и медной. Это следует учитывать при оценке обнаруживаемых в этом районе ртутных проявлений и рассматривать их в качестве возможных индикаторов скрытых на глубине барито-полиметаллических и меднорудных залежей.

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 12.5.1977)

გეოლოგია

ა. კვიციანი, ჯ. სალია, ა. ჭეხანი

გოლნისის მადნის რაიონის ვერცხლისწყლის გამოვლინებების
მადანმოიქმნე მანების შეცვლათა თავისებურებანი

რეზიუმე

ვერცხლისწყლის გამოვლინებებში ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების შესწავლის საფუძველზე დავადგინეთ ვერცხლისწყლის გამადნებათა კავშირი ბარიტ-პოლიმეტალურ და სპილენძის გამადნებებთან.

ვერცხლისწყლის მადანგამოვლინებები და მასთან დაკავშირებული ჰიდროთერმული არგილიტები შეიძლება გამოყენებულ იქნენ როგორც ბარიტ-პოლიმეტალური და სპილენძის გამადნების ინდიკატორები.

GEOLOGY

A. A. KVITSIANI, J. G. SALIA, A. A. CHEKHANI

ON THE PECULIARITIES OF COUNTRY ROCK ALTERATION IN THE
MERCURY MINERALIZATION OF MADNEULI

Summary

Studies of hydrothermal altered rocks in mercury manifestations give ground to conclude the mercury mineralization contact with barite-polymetallic and copper mineralizations.

The mercury mineralization and its hydrothermal argillites can be used as barite-polymetallic and copper mineralization indicators.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Геологическое строение и металлогения Юго-Восточной Грузии. Тбилиси, 1965.
2. В. Г. Гогишвили, Т. Ш. Гогишвили. Труды КИМСа, вып. VII (9), 1968.
3. Г. А. Твалчрелидзе. Эндогенная металлогения Грузии. М., 1961.
4. А. А. Чехани, Д. Г. Салия, В. Г. Гогишвили. Сообщения АН ГССР, 69, № 2, 1973.

К. М. ХУБЕРЯН, А. М. КОЖНАШВИЛИ

ОБ ЭФФЕКТАХ, ДОСТИГАЕМЫХ В ПОЛЯХ НАПРЯЖЕНИЙ АРОЧНЫХ ПЛОТИН ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ТРЕХЦЕНТРОВЫХ ОСЕЙ АРОК ЛОГАРИФМИЧЕСКИМИ СПИРАЛЯМИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 3.5.1977)

При проектировании арочных плотин издавна практикуется разработка конкурирующих вариантов конструкции, отличающихся друг от друга только (или главным образом) уравнениями, которыми определяются очертания срединной поверхности оболочки в горизонтальных сечениях. Варьирование этих очертаний служит не единственным, но существенным средством управления распределением усилий и напряжений в арочной плотине в условиях пространственной ее работы и заметно влияет на ее материалоемкость. Не случайно в Советском Союзе коробовое (трехцентровое) очертание осей горизонтальных арок (на которые мысленно разбивается оболочка) взамен кругового очертания осуществлено в Ингурской, на значительном среднем ярусе Саянской и в Худонской (проект) плотинах арочного типа.

Однако замена сравнительно менее эффективного очертания осей арок более эффективным их очертанием, разумеется, не претендует на получение тем самым оптимальной формы арочной плотины. Задача оптимизации арочной плотины мыслима в разнообразных постановках. Одна из целесообразных ее постановок заключается в направленном варьировании формы срединной поверхности оболочки, которое сопровождается изменением полей усилий и напряжений (как следствие, в силу необходимости удовлетворения условий прочности, будут меняться и толщины оболочки) для минимизации объема кладки плотины. Остальные параметры сооружения и его основания при этом сохраняются неизменными. Такой поиск нужно распространить на достаточно широкий класс поверхностей, используемых в качестве вариантов срединной поверхности оболочки. Поэтому давно предложено общее (многопараметровое) уравнение срединной поверхности арочной плотины [1], из которого, как частные случаи, точно или приближенно получаются все практикуемые формы срединной поверхности и многие другие. На основе этого общего уравнения был построен метод оптимизации арочной плотины [2]. Однако программа этого оптимизационного расчета пока не разработана. Поэтому сохраняют большое практическое значение приемы, ограниченные сравнением только двух типов срединной поверхности.

Наша задача заключается в противопоставлении трехцентровым очертаниям осей арок очертаний в виде логарифмических спиралей. Такая форма срединной поверхности осуществлена в арочной плотине Вуглан (Франция), где она позволила существенно уменьшить объем кладки плотины [3], в купольной плотине Санто Доминго (Венесуэла) и др. В отечественной практике проектирования и в нашей литературе указанная форма мало исследована. Вопрос о ее сравнении с трех-



центральной формой не рассматривался. Возможны различные подходы к ее анализу. Проектный подход заключается в том, что при разработке различных вариантов конструкции проектируемой арочной плотины, существенно отличающихся друг от друга, включая конструкцию, очерченную в горизонтальных сечениях по логарифмическим спиральям, нужно вписывать плотину в ущелье. Все это выполняется проекантами.

Наш подход преследует более узкую цель и ориентируется на реализованный эталон. В качестве эталона мы выбрали вариант ВГТ Ингурской арочной плотины с трехцентровыми арками. Не претендуя на решение крупных самостоятельных проектных задач, мы разработали для Ингурской плотины форму, срединная поверхность которой очерчена в горизонтальных сечениях по логарифмическим спиральям (для краткости будем называть эту конструкцию вариантом ЛС). Сущность нашего подхода заключается в том, что вариант ЛС привязан к варианту ВГТ, близок к нему и по возможности сохраняет все основные параметры варианта ВГТ, за исключением очертаний осей арок и консолей.

Указанное привязывание можно осуществить по-разному. Например, можно подобрать параметры каждой логарифмической спирали так, чтобы сумма квадратов отклонений ее координат от координат соответствующей трехцентральной кривой имела минимальную величину. Другой вариант привязки заключается в том, что логарифмическая спираль в пределах полуарки имеет три общие точки с трехцентральной кривой (ключевую, пятовую и одну промежуточную) и общую касательную в ключевой точке. Мы ограничились одним вариантом привязки, так как цель настоящей статьи заключается в получении ответа на вопрос, может ли замена трехцентральных осей арок логарифмическими спиральями привести к более выгодному распределению напряжений в плотине при практически неизменном объеме ее кладки.

Использован следующий принцип привязки: для каждой полуарки логарифмическая спираль и трехцентровая кривая имеют две общие точки (ключевую и пятовую), а также общие касательные в этих точках. При указанной привязке форма варианта ЛС получилась вполне конструктивной. В отношении толщины плотины варианты ВГТ и ЛС идентичны. Длины осей арок варианта ЛС отличаются от длин осей арок варианта ВГТ в среднем на 0,17%. Объем кладки у этих двух вариантов плотины практически одинаков. Сравнимые варианты плотины рассчитаны на полную гидростатическую нагрузку и собственный вес (по расчетной модели в виде арок и консолей) смешанным вариационно-стержневым методом [1]. Расчеты основаны на условиях совместности радиальных перемещений семи расчетных консолей и всего непрерывного множества арок. Решение задачи о независимо работающих арках, очерченных по логарифмическим спиральям, используемое в вариационно-стержневом методе, получено А. М. Кожиашвили; расчет варианта ЛС проведен также А. М. Кожиашвили на базе созданной им ранее типовой программы ВСМ-1 [4] с внесением в нее нужных изменений; расчет варианта ВГТ проведен И. Д. Бараташвили по его программе ВСМ-2. Оба расчета выполнены с высокой точностью; среднее квадратичное невязок для варианта ВГТ оказалось равным 2,6%, а для варианта ЛС — 1,3%. Используемый для этих расчетов вариант смешанного вариационно-стержневого метода по точности соответствует повсеместно применяемому сокращенному методу пробных нагрузок. Однако первый из них имеет такое же преимущество по сравнению со вторым, которое имеет полный вариационно-стержневой

метод по сравнению с полным методом пробных нагрузок (последний господствует в практике проектирования и играет роль наиболее апробированного эталонного метода): более совершенную математическую модель задачи и более компактный алгоритм.

Теоретическая оценка запаса прочности арочной плотины при ее проектировании в настоящее время, как и прежде, производится для упругой стадии работы по допускаемым напряжениям. Следовательно, для обоснования размеров сооружения решающее значение имеют наибольшие напряжения от учитываемых сочетаний нагрузок при упругом его состоянии. Наибольшие нормальные напряжения в (мегапаскалях) от совместного действия полной гидростатической нагрузки и собственного веса, полученные для сравниваемых вариантов конструкции Ингурской арочной плотины указанным путем, представлены в таблице.

Вид напряжения	Напряжения для варианта ВГТ, МПа	Напряжения для варианта ЛС, МПа	Расхождение, %
Наибольшее сжимающее арочное напряжение	9,68	9,93	-2,6
Наибольшее растягивающее арочное напряжение	-2,27	-2,28	-0,44
Наибольшее сжимающее консольное напряжение	10,3	9,48	+7,8
Наибольшее растягивающее консольное напряжение	-3,44	-2,63	+24

Важно отметить, что вариант ВГТ характеризуется высоким уровнем напряжений, причем в нем слишком велики растягивающие напряжения в консолях. Для их уменьшения необходимы те или иные конструктивные мероприятия.

Как видно из таблицы, вариант ЛС уступает варианту ВГТ только в том отношении, что в первом из них по сравнению со вторым в ничтожной степени (на 2,6%) возросло наибольшее сжимающее арочное напряжение. Общее существенное преимущество варианта ЛС для рассматриваемого реального объекта очевидно, так как в варианте ЛС достигнуто значительное уменьшение консольных напряжений (наибольшее сжимающее уменьшилось на 7,8% и, что особенно важно, чрезмерное наибольшее растягивающее уменьшилось на 24%). В отношении наибольших растягивающих напряжений в арках сравниваемые варианты практически равноценны. Мы надеемся, что обнаруженное здесь превосходство варианта ЛС по сравнению с вариантом ВГТ повысит интерес проектантов и исследователей к конструкциям арочных плотин, очерченным в горизонтальных сечениях по логарифмическим спиралям. Такой вариант формы арочной плотины заслуживает анализа, наряду с другими конкурирующими вариантами, при разработке проектов Худонской, Намахванской и других арочных плотин.

Грузинский научно-исследовательский
институт энергетики и
гидротехнических сооружений

Тбилисский государственный
университет
Институт прикладной
математики

ბ. ხუბერიანი, ა. კოჯიაშვილი

ლოგარითმული სპირალეზით თაღოვანი კაშხლების სამცენტრიანი თაღების ღერძების შეცვლით მიღებული ეფექტის შესახებ დაკავშირების ველში

რეზიუმე

შევადარეთ ენგურის თაღოვანი კაშხლის კონსტრუქციის პრაქტიკულად ტოლი მოცულობის მქონე ვარიანტები: ვარიანტი სამცენტრიანი თაღებით და ვარიანტი ლოგარითმული სპირალის მოხაზულობის თაღებით. ამ ორი ვარიანტის გათვლის შედეგად გამოძღვანდა მეორე ვარიანტის უპირატესობა პირველთან შედარებით.

STRUCTURAL MECHANICS

K. M. KHUBERIAN, A. M. KOZHIAHVILI

ON THE EFFECTS OBTAINABLE IN THE STRESS FIELDS OF ARCH DAMS BY SUBSTITUTING LOGARITHMIC SPIRALS FOR THE ARCH AXES

Summary

The Inguri arch dam structure variants having practically the same volumes of masonry are compared: the VGT variant with arches outlined along boxlike (three-centre) curves, and the variant with arches outlined by logarithmic spirals. As a result of calculating the two variants for the hydrostatic load and own weight the advantage of the latter variant over the former has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Хуберян. Труды Тбилисского НИИ сооружений и гидроэнергетики, вып. I, 1968.
2. K. M. Huberjan. Metody Optymalizacji ustrojów. odształalnych, część II. Warszawa—Warszawa—Kraków, 1969.
3. Н. С. Розанов. Проектирование и исследование арочных плотин во Франции. М.—Л., 1966.
4. А. М. Кожиашвили. Краткие тез. докл. к конфер. по применению ЭЦВМ в строительной механике. Л., 1972.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, Н. С. НИКОЛАИШВИЛИ, Б. З. ГВРИТИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ГОДОВОГО КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
РУДНИЧНОГО ВОЗДУХА НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ
ОКРУЖАЮЩЕГО ВЫРАБОТКИ ГОРНОГО МАССИВА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 20.4.1977)

Сезонное колебание температуры рудничного воздуха наблюдается практически во всех воздухоподающих выработках вентиляционной сети глубоких шахт и рудников. Поэтому для повышения точности прогнозных расчетов, выполняемых с целью разработки мероприятий по нормализации климатических условий, необходимо предварительное исследование влияния этого существенного фактора на характер формирования температурного поля окружающего массива и поверхности теплообмена горных выработок.

Данная задача нами решена экспериментально, методом математического моделирования на специально для этой цели модернизированном интеграторе нестационарных процессов ЭИМП-3/66 [1]. Модели рудничного воздуха (плоского, неограниченного, однородного и изотропного горного массива, в центре которого расположена выработка круглого сечения) строились как в виде электрической цепи из R—C элементов с сосредоточенными параметрами, так и в виде плоского конденсатора, обкладками которого служат высокоомная и низкоомная электропроводная бумага, а диэлектриком — полиэтилентерефталатная пленка. На контуре выработки при помощи генератора частоты и блока синхронизатора задавались изменяющиеся во времени граничные условия гребневого рода. При этом температура неохлажденного горного массива с равномерным начальным распределением температуры принималась за 100%, а минимальная среднемесячная температура рудничного воздуха — за 0,0% потенциала. Динамика температурного поля горного массива вокруг выработки изучалась при разной интенсивности проветривания (коэффициенте теплоотдачи $\alpha=1, 2, 5, 10$ и 20 вт/м²·град) и разной амплитуде годового колебания температуры вентиляционной струи ($A_0=10, 20, 30, 40$ и 50% разности температуры между неохлажденными породами и воздухом в зимнее время года).

Во всех случаях определялось пространственно-временное распределение относительной температуры горного массива и поверхности теплоотдачи ϑ :

$$\vartheta = \frac{t - t_{b \text{ мин}}}{t_n - t_{b \text{ мин}}} \cdot 100 \%,$$

где t — искомая температура массива или стенки выработки, °С; $t_{b \text{ мин}}$ — минимальная среднемесячная температура рудничного воздуха, °С; t_n — естественная температура горных пород на взятой глубине, °С.



Некоторые из полученных моделированием результатов приведены на рис. 1, 2 и 3. На первых двух с правой стороны указаны расстояния точек наблюдения от стенки выработки круглого сечения. При большой продолжительности проветривания затруднено отображение колебательного характера изменения температуры массива. Поэтому на рис. 2 (являющемся продолжением рис. 1 в ином масштабе времени) приведена динамика среднегодовой температуры пород с указанием амплитуды годового колебания среднемесячной температуры.

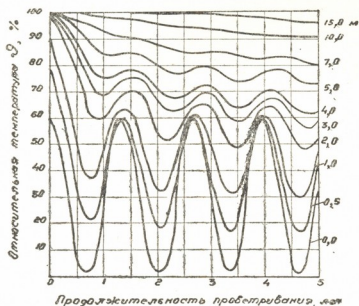
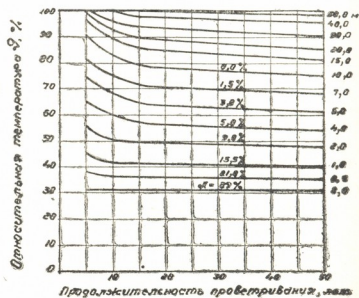


Рис. 1. Кривые колебания относительной температуры горного массива во времени на разном расстоянии от поверхности теплообмена ($\lambda_0 = 3000$, $\gamma = 10$ вт/м²·град., $\alpha = 82 \cdot 10^{-8}$ м²/сек)

Анализ полученных результатов показывает, что при сезонном колебании температуры рудничного воздуха существенно меняется характер формирования температурного поля в массиве вокруг выработки. Если при постоянной температуре воздуха толщина охлажденной зоны достигает 85—90 м [2], то в рассматриваемом случае она не превышает 60 м. Внутри этой зоны образуется так называемая теплоуравняющая оболочка, толщина которой составляет 10 м. В этой обо-

Рис. 2. Изменение среднегодовой относительной температуры горного массива во времени на разном расстоянии от поверхности теплообмена



лочке температура горных пород претерпевает колебательное изменение с постоянным годовым периодом. Амплитуда этого колебания максимальна на поверхности обнажения и при высоких значениях коэффициента теплоотдачи α ($\alpha \geq 10$ вт/м²·град) практически равна амплитуде возмущающих колебаний. С удалением от указанной поверхности она быстро уменьшается и на глубине 10 м практически становится равной нулю. Гашение температурных колебаний сопровождается

фазовым отставанием, достигающим одного года (см. рис. 1). Кроме того, при удалении от поверхности теплообмена наблюдается непрерывное повышение среднегодовой температуры пород, относительно которой совершается колебание. Это повышение главным образом происходит за счет возрастания минимальной температуры, особенно в околоповерхностных слоях массива.

С увеличением амплитуды температурных колебаний пропорционально возрастает интенсивность их гашения и поэтому полное выравнивание соответствующих кривых практически происходит на одной и той же глубине, следовательно, толщина теплоуравняющей оболочки в массиве не зависит от амплитуды годового колебания температуры выработок, определяющая значение коэффициента теплоотдачи, оказывает незначительное влияние на характер формирования искомого

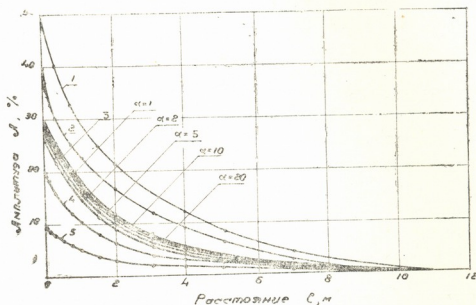


Рис. 3. Уменьшение амплитуды годового колебания температуры горного массива с увеличением расстояния от поверхности теплообмена при резкой амплитуде возмущающего колебания и разной интенсивности проветривания: 1, 2, 3, 4 и 5 — соответственно при $A_0 = 50, 40, 30, 20, 10 \%$ ($\alpha = 10$ $вт/м^2 \cdot град$)

температурного поля. С увеличением коэффициента теплоотдачи незначительно растет амплитуда колебаний и в такой же степени уменьшается температура поверхности теплообмена. Так, например, при $\alpha = 20$ $вт/м^2 \cdot град$ температура степени выработки практически равна температуре воздуха, с уменьшением α она повышается и при $\alpha = 1$ составляет всего лишь 5% максимального температурного напора между породами и воздухом. Следовательно, полученный теоретическим путем вывод о существенном влиянии интенсивности проветривания на температурное поле поверхности теплообмена [3] не получает экспериментального подтверждения. Таким образом, толщины теплоуравняющей оболочки и охлажденной зоны не зависят ни от амплитуды возмущающих температурных колебаний, ни от интенсивности проветривания и при прочих равных условиях определяются тепловой активностью слагающих массив пород. Существенное влияние интенсивности проветривания на исследуемое поле, наблюдаемое при постоянной температуре воздуха [2], в данном случае практически сводится на нет из-за колебательного характера изменения температуры вентиляционной струи. С увеличением срока существования выработки тол-



შია ოფლაჟენი ზონა ნეუკლინო რაქტე, ჭო უდტვერჟდაქ იქვნიოე პოლოჟენი ო ნესაქონარნო ხარაქტერე თეპოოქმენიოე პროცესა მეჟ-დუ პორადანი რუდნიქნო ვოჟდუქო [4], თოგდა კაკ თოქსინა თეპოოქრავნივაოქი ობოლოქი ვო ვრემენი პოსაქონარნო.

აკადემია ნაუკ გრუჟინოქი სსრ

ინსტიტუტ გორნიო მექანიკი

იმ. გ. ა. ცულუკიძე

(პოსუქილო 21.4.1977)

საბადოთა დამუშავება და ბადიღრება

შ. იანი, ნ. ნიკოლაიშვილი, ბ. გვრიტიშვილი

მალაროქ სკერის ტემპერატურის წლიური რხევის გავლენა
ბვირაბების ბარემოქცველ სამოქო მასივის ტემპერატურათა ველზე

რეზიუმე

შესწავლილა გვირაბების ირგვლოვ სამოქო მასივში ტემპერატურათა ველის ფორმირების ხასიათი მალაროქ სკერის ტემპერატურის წლიური რხევისა და განიავების სხვადასხვა ინტენსივობის შემთხვევაში. დადგენილა, რომ მასივში გაცივებულ ზონის სისქეა 60 მ, ხოლო სითბოგამათანაბრებელი პერანგისა — 10 მ.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

Sh. I. ONIANI, N. S. NIKOLAISHVILI, B. Z. GVRITISHVILI

THE EFFECT OF THE ANNUAL VARIATION OF THE MINE AIR TEMPERATURE ON THE TEMPERATURE FIELD SURROUNDING THE WORKINGS OF THE ROCK MASS

Summary

The effect of the annual variation of the mine air temperature on the character of the formation of the temperature field of the rock mass round the workings at various rates of airing has been studied. The thickness of the cooled zone in the mass and that of the heat-balancing shell have been determined to reach 60m and 10m respectively.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Тарапон. Моделирование нестационарных полей на интерграторах ЭИМП. Киев, 1970.
2. Ш. И. Иани, Н. С. Николаишвили. Уголь Украины, II, 1976.
3. J. Waslawik. Archiwum Gornictwa, XI, Zeszyt 2, Warszawa, 1966.
4. А. Н. Щербань, О. А. Кремнев. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт, т. I. Киев, 1959.



З. А. МУШКУДИАНИ, Т. К. НОДИА, А. Н. ЛОМАШВИЛИ,
 А. Г. ГАБИСИАНИ

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В СЛИТКАХ ПОЛУСПОКОЙНОЙ СТАЛИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 10.2.1977)

В настоящей работе исследована морфология неметаллических включений в двух 7,0 т слитках полуспокойной стали марки СтЗпс примерно одинакового химического состава ($C=0,15-0,18\%$, $Si=0,09\%$, $Mn=0,43-0,46\%$), выплавленных в 200 т основных марте-новских печах Руставского металлургического завода и раскислен-ных — один по обычной заводской технологии сплавом силикомарган-ца (контрольный слиток), а другой по опытному варианту — комплекс-ным сплавом кремний-марганец-кальций (КМК) совместно с углерод-истым ферромарганцем (опытный слиток).

Для исследования из продольно-осевого темплета слитка на че-тырех горизонтах (25, 50, 75 и 97% от верха слитка) были вырезаны образцы из наиболее характерных кристаллизационных зон. Для ка-чественного и количественного исследования неметаллических включе-ний был использован металлографический, микрохимический и микро-рентгеноспектральный методы анализа.

Результаты количественного определения неметаллических вклю-чений и их валового анализа (усредненные по горизонтам) приведены в таблице.

Содержание и состав неметаллических включений в слитках

Горизонты	Содержание неметалли-ческих вклю-чений, %	Содержание оксидов, %	Состав оксидов, %					Содержание сульфидов, %	Состав суль-фидов, %	
			SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	CaO		FeS	MnS
Контрольный слиток										
I	0,0987	0,0289	45,41	10,53	37,55	2,35	0,57	0,0698	10,23	85,54
II	0,1175	0,0446	40,46	11,38	41,24	2,48	0,43	0,0728	11,14	85,64
III	0,1013	0,0322	47,75	9,48	37,76	2,55	0,47	0,0690	11,75	83,74
IV	0,1380	0,0739	43,15	10,86	40,85	1,77	0,56	0,0641	12,04	83,24
Опытный слиток										
I	0,0877	0,0267	43,40	10,01	31,72	1,70	10,20	0,0610	12,73	83,35
II	0,1043	0,0355	41,52	9,96	32,77	2,24	10,89	0,0688	11,14	84,78
III	0,0968	0,0335	38,75	10,24	33,36	2,02	10,87	0,0632	11,48	84,27
IV	0,1281	0,0661	41,62	9,84	33,05	1,37	10,45	0,0621	11,46	84,72

Из таблицы следует, что максимальное содержание неметаллических включений наблюдается в донной части слитков. В ос-

тальной части слитков загрязненность неметаллическими включениями приблизительно одинаковая. Следует отметить, что в опытном слитке, по сравнению с контрольным, на всех горизонтах наблюдается некоторое понижение содержания неметаллических включений. Это, по-видимому, связано с тем, что при раскислении стали комплексным сплавом КМК образующиеся кальцийсодержащие включения, которые имеют более благоприятные условия для укрупнения и всплывания, легче удаляются из жидкого расплава.

При сравнении содержания оксидов и сульфидов видно, что если в донной части соотношение их приблизительно одинаковое, то для верхней части слитка преобладающим компонентом являются сульфиды—соотношение сульфид/оксид составляет 2,2.

Результаты валового анализа оксидных и сульфидных включений по горизонтам слитков показали, что основными составляющими оксидов как в опытном, так и в контрольном слитке являются кремнезем (SiO_2) и закись марганца (MnO). В отличие от металла контрольного слитка, оксиды в металле опытного слитка содержат в значительном количестве (до 11%) окись кальция (CaO). В сульфидах обоих слитков преобладающим компонентом является сульфид марганца, содержание которого достигает 86%.

Изменение состава оксидов и сульфидов по горизонтам в обоих слитках не носит систематический характер и не подчиняется какой-либо закономерности.

При качественном изучении неметаллических включений на шлифах и в анодновыделенных осадках было установлено наличие оксидов и сульфидов, природа и морфология которых зависит от варианта раскисления.

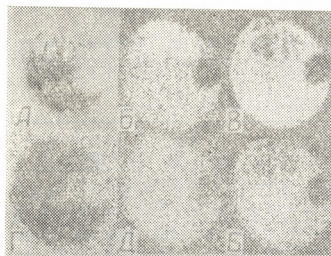


Рис. 1. Растровое изображение оксисульфидного включения: а— в поглощенных электронах, б — в характерном излучении SiK_α , в — то же MnK_α , г — то же FeK_α , д — то же $\text{C}_2\text{K}_\alpha$, е — то же SK_α



Рис. 2. Растровое изображение оксидного включения: а — в поглощенных электронах, б — в характерном излучении CaK_α , в — то же SiK_α , г — то же MnK_α , д — то же FeK_α , е — то же $\text{C}_2\text{K}_\alpha$

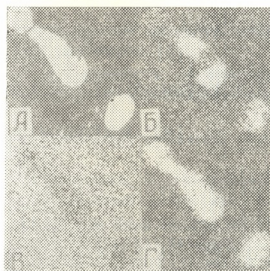
При раскислении полуспокойной стали силикомарганцем наблюдаются оксиды глобулярной или овальной формы, от мелких до крупных размеров, от серого до темного цвета, расположенные без какой-либо определенной ориентации, в виде изотропных частиц высокомарганцовистых силикатов или силикатных стекол преимущественно с сульфидными пленками. При микрорентгеноспектральном анализе

(на микрозонде Кастэна фирмы «Самеса» MS/46) установлено, что эти частицы представляют сложные гетерофазные окисульфиды с содержанием кремния и марганца по 25—45% каждого, кислорода 50—60% и серы 5—20% (рис. 1).

В опытном слитке, наряду с вышеперечисленными частицами, встречаются и силикаты кальция глобулярной или округлой формы, с негладкой поверхностью, темно-серого цвета, от мелких до средних (редко крупных) размеров, изотропные, располагающиеся беспорядочно. Следует отметить, что эти оксидные частицы содержат значительное количество кальция (до 25%) и вовсе не имеют сульфидной пленки (рис. 2).

В контрольном слитке сульфидные включения обнаруживаются в виде вытянутых палок и пластинок (редко округлой формы), серого цвета, слабо прозрачные, изотропные. Большинство из них гомогенного состава, располагающиеся преимущественно по границам зерен. Составляют эти частицы в основном из сульфида марганца (до 95%) с незначительным содержанием сульфида железа (рис. 3).

Рис. 3. Растровое изображение сульфидных включений: а—в поглощенных электронах, б — в характерном излучении MnK_{α} , в — то же FeK_{α} , г — то же SK_{α}



В опытном слитке сульфиды преимущественно округлой формы, с беспорядочным расположением (иногда цепочками), гомогенного состава, с преобладанием MnS . Обнаружить Ca в этих сульфидах микрорентгеноспектральным методом не удалось.

Таким образом, можно заключить, что при раскислении полуспокойной стали силикомарганцем образуются силикатные включения, богатые закисью марганца. Эти включения, являясь изоморфными к MnS , создают благоприятные условия для образования сложных гетерофазных включений со сплошными сульфидными пленками вокруг. При раскислении же комплексным сплавом КМК в жидкой стали образуются сложные кальцийсодержащие силикатные включения, которые являются анизоморфными к MnS , и поэтому образование сульфидной оболочки на них затрудняется.

ზ. მუშაკუდიანი, თ. ნოდია, ა. ლომაშვილი, ა. გაბისიანი

არალითონური ჩანართები ნახევრადფხვიდი ფოლადის სხმულეებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია არალითონური ჩანართების ბუნება და მორფოლოგია ორ 7 ტ-იან ნახევრადფხვიდ ფოლადის სხმულეებში, რომელთაგან ერთი განჯანგულია სილიკომანგანუმით, მეორე კი კომპლექსური სილიციუმ-მანგანუმ-კალციუმის შენადნობით. დადგენილია, რომ პირველ შემთხვევაში წარმოიქმნება სილიკატები, რომლებიც შეიცავენ მანგანუმის ჟანგს დიდი რაოდენობით და დაფარულნი არიან სულფიდური გარსაცმით, ხოლო მეორე შემთხვევაში—კალციუმის შემცველი სილიკატები სულფიდური გარსაცმის გარეშე. სულფიდური ჩანართები ორივე შემთხვევაში წარმოდგენილია ძირითადად MnS -ის სახით, მცირე რაოდენობით FeS -ის შემცველობით.

METALLURGY

Z. A. MUSHKUDIANI, T. K. NODIA, A. N. LOMASHVILI, A. G. GABISIANI

NON-METALLIC INCLUSIONS IN SEMIKILLED
STEEL INGOTS

Summary

The nature and morphology of non-metallic inclusions in two 7-ton ingots of semikilled steel, one of which was deoxidized by silicomanganese, and the other by a complex alloy of silicon-manganese-calcium have been investigated. In the former case silicates with high contents of manganese oxide and coated with sulphide film were formed and in the latter case calcium-containing silicates without sulphide film were formed. In both cases sulphides were present in the form of MnS , with an insignificant content of FeS .

В. И. КЛДИАШВИЛИ

ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 22.3.1977)

В расплавах при возбуждении звуковых колебаний с применением импульсных магнитных полей металлургические эффекты становятся более значительными: резко уменьшается количество газа, измельчается зерно, возрастает однородность структуры, легирующие элементы равномерно распределяются по объему, увеличивается плотность, ускоряется переход вредных примесей в шлак.

В настоящее время разработаны многочисленные способы интенсификации массообменных и теплообменных процессов [1].

Значительный интерес представляет возможность применения электромагнитного поля для управления фазовыми переходами в металлах.

Движение частицы в общем случае носит весьма сложный характер и зависит от множества факторов.

Известно, что скорость массообменных процессов, протекающих в системе шлак-металл, лимитируется главным образом диффузией реагентов к поверхности раздела фаз и от нее. Процессы при использовании турбулентной диффузии и конвективного переноса реагентов ускоряются в сотни раз по сравнению с молекулярно-диффузионным обменом.

Изучение основных закономерностей турбулентной диффузии в импульсном магнитном поле имеет большое прикладное значение.

На рис. 1 показана принципиальная схема импульсной установки для интенсификации технологических процессов.

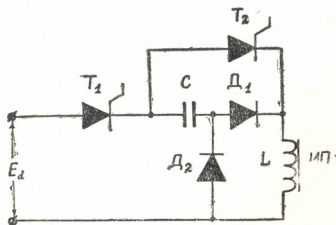


Рис. 1

Поставленная цель достигается путем помещения жидкого металла в импульсное магнитное поле, которое приводит к появлению в металле ряда физико-химических и силовых явлений.



Действие предложенной схемы осуществляется в следующей последовательности: с помощью системы управления происходит поочередное отпирание тиристоров T_1 , T_2 ; вначале отпирается тиристор T_1 и через диод D_1 и индуктор осуществляется заряд конденсатора C ; когда ток заряда конденсатора C становится равным нулю, тиристор T_1 запирается; затем включается тиристор T_2 и конденсатор C разряжается на индуктор через диод D_2 .

Таким образом, через индуктор проходит импульсный ток заряда и разряда конденсатора, чем достигается эффект электродинамического возбуждения механической вибрации с применением импульсных магнитных полей.

Схема удовлетворительно работает только тогда, когда ток спадает к нулю до того, как следующий тиристор переключается в проводящее состояние.

По существу, для практических целей очень просто выполнить приближенный расчет схемы, не решая дифференциальных уравнений.

Такой расчет базируется на основных принципах работы схемы. Считаем, что тиристоры T_1 и T_2 находятся в проводящем состоянии в течение равных интервалов времени.

Если в схеме нет потерь, т. е. соблюдается условие $R_n \rightarrow 0$, то напряжение на конденсаторе будет все время возрастать от периода к периоду. Практически в цепи имеются сопротивления нагрузки и потерь, что предотвращает последовательное удваивание напряжения на конденсаторе. Отношение индуктивного сопротивления X_L или емкостного сопротивления X_C к активному сопротивлению R есть добротность Q цепи. Время заряда конденсатора $t_3 = \pi \sqrt{LC}$. Поскольку индуктор представляет собой совокупность индуктивного и активного сопротивления, разряд конденсатора в цепи, содержащей линейные элементы — индуктивность L и сопротивление R , носит аperiодический характер. При этом энергия, запасенная в электрическом поле конденсатора, постепенно рассеивается, переходя в тепловую.

Эффект электродинамического возбуждения можно также получить очень просто на базе существующих генераторов переменного тока повышенной частоты, применяя в цепи питания индуктора диоды или тиристоры в диапазоне рабочих частот от 100 до 10000 гц.

На рис. 2 показана конкретная электрическая схема индукционной плавильной печи.

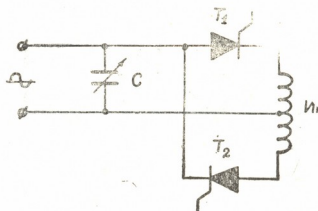


Рис. 2

При проявлении положительной полуволны от источника переменного тока на тиристор T_1 с цепи управления на его управляющий электрод попадает импульс отпирания вентиля углом задержки, равной $(0,25-0,5)\pi$.

При этом через тиристор T_1 и верхние 0,5 части индуктора проходит ток, действующее значение которого равняется действующему значению положительной полуволны. Когда ток меняет направление, тиристор T_1 запирается и с таким же углом задержки отпирается тиристор T_2 . В таком случае ток проходит через нижние 0,5 части индуктора и тиристора T_2 .

Импульсные установки позволяют более равномерно обрабатывать весь объем расплава путем упругих колебаний в широком диапазоне частот.

Способы бесконтактной электродинамической обработки расплавов найдут широкое применение для интенсификации металлургических процессов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 24.3.1977)

მეტალურგია

3. კლიაშვილი

იმპულსური ბენეატორები ლითონებისა და შენადნობების რაფინირებისათვის

რეზიუმე

აღწერილია ორი სხვადასხვა სახის იმპულსური დანადგარი ლითონებისა და შენადნობების რაფინირებისათვის. ნაჩვენებია, რომ ბგერითი რხევების აღძვრა გამდნარ ლითონში, იმპულსური ელექტრომაგნიტური ველის მოდებით ინდუქტორზე, იწვევს ფაზურ გადასვლებს, ტურბულენტურ დიფუზიასა და კონვექტურ გადატანებს, რაც მეტალურგიული პროცესების ინტენსიფიკაციასთანაა დაკავშირებული.

METALLURGY

V. I. KLDIASHVILI

IMPULSE GENERATORS FOR REFINING STEELS AND ALLOYS

Summary

Two different types of impulse installations for refining steels and alloys are described. It is shown that starting sound vibration in the molten steel, by applying the impulsive electromagnetic field to the inductor induces phase transition, turbulence diffusion and convection transfer due to the intensification of the metallurgical process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Л. Повх, А. Б. Капуста, Б. В. Чекин. Магнитная гидродинамика в металлургии. М., 1974.



М. А. ДОНИН, С. Н. МАНДЖГАЛАДЗЕ, Т. С. ДАШНИАНИ,
В. С. КЕМХАДЗЕ

МИКРОБИАЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 20.4.1977)

В настоящее время химическая промышленность выпускает огромное количество новых материалов: многие из них содержат компоненты органического происхождения. Каждый органический материал, не содержащий в своем составе ядовитых для микроорганизмов компонентов, неизбежно, при определенных условиях внешней среды, способен в той или иной степени повреждаться биологическими агентами [1, 2]. Этот факт зачастую совершенно не учитывают, применяя при защите от коррозии металлических изделий небиостойкие материалы, что во многих случаях приводит к преждевременному выходу из строя ценнейшей аппаратуры, приборов, изделий, приносит многомиллионные убытки.

Изучение этих вопросов началось сравнительно недавно, в основном в период второй мировой войны, когда грибные повреждения причинили в тропических странах огромный ущерб армиям разных стран [3].

Р. Благник и В. Занова [4] считают, что потери от микробиологической коррозии составляют не менее 20% всех коррозионных потерь.

Характер и степень повреждения материалов зависят от их состава. Источником поражения грибами может служить даже пыль, осевшая на материалах, которая содержит в своем составе целый ряд питательных для грибов веществ. Продукты же метаболизма микроорганизмов — в основном органические кислоты — приводят к порче материалов. При этом один и тот же гриб в зависимости от условий питания может выделять различные кислоты. Лишь материалы, содержащие ядовитые для микроорганизмов компоненты или обработанные специальными антисептиками, можно считать устойчивыми к грибам.

Основную роль в разрушении покрытий из пластифицированного поливинилхлорида (ППВХ) играют микроорганизмы, использующие пластификаторы в качестве питательной среды. В ППВХ в результате их жизнедеятельности возникают реакции окисления, этерификации и гидролиза, под влиянием которых происходят физическая деградация и разрушение покрытий. Ряд авторов с целью предотвращения разрушения ППВХ предлагает вводить в его состав антимикробные вещества: соединения, содержащие мышьяк, ртуть, медь, оловоорганические и четвертичные аммониевые соединения, меркаптобензтиазол и др. [5].

С целью получения наиболее эффективных биостойких покрытий на основе ППВХ нами был изучен ряд веществ. Исследованию под-



верглись оловоорганические соединения: трибутилэтилоловоацетат (ТБЭОА), трибутилоловохлорид (ТБОХ), трибутилоловоокись (ТБОО), салициланилид, натрий тетраборнокислый и сочетание салициланилида с натрием тетраборнокислым.

Микробиологические испытания проводились по методике СЭВа, а также в натуральных условиях г. Батуми.

Микробиологические испытания по методике СЭВа проводились при температуре 28—30°C и относительной влажности 95—100% в течение 28 суток. Суспензией спор из пяти видов штаммов плесени (*Aspergillus niger*, *Penicillium foniculesum*, *Paecilomyces varioti*, *Trichoderma viride*, *Chaetomium glabatum*) заражались образцы пленок. Зараженные суспензией образцы помещались в чашки Петри с агаризованной средой Чапек—Донса. Степень интенсивности роста плесени на образцах оценивалась по пятибалльной системе либо визуально, либо в случае необходимости под микроскопом. Результаты микробиологических испытаний позволили нам установить оптимальные количества фунгицидов, необходимые для придания ППВХ устойчивости к микроорганизмам: ТБЭОА — 1,5 вес.%, ТБОО — 1 вес.%, ТБОХ — 0,5 вес.%, салициланилид — 3,5 вес.%, натрий тетраборнокислый — 3,5 вес.%, салициланилид+натрий тетраборнокислый (2+1,2) вес.%.

Сочетание салициланилида с натрием тетраборнокислым (2+1,2) оказалось эффективным благодаря, очевидно, синергическому эффекту. Кроме того, натрий тетраборнокислый одновременно предохраняет композицию от деструкции, в силу чего отпадает необходимость введения дополнительно термостабилизаторов. Связывая выделяющийся при тепловой и световой деструкции полимера хлористый водород, который каталитически действует на процесс дегидрохлорирования ППВХ, натрий тетраборнокислый стабилизирует его.

Нетоксичность смеси салициланилида и натрия тетраборнокислого, в отличие от оловоорганических соединений, соединений мышьяка и ртути, применяемых в качестве фунгицидов, делает применение этой смеси перспективной.

Испытания образцов ППВХ во влажном субтропическом климате г. Батуми позволили максимально приблизиться к условиям эксплуатации защитных покрытий. В лабораторных условиях отсутствует естественное загрязнение образцов, происходящее при открытой экспозиции (пыль, замасливание образцов и т. п.). Кроме того, в естественных условиях происходит растрескивание материала, что способствует проникновению спор и гифов грибов.

Разрушение пластификаторов и стабилизаторов в процессе старения, миграция их на поверхность делает материал более доступным для микроорганизмов.

Под воздействием повышенных температур, влажности, кислорода происходит химическая деструкция полимеров (разрыв полимерных цепей, образование новых связей и пр.). Все эти факторы облегчают микроорганизмам использование полимеров.

Натурные испытания в г. Батуми проводились на коррозионно-испытательной площадке (в финском домике, под навесом и в подвале) в течение 3 лет (см. таблицу).

Из таблицы видно, что лучшими фунгистатическими свойствами обладают трибутилэтилоловоацетат и сочетание салициланилида с натрием тетраборнокислым. Композиции ППВХ, не содержащие фунгицидов, оказались негрибоустойчивыми.

В результате проведенного исследования установлено, что микробиологическая коррозия является одной из важнейших форм коррозии; разрушение может идти и за счет ферментативной деятельности—использования грибами составных компонентов материалов, и за счет

Устойчивость ППВХ к воздействию плесневых грибов в условиях влажных субтропиков г. Батуми

Наименование фунгицидов, входящих в ППВХ	Количество, вес. %	Место экспозиции											
		Финский домик				Навес				Подвал			
		Обрастание по месяцам											
		6	12	24	36	6	12	24	36	16	12	24	36
Без фунгицидов	—	—	+	++	+++	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
ТБЭОА	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ТБОУ	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ТБОУХ	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Салициланилид + натрий тетраборнокислый	2,0+1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Салициланилид	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Натрий тетраборнокислый	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Обозначения: — нет роста. + слабый рост. ++ рост. +++ сильный рост.

выделения грибами метаболитов. Грибостойкость ППВХ определяется грибостойкостью отдельных составных частей композиции. Введение в композицию в качестве фунгицидов предложенного нами сочетания салициланилида с натрием тетраборнокислым вместо токсичных соединений мышьяка, ртути, оловоорганических соединений оказалось перспективным благодаря, очевидно, синергическому эффекту.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 22.4.1977)

მეტალოგია

ა. ღონინი, ს. მანჯგალაძე, ბ. ღაზინანი, ვ. ჭიჭიანი

ლითონთა დაცვისათვის გამოყენებული პლასტიფიცირებული პოლივინილქლორიდის კოროზიისადმი მდგრადობაზე

რეზიუმე

განხილულია ფუნგიციდების გავლენა პლასტიფიცირებული პოლივინილქლორიდის კოროზიისადმი მდგრადობაზე.

დადგენილია ჩვენს მიერ რეკომენდებული სალიცილანილიდის და ტეტრაბორ-მევა ნატრიუმის ნარევის ეფექტურობა ფართოდ გამოყენებული ტექსტილი კალორგანული სინდიუსი და დარიშხანის შენეერთებთან შედარებით.



M. A. DONIN, S. N. MANJGALADZE, T. S. DASHNIANI, V. S. KEMKHADZE

MICROBIAL CORROSION OF PLASTICATED POLYVINYLCHLORIDE USED FOR METAL PROTECTION

Summary

The influence of a number of fungicides on the resistance of plasticated polyvinylchloride to microbial corrosion is considered. The proposed combination of salicylanilide and sodium tetraborate proved to be effective, evidently due to the phenomenon of synergism in contrast to widely applied toxic tin-organic compounds as well as those of arsenic and of mercury.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Донин, С. Н. Манджгаладзе, Т. С. Дашиани. Тез. докл. науч.-тех. конфер. «Коррозия и защита промышленных установок, сельхозтехники и автотранспорта во влажных субтропиках». Батуми, 1976.
2. United States Army. Air Forces Reports of the American Association of Tropical Science Mission, 1946.
3. S. Wakamatsu, United States Official Science Research and Development Reports, July, 1944, 4101.
4. Д. Благник, В. Занова. Микробиологическая коррозия. М.—Л., 1965.
5. П. И. Селивохин, Е. И. Болонина, Н. Н. Землянский. Кожевенно-обувная промышленность, № 11, 1973, 38.

Г. Г. ЦУЛАЯ

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ НА АВМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
 УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ КОЛЕБАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ
 С НЕСИММЕТРИЧНОЙ ПЕТЛЕВОЙ УПРУГО-ФРИКЦИОННОЙ
 ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 22.4.1977)

Рассматриваемая колебательная система схематически изображена на рис. 1а; подобные механические системы широко встречаются на практике.

Статическая характеристика жесткости имеет несимметричную петлеобразную форму (рис. 1б [1]).



Рис. 1а. Схема колебательной системы

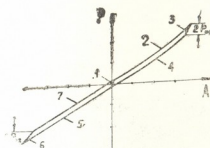


Рис. 1б. Статическая петля гистерезиса системы

Колебания рассматриваемой системы описываются в общем виде дифференциальным уравнением

$$m\ddot{A} + P(A) = F \sin \omega t, \quad (1)$$

где m — сосредоточенная масса; A — амплитуда перемещения массы; $F \sin \omega t$ — возмущающая сила; $P(A)$ — нелинейная восстанавливающая сила упругого элемента; она для ветвей петли гистерезиса выражается в следующем виде: $P_{1-3} = k_1 A$; $P_{2-4} = k_2 A - k_3 A^2 + k_4 A^3 \pm k_5 A_T$; $P_{5-7} = k_6 A \pm k_6 A_T$; $P_6 = k_7 A$, где $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7$ — постоянные коэффициенты, зависящие от геометрических и механических характеристик упругого элемента и определяются теоретически; A_T — перемещение от сил трения.

Исследуется система с пульсирующим синусоидальным возмущением, т. е. $0 \leq \omega t \leq \pi$.

С учетом вышесказанного уравнение 1 можно переписать следующим образом:

$$\begin{aligned} \ddot{A} + \omega_1^2 A &= Q \sin \omega t; \\ \ddot{A} + \omega_2^2 A - \mu_1 A^2 + \mu_2 A^3 \pm \mu_3 A_T &= Q \sin \omega t; \\ \ddot{A} + \omega_3^2 A \pm \omega_3^3 A_T &= 0; \\ \ddot{A} + \omega_4^2 A &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Входящие в систему 2 выражения равны:

$$Q = \frac{F}{m}; \quad \omega_1^2 = \frac{k_1}{m}; \quad \omega_2^2 = \frac{k_2}{m}; \quad \omega_3^2 = \frac{k_6}{m}; \quad \omega_4^2 = \frac{k_7}{m}; \quad \mu_1 = \frac{k_3}{m};$$

$$\mu_2 = \frac{k_4}{m}; \quad \mu_3 = \frac{k_5}{m}.$$

Из приведенной системы (2) первые два уравнения описывают колебания механической системы в полупериод возмущения, а следующие два — в полупериод свободного хода системы.

Система (2) была решена на электронной аналоговой вычислительной машине МН-17 для конкретных значений входящих в нее коэффициентов. Эти коэффициенты соответствуют реальным значениям упруго-фрикционных характеристик существующей вибрационной машины [1].

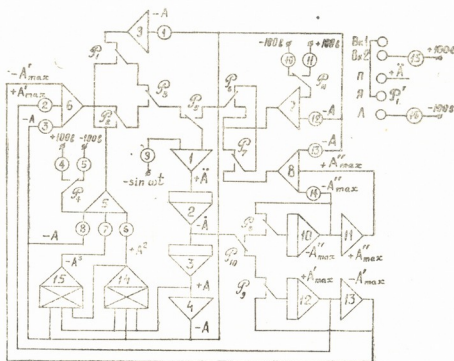


Рис. 2. Блок-схема электронного моделирования

На рис. 2 приводится блок-схема электронного моделирования, реализующая сложность решения системы (2). Состоит она из 6 усилителей, 4 интеграторов, 3 инверторов, 2 блоков умножения, 16 делителей напряжения для набора постоянных коэффициентов и 12 операционных реле, обеспечивающих стыковку уравнений системы (2), а также запоминание максимальных значений амплитуд колебаний в обоих полупериодах. Условия переключения операционных реле следующие:

$$P_1 - \ddot{A} = \frac{P_{01}}{m}; \quad P_2 - \ddot{A} = \frac{2P_{01}}{m}; \quad P_3 - \dot{A} = 0; \quad P_4 - \dot{A} = 0;$$

$$P_5 - A = 0; \quad P_6 - \dot{A} = 0; \quad P_7 - \ddot{A} = \frac{2P_{02}}{m}; \quad P_8 - A = 0; \quad P_9 - A = 0;$$

$$P_{10} - \dot{A} = 0; \quad P_{11} - \dot{A} = 0; \quad P'_{11} - \ddot{A} = \frac{P_{01}}{m};$$

где P_{01} и P_{02} (рис. 1б)—значения силы, при которых происходит раскрытие стыков соединения упругого элемента и изменение его жесткости.

Формирование сил инерции, соответствующих ветвям петли гистерезиса, происходит в усилителях; причем в 9-м (первая ветвь), 5-м (вторая и четвертая), 6-м (третья), 7-м (пятая и седьмая) и в 8-м (шестая). С усилителя 1 поступает полная сила инерции системы, которая интегрируется в интеграторах 2 и 3 и на выходе 3 получается суммарное перемещение за цикл колебания.

Для воспроизведения 1-й ветви петли в момент начала движения, параллельно к первому реле P_1 , подключено реле P'_1 , схема которого показана на рис. 2. ВХ 1 и ВХ 2 — входы реле для условий переключения. После выполнения условия $\ddot{A} = \frac{P_{01}}{m}$ нормально разомкнутый контакт реле P_1 остается все время замкнутым и 1 ветвь исключается из решения.



Рис. 3, а, б, в. Фотограммы решения на АВМ

На схеме A'_{\max} и A''_{\max} — максимальные значения амплитуд перемещений, которые запоминаются в полуциклах. Запоминание происходит следующим образом. При условии $\dot{A}=0$ происходит размыкание контактов реле P_{10} и при этом сигналы, поступающие с выходов интеграторов 10 и 12, соответствуют максимальным значениям амплитуд перемещений системы в первом и во втором полуциклах колебаний. Реле P_8 и P_9 служат для разрядки и подготовки интеграторов к их рабочим полуциклам.

В результате решения системы 2 на АВМ получены динамические петли гистерезиса в координатах сила-перемещение (рис. 3а), фазовые траектории (рис. 3б), затухания свободных колебаний (рис. 3в) и амплитудно-частотные характеристики для основного и субгармонического резонансов. Сравнение заданной и полученной при решении петле указывает на их идентичность.

Осциллограммы колебаний системы с сопровождением пульсирующего возмущающего усилия в основном и субгармоническом резонанс-



Рис. 4, а, б. Осциллограммы колебаний системы

ных режимах работы, соответствующих соотношениям вынужденной— ω и собственной— ω_0 частотам, $\frac{\omega}{\omega_0} = 1$ и $\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2}$, показаны на рис. 4, а и б.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 22.4.1977)

მანქანათმშენობა

3. შუალაია

სინხსტის არასიმეტრიული დრეკად-ფრიქციული მარყუჟული
 მახასიათებლის მქონე რხევითი სისტემის აღმწერი
 დიფერენციალური განტოლებების წარმოსახვა ა ბ მ-ზე
 რ ე ზ ი მ ე

განხილულია არასიმეტრიული დრეკად-ფრიქციული მახასიათებლის მქონე რხევითი სისტემა. მოცემულია დიფერენციალური განტოლებები, რომლებიც აღწერენ მექანიკური რხევითი სისტემის რთულ მარყუჟულ ფორმას. მოყვანილია ანალოგურ გამოთვლელ მანქანაზე ელექტრონული მოდელირების ბლოკ-სქემა. გამოთვლით მიღებული შედეგები მოცემულია ფოტოილუსტრაციების სახით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. G. TSULAIA

REPRODUCTION ON THE ANALOG COMPUTER OF EQUATIONS DESCRIBING A VIBRATORY SYSTEM WITH AN ASYMMETRIC LOOP ELASTIC-FRICTION CHARACTERISTIC OF RIGIDITY

Summary

A vibratory system with asymmetric loop elastic-friction characteristic of rigidity is considered. Differential equations that describe the complex loop form of the mechanical vibratory system are given. The block-diagram of electrical modelling on the analog computer is presented and the results obtained through solution are adduced in the form of photo illustrations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Цулая. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977.



Л. К. ВОРОТЫНЦЕВ

ГЕНЕРАЦИЯ СУБГАРМОНИКИ ИЗ НЕУСТОЙЧИВОСТИ В СИСТЕМЕ С КВАДРАТИЧНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 6.5.1977)

Методом возмущений в [1] рассмотрены закономерности формирования областей динамической неустойчивости в системе со смешанной характеристикой в виде квадратичной и кубической нелинейностей. Предлагаемая работа выясняет роль квадратичной нелинейности в формировании стационарного решения в первой области неустойчивости вынужденных колебаний

$$x_0 = \lambda \sin(\nu t + \Phi) - z_0 \quad (1)$$

в системе, движение которой описывается уравнением [2]

$$\ddot{x} + k\dot{x} + f(x) = q \sin \nu t, \quad (2)$$

$$f(x) = \omega^2(x + \varepsilon_1 x^2). \quad (3)$$

Поступая аналогично [1], получаем, что устойчивость вынужденного движения (1) зависит от характера решений уравнения в вариациях

$$\ddot{\xi} + k\dot{\xi} + \omega^2[(1 - 2\varepsilon_1 z_0 + 2\varepsilon_1 \lambda \sin(\nu t + \Phi))\xi] = 0, \quad (4)$$

преобразующегося при замене переменных так, что $k = 2\beta\nu$, $z = \nu t + \Phi$, $\xi = \exp(-\beta z) \cdot y$ в уравнение Матье

$$d^2 y / dz^2 + (\Theta_0 + \Theta_1 \sin z) y = 0, \quad (5)$$

где

$$\Theta_0 = (1 - 2\varepsilon_1 z_0) \eta^{-2}, \quad \Theta_1 = 2\varepsilon_1 \lambda \eta^{-2}, \quad \eta = \nu / \omega.$$

Согласно методу Уиттекера, решение уравнения (5) принимаем в виде

$$y = \exp \mu z \cdot [c + \sin(1/2 nz - \sigma)]. \quad (6)$$

Рассмотрим решение уравнения (5) вблизи главного резонанса [2], т. е. при $\nu = \omega$. Подставляя (6) в (5) при $n = 2$ и приравнивая коэффициенты при гармонике и постоянной, получаем выражение

$$(1 - 2\varepsilon_1 z_0 - \eta^2)[1 - 2\varepsilon_1 z_0 - \eta^2 - 2(\varepsilon_1 \lambda)^2 (1 - 2\varepsilon_1 z_0)^{-1}] + (\zeta \eta)^2 = 0, \quad (7)$$

определяющее частотный диапазон, характеризующийся появлением переходного процесса с частотой ν от неустойчивых ветвей кривых главного резонанса к устойчивым (явление «скачка» амплитуды). Здесь $\zeta = k/\omega$. При $\zeta = 0$ (7) распадается на два независимых уравнения аналогично случаю [1].



Границы первой области неустойчивости движения (1) получим, решив (5) относительно (6) при $n=1$. В результате получим зависимость

$$1/4\eta^2 = 1 - 2\varepsilon_1 z_0 - 1/2\zeta^2 \pm [(\varepsilon_1 \lambda)^2 - \zeta^2(1 - 2\varepsilon_1 z_0 - 1/4\zeta^2)]^{1/2} \quad (8)$$

для частотного диапазона, где имеет место самовозбуждение субгармоники порядка $1/2$. Стационарное решение уравнения (2) для случая $n=1$ принимаем в виде

$$x = \lambda \sin(\nu t + \Phi) - z_0 + A_{1/2} \sin(1/2\nu t + \varphi_{1/2}). \quad (9)$$

Подставляя (9) в (2) и приравнивая коэффициенты при одинаковых гармониках и постоянной, получаем следующую систему уравнений:

$$2\varepsilon_1 \lambda A_{1/2} \cos \alpha + \zeta A_{1/2} \eta = 0, \quad (10)$$

$$\varepsilon_1 \lambda A_{1/2} \sin \alpha + A_{1/2} (1/4\eta^2 - 1 + 2\varepsilon_1 z_0) = 0, \quad (11)$$

$$A_{1/2}^2 \varepsilon_1 - 2z_0 + 2\varepsilon_1 z_0^2 + \varepsilon_1 \lambda^2 = 0, \quad (12)$$

$$4q\lambda\omega^{-2} \sin \Phi + \zeta\eta(A_{1/2}^2 + 4\lambda^2) = 0, \quad (13)$$

$$q\lambda\omega^{-2} \cos \Phi + \lambda^2(\eta^2 - 1 + 2\varepsilon_1 z_0) + 1/2A_{1/2}^2(1 - 2\varepsilon_1 z_0 - 1/4\eta^2) = 0, \quad (14)$$

где $\alpha = \Phi - 2\varphi_{1/2}$. Из уравнений (10) и (11) видно, что они всегда удовлетворяются для тривиального случая $A_{1/2} = 0$, так что возможным

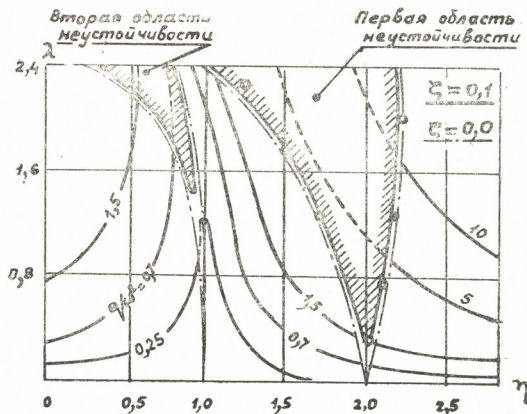


Рис. 1. Кривые главного резонанса и области неустойчивости:
— — — расчетные данные, \circ — результаты моделирования на АВМ

решением уравнения (2) является всегда его вынужденное решение (1) (реализуемое, однако, вне областей неустойчивости), определяемое уравнениями (12) — (14) при $A_{1/2} = 0$:

$$\eta^2 = 1 - 2\varepsilon_1 z_0 - 1/2\zeta^2 \pm [(q\lambda^{-1}\omega^{-2})^2 - \zeta^2(1 - 2\varepsilon_1 z_0 - 1/4\zeta^2)]^{1/2}, \quad (15)$$

$$\varepsilon_1 \lambda^2 = 2z_0(1 - \varepsilon_1 z_0). \quad (16)$$

На рис. 1 дается пример построения по выражениям (15) и (16) кривых главного резонанса для уравнения (2) с наложенными на них областями неустойчивости ($n=1, 2$), рассчитанными по (7) и (8) при значении параметров: $k=0,1$; $\omega = 1 \text{ сек}^{-1}$, $\varepsilon_1=0,2$. Решая совместно (10) и (11), опять приходим к выражению (8), которое непосредственно не позволяет определить амплитуду субгармоники для установившихся состояний в отличие от случая, когда в системе имеется кубическая нелинейность [3]. Стационарные значения $A_{1/2}$ можно определить из (12), задаваясь величиной z_0 и находя затем соответствующие значения η из (8). На рис. 2 приводится пример построения зависимо-

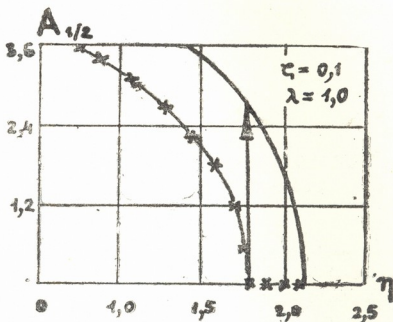


Рис. 2. Амплитудно-частотная кривая субгармоники

сти $A_{1/2}(\eta)$ для параметров уравнения (2), соответствующих рис. 1, при условии, что $\lambda = \text{const}$ в частотном диапазоне (8), что практически достигается за счет некоторого изменения q . Неустойчивые состояния на рис. 2 отмечены звездочками. Используя (13) и (14), можно построить характеристику $A_{1/2}(\eta)$ при условии неизменности q . По виду она незначительно отличается от приведенной на рис. 2 зависимости $A_{1/2}(\eta)$.

Для случая, когда затухание в системе является малой величиной, можно положить $\Phi = \pi$, и уравнение (10) в интервале $0 < \varphi_{1/2} < 2\pi$ имеет следующие четыре решения:

$$\begin{aligned} \varphi_{1/2(1)} &= 1/2 \arccos(1/2 \eta \zeta / \varepsilon_1 \lambda), & \varphi_{1/2(3)} &= -1/2 \arccos(1/2 \eta \zeta / \varepsilon_1 \lambda), \\ \varphi_{1/2(2)} &= \pi + 1/2 \arccos(1/2 \eta \zeta / \varepsilon_1 \lambda), & \varphi_{1/2(4)} &= \pi - 1/2 \arccos(1/2 \eta \zeta / \varepsilon_1 \lambda), \end{aligned}$$

причем

$$\sin 2\varphi_{1/2(1)} = \sin 2\varphi_{1/2(2)} > 0, \quad \sin 2\varphi_{1/2(3)} = \sin 2\varphi_{1/2(4)} < 0.$$

Из четырех значений фаз $\varphi_{1/2}$ практически могут быть реализованы лишь значения $\varphi_{1/2(3)}$ и $\varphi_{1/2(4)}$, соответствующие знаку «+» в (8), в чем нетрудно убедиться подстановкой (8) в (11). Рассмотренное уравнение (2) описывает движение простейшей из нелинейных систем с точки зрения гармонического состава модулируемого колебаниями вы-



нужденного режима (1) параметра системы — крутизны $(df/dx)_{x=x_0}$ характеристики (3), представленной коэффициентом при ζ в (4) и включающей единственную гармонику с частотой внешней силы. Эта система формально может быть уподоблена системе маятника с вибрирующей точкой подвеса как с точки зрения характера изменения параметра, так и в отношении закономерностей распределения областей неустойчивости, но с тем существенным различием, что в рассматриваемой здесь системе среднее значение крутизны является переменной величиной и зависит от амплитуды λ вынужденных колебаний и смещения z_0 .

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 6.5.1977)

მანქანათმშენობელი

ლ. ვოროტინცევი

კვადრატული არაწრფიანი სისტემის არამდგრადობიდან
სუბჰარმონიკების გენერაცია

რეზიუმე

ჰარმონიული იძულებითი რხევების არამდგრადობის პირველ ზონაში გამოკვლეულია კვადრატული არაწრფიანობის მქონე განტოლებების სტაციონარული ამოხსნა. განხილულია სუბჰარმონიული ამპლიტუდის დამყარების მექანიზმი, განსაზღვრულია სუბჰარმონიული რეზონანსის რეჟიმისას რეალიზებული ფაზის მნიშვნელობა. ამოცანა საინტერესოა ვიბროტექნიკაში არაწრფივი რეზონანსების პრაქტიკული გამოყენებისათვის და ვიბროსაიზოლაციო სისტემებში თვითაღზნეული რხევების თავიდან ასაცილებლად.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. K. VOROTYNTSEV

SUBHARMONIC GENERATION FROM INSTABILITY IN A SYSTEM WITH QUADRATIC NONLINEARITY

Summary

The stationary solution of the equation corresponding to the first region of dynamical instability of harmonic type forced vibrations in a system with even nonlinearities is investigated. The mechanism of determining the subharmonic amplitude is considered; the value of the subharmonic phase under subharmonic regime is found. The problem is of interest in connection with the questions of generation of nonlinear resonances in vibration devices and elimination of self-excited vibrations in vibration isolation suspension systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. К. Воротынцев, М. В. Хвингия. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
2. А. Тондл. Нелинейные колебания механических систем. М., 1973.
3. Л. К. Воротынцев, М. В. Хвингия. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1972.



Введем следующие системы координат (рис. 1, 2): подвижные системы $S_1(x_1, y_1, z_1)$, $S_2(x_2, y_2, z_2)$, связанные соответственно с червяком и червячным колесом; неподвижную систему $S_h(x_h, y_h, z_h)$, жестко связанную с червяком; вспомогательную систему $S_p(x_p, y_p, z_p)$, связанную с червячным колесом, неподвижные $S_u(x_u, y_u, z_u)$ и $S_0(x_0, y_0, z_0)$ системы координат, связанные с производящей поверхностью и с червяком.

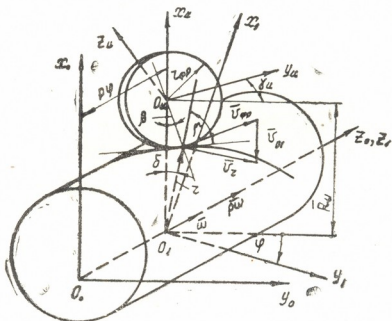


Рис. 2

Уравнение тороидальной производящей поверхности запишем в виде [1]

$$\bar{r}_u = (d + \rho \sin \vartheta) (\cos \psi \bar{i}_u - \sin \psi \bar{j}_u) + (\rho \cos \vartheta - b) \bar{k}_u. \quad (3)$$

Вектор нормали и орт нормали к поверхности (3) имеют вид

$$\bar{n}_u = -(\rho d + \rho^2 \sin \vartheta) (\cos \psi \bar{i}_u - \sin \psi \bar{j}_u + \operatorname{ctg} \vartheta \bar{k}_u) \sin \vartheta; \quad (4)$$

$$\bar{e}_u = -(\cos \psi \bar{i}_u - \sin \psi \bar{j}_u + \operatorname{ctg} \vartheta \bar{k}_u) \sin \vartheta. \quad (5)$$

При нарезании винтовой поверхности некруглого червяка инструмент неподвижен, червяк совершает винтовое движение с параметром p и поступательное движение в направлении оси x_0 со скоростью v_{01} . Здесь $p = \frac{dz_0}{d\varphi}$ — параметр винтового движения, $\varphi = \eta - \delta$ — угол поворота червяка в относительном винтовом движении; η — полярный угол центра тяжести червяка; $\delta = 90^\circ - (\mu + \beta)$; $\mu = \operatorname{arctg} \frac{r}{dr/d\eta}$ — угол, образуемый радиус-вектором червяка с положительным направлением касательной;

$\beta = \operatorname{arctg} \frac{r \cos \mu}{r_{\text{фр}} + r \sin \mu}$ — угол между нормалью, проведенной в точке касания инструмента с червяком и осью x_0 ; $r_{\text{фр}}$ — радиус окружности фрезы, которой он касается начального некруглого цилиндра червяка. Приведем вектор \bar{w} к точке O_u (рис. 2), определим вектор скорости относительного движения инструмента по отношению к некруглому червяку зависимостью

$$\bar{v}_u^{(u1)} = \bar{w} \times \bar{r}_u + \bar{R}_u \times \bar{w} + p \bar{w} \pm \bar{v}_{01}. \quad (6)$$

Здесь r_u — радиус-вектор текущей точки, производящей поверхности; R_u — радиус-вектор точки O_0 линии действия вектора \bar{w} .

В формуле (6) перед вектором скорости поступательного движения \bar{v}_{01} ставится положительный знак, когда расстояние между осями червяка и инструмента уменьшается, и отрицательный — когда это расстояние увеличивается. Векторы, входящие в (6), имеют вид

$$\begin{aligned}\bar{w} &= \omega (\sin \gamma_u \bar{j}_u + \cos \gamma_u \bar{k}_u); \quad \bar{R}_u = -(r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta) \bar{i}_u; \\ p\bar{w} &= p\omega (\sin \gamma_u \bar{j}_u + \cos \gamma_u \bar{k}_u); \quad \bar{v}_{01} = \pm r\omega (\sin \delta + \cos \delta \operatorname{tg} \beta) \bar{i}_u.\end{aligned}\quad (7)$$

Здесь γ_u — угол скрещивания осей червяка и инструмента. Проекции относительной скорости выразятся зависимостями

$$\begin{aligned}v_{xu}^{(u1)} &= \omega [z_u \sin \gamma_u - y_u \cos \gamma_u \pm r (\sin \delta + \cos \delta \operatorname{tg} \beta)]; \\ v_{yu}^{(u1)} &= \omega [\cos \gamma_u (x_u + r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta) + p \sin \gamma_u]; \\ v_{zu}^{(u1)} &= -\omega [\sin \gamma_u (x_u + r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta) - p \cos \gamma_u].\end{aligned}\quad (8)$$

Используя (3), (5) и (8), уравнение связи между параметрами ψ , ϑ и p записываем в виде

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \vartheta [\sin \psi \cos \gamma_u (r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta + p \operatorname{tg} \gamma_u + b \operatorname{ctg} \psi \operatorname{tg} \gamma_u)] \mp \\ \mp r \cos \psi (\sin \delta + \cos \delta \operatorname{tg} \beta) + \sin \gamma_u (d \cos \psi + r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta + \\ + p \operatorname{ctg} \gamma_u) = 0.\end{aligned}\quad (9)$$

Уравнения (3) и (9), рассмотренные совместно, определяют контактные линии на производящей поверхности. Запишем уравнения контактных линий в системе S_1

$$r_1 = M_{10} M_{0u} r_u, \quad (10)$$

где M_{10} , M_{0u} — матрицы перехода от S_0 к S_1 и от S_u к S_0

$$M_{10} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -p\varphi \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}; \quad (11)$$

$$M_{0u} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta \\ 0 & \cos \gamma_u & -\sin \gamma_u & 0 \\ 0 & \sin \gamma_u & \cos \gamma_u & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (12)$$

Тогда боковая винтовая поверхность некруглого червяка в системе S_1 определится уравнениями

$$\begin{aligned}x_1 &= (d + p \sin \vartheta) (\cos \psi \cos \varphi - \sin \psi \sin \varphi \cos \gamma_u) - (p \cos \vartheta - b) \sin \varphi \sin \gamma_u + \\ &+ \cos \varphi (r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta); \\ y_1 &= -(d + p \sin \vartheta) (\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \cos \varphi \cos \gamma_u) - (p \cos \vartheta - b) \cos \varphi \sin \gamma_u - \\ &- \sin \varphi (r \cos \delta + r_{\text{фр}} \cos \beta); \\ z_1 &= -(d + p \sin \vartheta) \sin \psi \sin \gamma_u + (p \cos \vartheta - b) \cos \gamma_u - p\varphi\end{aligned}\quad (13)$$

совместно с уравнением (9).

Семейство поверхностей витков червяка в системе S_2 определим зависимость

$$r_2 = M_{21} r_1, \quad (14)$$

где

$$M_{21} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_2 \cos \varphi_1 & -\cos \varphi_2 \sin \varphi_1 & -\sin \varphi_2 & a_w \cos \varphi_2 \\ -\sin \varphi_2 \cos \varphi_1 & \sin \varphi_2 \sin \varphi_1 & -\cos \varphi_2 & -a_w \sin \varphi_2 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (15)$$

— матрица перехода от системы S_1 к системе S_2 .

С учетом (13) и (15) получим

$$\begin{aligned} x_2 &= (d + \rho \sin \vartheta) [\cos \psi \cos \varphi_2 \cos (\varphi - \varphi_1) - \sin \psi \cos \gamma_u \cos \varphi_2 \sin (\varphi - \varphi_1) + \\ &+ \sin \psi \sin \gamma_u \sin \varphi_2] - (\rho \cos \vartheta - b) [\sin \gamma_u \cos \varphi_2 \sin (\varphi - \varphi_1) + \sin \varphi_2 \cos \gamma_u] + \\ &+ (r \cos \delta + r_{fp} \cos \beta) \cos \varphi_2 \cos (\varphi - \varphi_1) + p\varphi \sin \varphi_2 + a_w \cos \varphi_2; \\ y_2 &= (d + \rho \sin \vartheta) [-\cos \psi \sin \varphi_2 \cos (\varphi - \varphi_1) + \sin \psi \cos \gamma_u \sin \varphi_2 \sin (\varphi - \varphi_1) + \\ &+ \sin \psi \sin \gamma_u \cos \varphi_2] + (\rho \cos \vartheta - b) [\sin \gamma_u \sin \varphi_2 \sin (\varphi - \varphi_1) - \cos \gamma_u \cos \varphi_2] - \\ &- (r \cos \delta + r_{fp} \cos \beta) \sin \varphi_2 \cos (\varphi - \varphi_1) + p\varphi \cos \varphi_2 - a_w \sin \varphi_2; \quad (16) \\ z_2 &= -(d + \rho \sin \vartheta) [\cos \psi \sin (\varphi - \varphi_1) + \sin \psi \cos \gamma_u \cos (\varphi - \varphi_1)] - \\ &- (\rho \cos \vartheta - b) \sin \gamma_u \cos (\varphi - \varphi_1) - (r \cos \delta + r_{fp} \cos \beta) \sin (\varphi - \varphi_1). \end{aligned}$$

Уравнения (16), рассмотренные совместно с уравнением (9), определяют боковую поверхность зубьев некруглого червячного колеса.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 12.5.1977)

განმანათმეცოდნეობა

რ. ვარსიმაშვილი

შინა ბაღაცემმა ცვალებადი ბაღაცემის რიცხვით

რეზიუმე

განხილულია გადაცემა, სადაც ჭია ხრახნისა და ჭია კბილანის საწყის ზედაპირებად გამოყენებულია არამრგვალი ცილინდრები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

WORM GEAR WITH VARIABLE GEARING NUMBER

Summary

Worm gearing is investigated where two noncircular cylinders are used as initial surfaces of worm and worm wheel. The basic dependences determining the geometry of gearing are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., 1968.



М. И. ГОГОБЕРИДЗЕ, Р. Г. КАКАУРИДЗЕ, Ю. Н. МИКАШВИЛИ,
Д. Ц. МИРЦХУЛАВА

ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ В АСПЕКТЕ НАДЕЖНОСТИ ПЛОТИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 25.4.1977)

Мировая практика гидроэнергетического строительства насчитывает немало примеров, когда надежная работа гидротехнических сооружений, в основном плотин, не только наносила материальный ущерб, но и приводила к человеческим жертвам. Действительно, из 9248 сооружений, зарегистрированных в 1965 г. Международной комиссией по большим плотинам, на 535 плотинах имели место аварии и инциденты [1]. Только вследствие аварий на 10 плотинах (Вайонт, Джонстон, Пуентес, Мальпасе и др.) погибло около 10 000 человек, а материальный ущерб составил несколько миллиардов долларов [2].

По последним статистическим данным Международного комитета по большим плотинам, в настоящее время на земном шаре в среднем ежедневно вступает в строй не менее двух плотин, а за последние 40 лет в среднем за каждые 15 месяцев разрушается одна плотина. Количество человеческих жертв в среднем на одну плотину составляет 50 человек [4].

Если анализ и классификация причин аварий гидросооружений довольно подробно представлены как в советской, так и в зарубежной печати, то вопрос о влиянии причин аварий на надежность плотин пока еще не рассматривался (имеется в виду статистический анализ в аспекте надежности).

На рис. 1 приводятся некоторые данные об авариях и инцидентах на построенных до 1965 г. плотинах [1]. Анализ этих данных показывает, что наибольшее количество аварий зафиксировано в США — 117, а в процентном отношении в Алжире — 39% (рис. 1,а). По типам плотин максимум аварий и инцидентов приходится на плотины из местных материалов — 349 (рис. 1,б). На основе опубликованных в Испании данных, в которых анализируется работа 1620 построенных плотин [5], причины аварий гидросооружений можно классифицировать следующим образом (рис. 2,а). А в отдельности для плотин, построенных из местных материалов, на которые, как отмечалось, приходится наибольшее количество аварий и инцидентов, на основе имеющихся данных [6], причины аварий можно сгруппировать следующим образом (рис. 2,б). Так, для установления характера влияния причин аварий на надежность плотин было рассмотрено свыше 300 случаев аварий и инцидентов зарегистрированных на эксплуатируемых плотинах различных типов в разное время в СССР и за рубежом. В частности, были рассмотрены такие причины, как трещинообразование в теле плотин (1), неравномерные осадки (2), фильтрация в теле и в основании плотин (3), ошибки в проекте (недостаточность водосбросов, оползание откосов в процессе строительства и т. п.) (4) и повреждения сооружений со временем (слабость конструкции и материалов, поперемен-



ное замораживание и оттаивание тела плотин и т. п.) (5). На основе статистической обработки имеющихся данных были построены графики интенсивности аварий и инцидентов на плотинах, т. е. λ -характеристики для каждой причины отдельно (рис. 3). Из рис. 3 видно, что

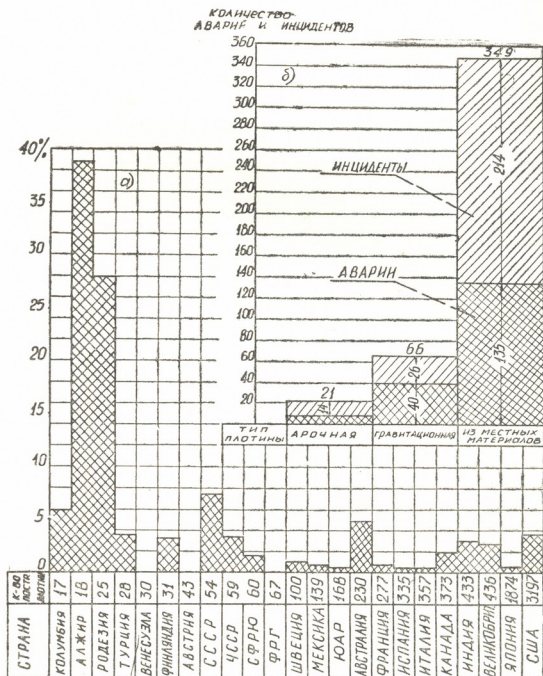


Рис. 1. Количественная характеристика аварий и инцидентов по данным Международного комитета по большим плотинам на 1965 г.: а—по странам мира (%); б—по типам плотин

трещинообразование и фильтрация в теле и основании, неравномерные осадки, а также ошибки в проекте в основном проявляются в течение первых 5 лет эксплуатации плотин, хотя не исключены отдельные случаи, когда аварии и инциденты по этим причинам возникают и после 5 лет, но их доля значительно ниже. Что же касается причин повреждения плотин по причине старения, то они оказывают существенное влияние на надежность плотин после истечения 50—60 лет эксплуатации.

Достоверность полученных результатов подтверждается отдельными натурными наблюдениями за состоянием плотин, проводимыми в разных странах. Например, по результатам исследования около 130 норвежских плотин установлено, что серьезные повреждения бетона

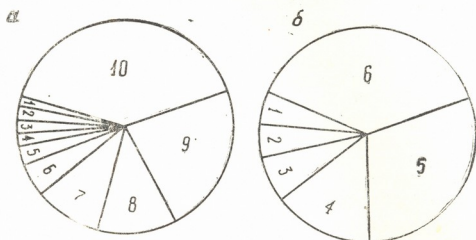


Рис. 2. Диаграмма статистических данных об основных причинах аварий плотин: а—для всех типов плотин: 1 — землетрясения—1%, 2 — неправильная эксплуатация —2%, 3 — дефектные материалы —2%, 4 — оползание откосов —2%, 5—вочные действия—3%, 6 — высокое поровое давление—5%, 7—неравномерная осадка—10%; 8—слабость конструкции—12%, 9—недостаточность водосбросов —23%, 10—разрушение основания—40%; б — для плотин из местных материалов: 1 — волновые воздействия —5%, 2 — химическая суффозия, образование сплошных ходов землеройными животными и прочие факторы —5%, 3 — землетрясения —7%, 4 — оползания и деформации откосов —15%, 5—сосредоточенная фильтрация через тело или основание—38%, 6 — перелив воды через гребень плотины —30%

большой частью встречаются в плотинах, построенных примерно 35 лет назад. В Калифорнии из 800 обследованных земляных плотин 105 требовали ремонта после 40—50 лет эксплуатации. В Японии, Северном

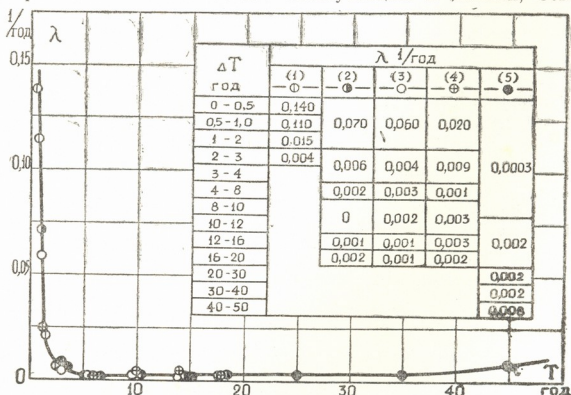


Рис. 3. График интенсивности аварий и инцидентов на плотинах: 1 — трещинообразование в теле плотины; 2 — неравномерные осадки; 3 — фильтрация в теле и основании плотины; 4 — ошибки в проекте; 5 — позреждение сооружения со временем



Уэльсе, Швеции, Чехословакии, Шотландии повреждения на плотинах наблюдались соответственно после 25—45, 40, 40, 50—70, 60—70 лет [7].

На основе вышеизложенного можно сделать следующий вывод: в процессе эксплуатации плотин особенно тщательно нужно следить за их работой в течение первых 5 лет, когда с высокой интенсивностью проявляются дефекты изыскательского, проектного, строительного и эксплуатационного характера; после указанного периода состояние плотин стабилизируется и в течение 50—60 лет ведется нормальная эксплуатация сооружений; что касается периода после 50—60 лет эксплуатации, то здесь необходимо усилить контроль за состоянием плотин.

Грузинский научно-исследовательский институт
энергетики и гидротехнических
сооружений

(Поступило 28.4.1977)

ჰიდროტექნიკა

ა. ლოლობერიძე, რ. კაკაურიძე, ი. მიქაშვილი, ღ. მირცხულავა

ავარიებისა და ინციდენტების სტატისტიკური ანალიზის მონაცემების
განზოგადება კანსლების საიმედოობის თვალსაზრისით

რეზიუმე

სტატისტიკური ანალიზის გამოყენებით დამუშავებულია მსოფლიოში სხვადასხვა ტიპის კანსლებზე რეგისტრირებული 300-ზე მეტი ავარიისა და ინციდენტის შემთხვევა. დადგენილია კანსლების საიმედოობაზე იმ მიზეზების გავლენის ხასიათი, რომლებიც იწვევენ ავარიებსა და ინციდენტებს.

HYDRAULIC ENGINEERING

M. I. GOGOBERIDZE, R. G. KAKAURIDZE, U. N. MIKASHVILI,
D. Ts. MIRTSKHULAVA

GENERALIZATION OF THE DATA ON THE STATISTICAL ANALYSIS OF DAMAGE AND ACCIDENTS UNDER THE RELIABILITY ASPECT

Summary

More than 300 cases of damage and accidents recorded in different types of dams operating both in the USSR and abroad have been treated. The character of the effect of various causes leading to damage and accidents affecting the reliability of dams has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Цанев. Хидротехника и мелиорация, 19, № 2, 1974.
2. Гидроэнергетика (экспресс-информация), № 23, 1971.
3. T. W. M e r a e l. Water Power and Dam Construction, № 4, 1976.
4. M. C a r l i e r. Travaux, № 476, 1974.
5. В. С. Эристов. Энергохозяйство за рубежом, № 5, 1966.
6. А. А. Ничипорович. Плотины из местных материалов. М., 1973.
7. Сб. «Проектирование и строительство больших плотин», вып. 3, М., 1972.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ, Т. А. МУРУСИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ ЭВМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 11.5.1977)

Сложность и многофункциональность современных ЭВМ предъявляют повышенные требования к обеспечению высокой надежности их работы. Одним из мощных средств, позволяющих обеспечить надежную работу ЭВМ, является применение непрерывного аппаратного контроля, способного обнаруживать и исправлять ошибки, возникшие вследствие появления устойчивых отказов или случайных сбоев в отдельных узлах и устройствах ЭВМ [1]. Однако известно, что для реализации этого вида контроля требуется введение дополнительной аппаратуры, которая сама обладает конечной надежностью. Специфика аппаратного контроля такова, что отказы и сбой контрольной аппаратуры приводят к тем же последствиям, что и неисправности основной аппаратуры. Поэтому для выбора наиболее рациональной системы контроля возникает задача определения количественных показателей надежности ЭВМ с учетом вида контроля его достоверности и надежности.

Настоящая статья посвящена вопросу определения коэффициента готовности (K_2) ЭВМ при трех видах контроля.

Во всех рассматриваемых вариантах принято, что потоки отказов и сбоев подчинены закону Пуассона с интенсивностями λ_1 и λ_2 соответственно (с учетом отказов и сбоев контрольной аппаратуры). Кроме того, введены следующие обозначения: $G_1(t)$ и $G_2(t)$ — функции распределения времени восстановления ЭВМ при отказах и сбоях соответственно, $P_0(t)$ и $P_1(t)$ — вероятности того, что ЭВМ будет функционировать правильно в момент t , если в начальный момент ($t=0$) она была в исправном состоянии в первом случае или имела один отказ во втором случае [2]; $p_0(s)$, $p_1(s)$, $g_1(s)$ и $g_2(s)$ — преобразования Лапласа—Стилтьеса соответствующих функций, т. е.

$$p_i(s) = \int_0^{\infty} \exp(-st) P_i(t) dt, \quad i=0, 1; \quad g_j(s) = \int_0^{\infty} \exp(-st) dG_j(t), \quad j=1, 2.$$

$\tau_1 = -g_1'(0)$ и $\tau_2 = -g_2'(0)$ — среднее время восстановления ЭВМ при отказе и сбое соответственно; R — вероятность обнаружения схемой контроля неисправностей ЭВМ (достоверность контроля).

I вариант. Непрерывный контроль является достоверным ($R=1$) и предназначен для обнаружения ошибок, порождаемых устойчивыми отказами или случайными сбоями. Граф состояния ЭВМ для этого слу-



чая показан на рис. 1, а. Из рисунка видно, что ЭВМ может находиться в одном из трех состояний: S^0 — исправна и функционирует нормально; S_1 и S_2 — ЭВМ находится в ремонте в результате возникшего отказа в первом случае или сбоя во втором случае.

На основе обычных вероятностных рассуждений составляем следующее интегральное уравнение:

$$P_0(t) = \exp\{-(\lambda_1 + \lambda_2)t\} + \int_0^t \lambda_1 \exp\{-(\lambda_1 + \lambda_2)u\} du \int_0^{t-u} dG_1(v) P_0(t-u-v) + \int_0^t \lambda_2 \exp\{-(\lambda_1 + \lambda_2)u\} du \int_0^{t-u} dG_2(v) P_0(t-u-v). \quad (1)$$

Применив к (1) преобразование Лапласа-Стилтьеса, получим

$$P_0(s) = 1/[s + \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_1 g_1(s) - \lambda_2 g_2(s)]. \quad (2)$$

Из формулы (2) общеизвестными методами можно найти $P_0(t)$ для различных $G_1(t)$ и $G_2(t)$, однако для нахождения коэффициента готовности целесообразнее использовать следующее очевидное равенство:

$$K_{z0} = \lim_{t \rightarrow \infty} P_0(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s p_0(s). \quad (3)$$

С учетом этого получаем

$$K_{z0} = 1/[1 + \lambda_1 \tau_1 + \lambda_2 \tau_2]. \quad (4)$$

II вариант. Непрерывный контроль является достоверным ($R=1$) и предназначен для исправления одиночных и обнаружения двойных ошибок, порождаемых устойчивыми отказами или случайными сбоя-

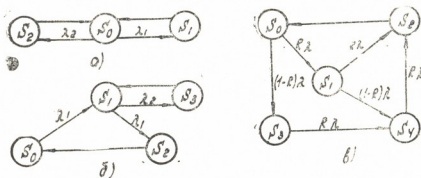


Рис. 1

ми. Граф состояния для этого случая показан на рис. 1, б где S_0 — ЭВМ исправна; S_1 — ЭВМ имеет один отказ, но функционирует нормально, так как схемой контроля ошибка корректируется; S_2 — ЭВМ находится в ремонте в результате возникновения второго отказа; S_3 — ЭВМ находится в ремонте, вследствие того, что за отказом последовал сбой. Аналогично уже рассмотренному случаю составляем следующую систему интегральных уравнений:

$$P_0(t) = \exp \{-\lambda_1 t\} + \int_0^t \lambda_1 \exp \{-\lambda_1 u\} du P_1(t-u), \quad (5)$$

$$P_1(t) = \exp \{-(\lambda_1 + \lambda_2) t\} + \int_0^t \lambda_1 \exp \{-\lambda_1 u\} du \exp \{-\lambda_2 u\} \times \\ \times \int_0^{t-u} dG_1(v) P_0(t-u-v) + \int_0^t \lambda_2 \exp \{-\lambda_2 u\} du \exp \{-\lambda_1 u\} \int_0^{t-u} dG_2(v) P_1(t-u-v).$$

В результате преобразования (5) находим

$$p_0(s) = \{s + 2\lambda_1 + \lambda_2 [(1 - g_2(s))]\} / \{(s + \lambda_1)[s + \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_2 g_2(s)] - \lambda_1^2 g_1(s)\}. \quad (6)$$

Легко можно убедиться (как это и следовало ожидать), что

$$K_{2k} = \lim_{t \rightarrow \infty} P_0(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} P_1(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s p_0(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s p_1(s). \quad (7)$$

Из (7) находим

$$K_{2k} = 2 / [2 + \lambda_1 \tau_1 + \lambda_2 \tau_2] \quad (8)$$

III вариант. Непрерывный контроль не является достоверным ($R < 1$) и предназначен для исправления одиночной и обнаружения двойной ошибки, порождаемых устойчивыми отказами. Так как контроль является недостоверным, возможно возникновение отказа, порождающего необнаруживаемые ошибки, т. е. ЭВМ будет продолжать работу, но полученные результаты будут неверными [3].

Такое состояние ЭВМ сохраняется, пока не появится обнаруживаемый схемой контроля отказ, после которого следует ремонт, или не наступит момент очередной периодической проверки. Аналогично [3] для упрощения вывода выражения коэффициента готовности будем полагать, что периодические проверки выполняются мгновенно. Граф состояния для рассматриваемого варианта изображен на рис. 1, в, где S_0 —ЭВМ исправна и функционирует нормально, S_1 —ЭВМ неисправна (с одним отказом), но функционирует нормально; S_2 —ЭВМ ремонтируется; S_3 — ЭВМ функционирует неправильно, так как возник необнаруживаемый отказ, S_4 — ЭВМ функционирует неправильно, хотя ошибки, порождаемые одиночным отказом, корректируются. Этот случай описывается следующей системой интегральных уравнений:

$$P_0(t) = \exp \{-\lambda_1 t\} + \int_0^t \beta \exp \{-\lambda_1 u\} du P_1(t-u) + \int_0^t \alpha \exp \{-\lambda_1 u\} du \times \\ \times \int_0^{t-u} \beta e^{-\beta v} dv \int_0^{t-u-v} \beta e^{-\beta \tau} d\tau \int_0^{t-u-v-\tau} dG_1(v) P_0(t-u-v-\tau-v), \\ P_1(t) = \exp \{-\lambda_1 t\} + \int_0^t \beta \exp \{-\lambda_1 u\} du \int_0^{t-u} dG_1(v) P_0(t-u-v) +$$

$$+ \int_0^t \alpha \exp\{-\lambda_1 u\} du \int_0^{t-u} \beta e^{-\beta v} dv \int_0^{t-u-v} dG_1(v) P_0(t-u-v-v),$$

где

$$\beta = R\lambda_1, \quad \alpha = (1-R)\lambda_1. \quad (9)$$

Применив преобразование Лапласа—Стилтьеса, находим

$$p_0(s) = [(s + \lambda + \beta)(s + \beta)^2] / [(s + \beta)^2(s + \lambda)^2 - [\beta^2(s + \beta)^2 + \alpha\beta^2(s + \beta) + \alpha\beta^2(s + \lambda)] g_1(s)]. \quad (10)$$

Аналогично предыдущему находим $K'_{2h} = (1+R)R/(2+R\lambda_1\tau_1)$.

Для сравнительной оценки первого и второго вариантов контроля введем известный коэффициент, определяемый следующей формулой:

$$Q = 1 - K_{20}/1 - K_{2h} = [2 + n(\lambda_1\tau_1 + \lambda_2\tau_2)] / n(1 + \lambda_1\tau_1 + \lambda_2\tau_2), \quad (11)$$

где $n = \lambda'_1/\lambda_1 = \lambda'_2/\lambda_2$ представляет собой соотношение объема оборудования, требуемого во втором и первом случаях. Анализируя (12), находим, что если $n < 2$, то $Q > 1$ и в этих случаях предпочтение имеет второй вариант контроля по сравнению с первым.

Научно-производственное объединение
электронной вычислительной аппаратуры

(Поступило 12.5.1977)

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე, თ. მურუსიძე

ი ბ გ მზადყოფნის კომფიციენტის განსაზღვრის საკითხისათვის

რეზიუმე

განსაზღვრულია ელექტრონული გამომთვლელი მანქანის მზადყოფნის კომფიციენტი კონტროლის სისტემის თავისებურებისა და იმედიანობის გათვალისწინებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE, T. A. MURUSIDZE

TOWARDS DETERMINING THE OPERATIONAL READINESS OF A COMPUTER

Summary

The operational readiness of a computer is determined with account of the characteristics of the type of control used, reliability and confidence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. А. Хетагуров, Ю. Руднев. Вопросы повышения надежности цифровых устройств методами избыточного кодирования. М., 1974.
2. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., 1965.
3. Е. Н. Митишкин. Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, 3, 1971.



З. И. АДЗИНБА, В. Н. ХЕНКО

О ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ ГРАБИННИКОВОГО ЯРУСА В СОСНОВОЙ РОЩЕ ПИЦУНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Колаковским 7.5.1977)

Скорость надвигания яруса грабинника в Пицундской сосновой роще приобретает особое значение в связи с необходимостью ее сохранения как уникального памятника природы.

Некоторые данные по динамике надвигания грабинника на рощу говорят о том, что этот процесс имел место уже в конце прошлого столетия, а до этого времени роща была «чиста от лиан и деревьев других пород» [1].

Тем не менее, спустя примерно полустолетие в тыловой (северной) части сосновой рощи, уже на расстоянии около 400 м от берега моря отмечается сплошная стена грабинникового яруса, превышающего рост человека [2].

Интересно, что В. П. Малеев [2] впервые устанавливает отрицательное влияние развивающегося грабинникового яруса на возобновление сосны. Дальнейшие исследования [3—6] не только подтверждают губительное воздействие грабинника, но и прогрессивность этого процесса.

Быстрота захвата грабинником северной части сосновой рощи может быть объяснена, кроме того, наличием хорошо выраженного очага осеменения в виде зоны грабово- и грабинниково-самшитового леса, примыкающей к роще, но прерванной лишь в центральной части.

Динамика развития грабинника под пологом сосняка в период между 1925 и 1936 гг., по-видимому, не отличалась еще быстрыми темпами. Это видно хотя бы по данным В. А. Поварницына [7], который пишет, что даже в центральной части рощи ярус грабинника сравнительно редкий, не говоря о ее прибрежной полосе, где он совершенно отсутствует. Таким образом, в первое десятилетие после организации заповедника грабинниковый сосняк, с учетом данных В. П. Малеева [2], занимал, вероятно, не более 1/3 рощи. В настоящее время, спустя 50 лет после организации заповедника, наблюдается уже картина развития густого грабинникового яруса на очень большой площади.

Это хорошо видно из данных лесотипологического крупномасштабного картирования сосновой рощи и самшитников Пицундского заповедника, проведенного Сухумским ботаническим садом в 1976 г. По этим данным, из общей площади сосновой рощи, принадлежащей в настоящее время заповеднику, грабинниковым сосняком занято 73%.

Нужно отметить, что указанная площадь грабинникового сосняка является почти предельной, в связи с тем что экологические условия наиболее возвышенной части приморской дюны мало благоприятны для развития грабинника. Таким образом, дальнейшее увеличение площади грабинникового сосняка возможно лишь на 10—15%.



В связи с крайне отрицательным влиянием грабинникового яруса на возобновление сосны стало необходимым выяснение еще и скорости процесса его надвигания на сосновую рощу. С этой целью нами установлен возраст грабинника по поперечному профилю, проведенному в западной части рощи, от северной ее границы до клифа, на протяжении 125 м (рис. 1).

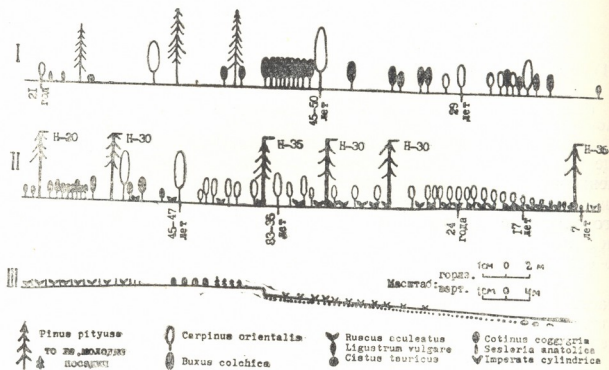


Рис. 1

Как видно из рисунка, профилем охвачены три зоны: 1 — изреженного сосняка с доминированием грабинникового самшитника, 2 — грабинникового сосняка, занимающего максимальную площадь, и 3 — ликторального сосняка, представленного мозаичным комплексом мелкокустарничкового и травянистого типов. В зоне грабинника по направлению в сторону моря высота его и возраст постепенно уменьшаются, соответственно с 8—9 м до 20—10 см и с 47—45 лет до 7—5 лет.

В данной части заповедника граница фронта грабинника проходит в настоящее время почти на предельной линии его возможного распространения, чуть севернее гребня дюны, достигающей здесь высоты 4,5 м н. у. м.

Таким образом, по данным профиля скорость внедрения грабинника в сосновую рощу за последние 50 лет составляла около 70 см в год. Однако, если учитывать данные В. П. Малеева [2], по которым стена грабинника отстояла от берега моря на расстоянии около 400 м, то получается, что скорость его внедрения под полог сосновой рощи намного больше показателя нашего профиля. Вероятно, эти различия в скорости процесса можно объяснить тем, что условия развития грабинника на возвышенных участках дюны являлись менее благоприятными, вследствие чего и скорость его надвигания замедлялась. Тем не менее, все эти данные говорят о весьма значительных темпах освоения грабинником площадей в сосновой роще. Сказалось также и то, что исключение основных антропогенных факторов в течение 50 лет с момента организации заповедника благоприятствовало массовому развитию грабинникового яруса.

В заключение необходимо отметить два основных момента, определяющих возможность мероприятий, направленных на сохранение и

возобновление сосновых насаждений в Пицундском заповеднике. Основным является массовость развития грабинникового яруса в сосняке, занимающего ныне более 70% его площади. Вторым важным фактором, объясняющим этот процесс, является быстрая пространственного развития грабинникового яруса, который за 50 лет значительно увеличил свою площадь, охватив до 73% сосновой роши. Эти данные позволяют также прогнозировать дальнейшее, максимально возможное увеличение его площади до 80—85% в ближайшие 10—20 лет.

Таким образом, все основные мероприятия по сохранению и восстановлению сосновых насаждений будут и впредь связаны главным образом с фактом массового развития грабинникового яруса, играющего крупную ландшафтную роль.

Академия наук Грузинской ССР
 Сухумский ботанический сад

Пицунда
 Мюссерский заповедник

(Поступило 12.5.1977)

ბოტანიკა

ზ. აძინბა, ვ. ხენკო

რცხილის ღინამიური იარუსის განვითარება ბიჭვინთის ნაკრძალის ფიჭვის ხის წარაფში

რეზიუმე

რცხილა სწრაფად ვრცელდება ბიჭვინთის ფიჭვის ხის წარაფში, სადაც ის დიდი ლანდშაფტური წარმომქმნელის როლს თამაშობს. აქტიურად უშლის ხელს ფიჭვის ხის განახლებას.

დადგენილია რცხილის იარუსის სწრაფი გავრცელება ფიჭვის წარაფში — 7 10 მ წელიწადში.

BOTANY

Z. I. ADZINBA, V. N. KHENKO

ON THE DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF THE STOREY
 OF *CARPINUS ORIENTALIS* IN THE PINE-GROVE OF THE
 PITSUNDA RESERVATION

Summary

New data are presented on the rate of advance of *Carpinus orientalis* under the canopy of the Pitsunda pine-grove where it plays a major landscape-forming role by arresting the reproduction of pine.

The rate of the advance of the storey of *C. orientalis* into the pine grove has been found to be 7 m over a decade.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ростовцев. Зап. КОИРГО, кн. XXIX, вып. 4. Тифлис, 1916.
2. В. П. Малеев. Изв. Абх. НО, вып. 1. Сухуми, 1925.
3. Н. С. Заклинский. Леса Абхазии. М.—Л., 1931.
4. И. Вачнадзе. Труды Тбил. бот. ин-та, XIII. Тбилиси, 1949.
5. А. А. Колаковский. Бот. ж., т. 35, № 3, 1950.
6. А. И. Калесников. Сосна пицундская и близкие к ней виды. М., 1963.
7. В. А. Поварницын. Абхазия, геоботанический и лесоводческий очерк. М.—Л., 1936.



Р. К. ПАПЕЛИШВИЛИ

МАТРИЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ХРОМАТИНА, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЯДЕР РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 22.4.1977)

Существование множества путей реализации идентичной генетической информации в тканях и клетках одного и того же организма обусловлено разнообразием состава хроматина. Показано, что белки хроматина являются специфическими факторами регуляции транскрипции. Имеется множество работ, в которых дана характеристика матричной активности хроматинов различного происхождения [1—4], но сведения относительно особенностей транскрипции хроматинов из ядер дифференцированных клеток в пределах одной ткани весьма скудны.

Как известно, ткань головного мозга отличается большой гетерогенностью клеток. Ядра этих клеток также заметно различаются как в морфологическом, так и в функциональном плане.

Ранее нами было показано [5], что фракционированные ядра клеток головного мозга, в частности ядра нейронов, астроцитов и олигодендроцитов, обладают различной эндогенной РНК-полимеразной активностью. При этом две существующие формы ядерной РНК-полимеразы—ядрышковая и кардиолазматическая содержатся в различных соотношениях. Данный результат можно объяснить различием ферментных систем этих ядер, неодинаковой матричной способностью их хроматинов в РНК-полимеразной реакции и сочетанием обоих предыдущих факторов.

Мы сравнивали матричную активность препаратов хроматина, выделенных из предварительно расфракционированных ядер головного мозга телят при помощи экзогенной РНК-полимеразы, исходя из того что данный фермент выявляет определенную специфичность к матрице [6—8]. Использовали РНК-полимеразу из разных источников: из бактерий *E. coli*, печени кролика и мозга телят.

Клеточные ядра выделяли в холодных условиях из свежего мозга методом Шово и соавторов [9] в модификации Г. П. Георгиева и соавторов [10]. Суммарные ядра разделяли на отдельные типы методом Левтруп-Рейна и Мак-Ивенна [11] с некоторыми изменениями, ультрацентрифугированием в ступенчатом градиенте сахарозы. Чистоту изолированных фракций контролировали микроскопически. Из фракционированных ядер хроматин выделяли в основном методом Спелсберга и Хнилика [12]. Диспергировали его в растворе 0,2 мкм ЭДТА (рН 7,5) с расчетом 0,5 мг/мл по ДНК и после диализа в течение ночи использовали для опытов. Матричную активность хроматинов рассматривали на фоне ДНК. ДНК выделяли из соответствующих тканей фенольным методом Г. П. Георгиева, используя в качестве детергента 5% ПАСК и 0,5% додецилсульфат натрия, конечной обработкой препарата РНК-азой и проназой. Очищенную ДНК



после двукратного переосаждения этанолом растворяли в I SSC и после диализа против того же раствора использовали в опытах.

РНК-полимеразу из бактерий *E. coli* выделяли по методу Баби не [13] с некоторыми изменениями, с последующей очисткой на колонке ДЭАЭ-целлюлозы. Активные фракции объединяли, переосадили сульфатом аммония, растворяли в 0,01 М трис-буфере (рН 8,4), содержащем 10% глицерин и после диализа против того же буфера использовали в опытах. РНК-полимеразу из ядер головного мозга телят и печени кролика выделяли методом Роедера и Руттера [14] с последующей хроматографией на колонке ДЭАЭ-сефадекса (А-25). Фракции элюировали ступенчатым градиентом сульфата аммония. Наиболее активную фракцию (0,3 М сульфата), которая соответствует кардиолазматической форме РНК-полимеразы, использовали в опытах.

Матричная активность препаратов хроматина различных типов клеток головного мозга

Источник хроматина	Радиоактивность, имп/мин на 50 мкг ДНК		
	РНК-полимераза <i>E. coli</i>	РНК-полимераза мозга телят	РНК-полимераза печени кролика
Ядра нейронов	9458	854	3183
То же без фермента	435	190	388
Ядра астроцитов	20748	1516	6443
То же без фермента	365	270	626
Ядра олигодендроцитов	14953	592	2805
То же без фермента	435	171	411
ДНК мозга телят	34286	3352	—
ДНК печени крысы	37301	—	11241

Матричную активность препаратов хроматина определяли путем инкубации в следующей смеси (конечный объем 0,4 мл), мкмоль: трис-НСl, рН 8,2—50, MgCl₂—7,5, АТФ, ГДФ, ЦТФ — по 0,1, C¹⁴ УТФ—0,0013 (удельная активность — 300 мкюри-ммоль), РНК-полимераза—50 мкг белка.

Инкубацию проводили при 37°C в течение 15 минут. Реакцию останавливали охлаждением и прибавлением холодной 5% ТХУ, содержащей 0,02 М пирофосфата натрия. В качестве носителя использовали сывороточный альбумин. После выдерживания проб на холоду в течение 30 минут собирали осадки на мембранные фильтры, промывали на воронке холодной 5% ТХУ с пирофосфатом и после высушивания считали радиоактивность на сцинтилляционном счетчике SL-30. По величине радиоактивности судили о матричной активности препаратов хроматина.

Как видно из результатов, приведенных в таблице, матричная активность препаратов хроматина, выделенных из ядер различных типов клеток мозга, неодинакова. При этом активность хроматина, выделенного из ядер астроцитов, во всех случаях выше, чем у хроматина олигодендроцитов или нейронов, матричная активность которых приблизительно одного порядка. Кроме того, прослеживается интересная закономерность: при использовании бактериальной РНК-полимеразы хроматин олигодендроцитов проявляет более высокую матричную активность, чем хроматин нейронов, тогда как при использовании РНК-поли-



меразы животного происхождения (мозг телянка, печень кролика) матричная активность хроматина нейронов выше, чем хроматина олигодендроцитов. Эти данные свидетельствуют о том, что функциональная специализация клеток в пределах одной ткани отражается на матричных свойствах хроматина соответствующих ядер.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 22.4.1977)

ბიოქიმია

რ. პაპელიშვილი

თავის ტვინის სხვადასხვა ტიპის უჯრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინის პრეპარატების მატრიცული აქტივობა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ თავის ტვინის ფრაქციონირებული ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინები ხასიათდებიან მატრიცული აქტივობის არათანაბარი დონით რნპ-პოლიმერაზულ სისტემაში. კერძოდ, ასტროციტების ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინი გამოირჩევა უფრო მაღალი მატრიცული აქტივობით, ვიდრე ოლიგოდენდროციტების და ნეირონების ბირთვებიდან გამოყოფილი ქრომატინები.

BIOCHEMISTRY

R. K. PAPELISHVILI

TEMPLATE ACTIVITY OF CHROMATIN PREPARATIONS ISOLATED FROM VARIOUS-TYPE CELL NUCLEI OF THE BRAIN

S u m m a r y

The template activity of chromatin preparations isolated from fractionated nuclei of morpho- and functionally differing brain cells — astrocytes, neurons and oligodendrocytes — was studied. Template activity was determined by means of bacterial as well as animal RNA polymerases. The template activity of chromatin from astrocyte nuclei was found to be higher than that of chromatins isolated from the nuclei of neurons and oligodendrocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Р. Уманский. Сб. «Успехи биологической химии», т. 17. М., 1976, 26.
2. Н. В. Миронов, В. В. Адлер. Биохимия, 38, № 5, 1973, 992.
3. D. Henner, R. I. Kelley, J. J. Furth. Biochemistry., 14, № 21, 1975, 4764.
4. Jen-Fu Chiu, Yu-Hui Tsai, Keiko Sakuma, L. S. Hnilica. J. Biol. Chem., 250, № 24, 1975, 9431.



5. Д. И. Джохадзе, Р. К. Папелишвили. Цитология, 16, № 12, 1974, 1512.
6. H. Gedar. J. Mol. Biol., 95, № 2, 1975, 257.
7. E. Pays. Proc. Nat. Acad. Sci. USA., 73, № 4, 1976, 1121.
8. S. J. Flint, D. I. Pomerai, C. J. Chesterton, P. H. Butterworth. Eur. J. Biochem., 42, № 2, 1974, 567.
9. T. Chauveau, Y. Moule, C. Roulier. Exp. Cell Res., 11, 1956, 317.
10. Г. П. Георгиев, Л. Н. Ермолаева, И. Б. Збарский. Биохимия, 35, 1960, 317.
11. H. Lovtrup-Rein, B. McEwen. Cell. Biol., 30, 1966, 401.
12. T. Spelsberg, L. Hnilica. Biochim. Biophys. Acta., 228, 1966, 202.
13. C. Babinet. Biochem. Biophys. Res. Commun., 26, № 6, 1967, 639.
14. R. Roeder, W. Rutter. Proc. Nat. Acad. Sci. USA., 65, 1970, 675.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Ц. К. БЕГИШВИЛИ, М. З. МАЧАВАРИАНИ, Н. М. РАМИШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА БЕЛКА КЛЕТОК
RH. LEGUMINOSARUM

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 21.4.1977)

Все большее признание получает мнение о том, что основная роль в процессе взаимодействия в системе растения хозяин-бактерии принадлежит белковым компонентам, имеющим первостепенное значение в структуре и функциях клетки [1].

Исходя из этого вполне естественно предположить характер взаимодействия партнеров в системе растения хозяин-бактерии и можно судить об их специфичности.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении особенностей поведения в электрофоретическом поле белковых компонентов в клетках *Rhizobium* разной азотфиксирующей активности. Использовался метод дискэлектрофореза в полиакриламидном геле [2, 3]. Объектом исследования служили штаммы *Rh. leguminosarum*, выделенные в отделе микробиологии Института ботаники АН ГССР. Для эксперимента был взят только один вид *Rhizobium*. Видовую специфичность компонентного состава белка мы не характеризовали, так как этот вопрос рассматривался в [4].

Ранее нами было выявлено, что штаммы обладают четко выраженной активностью. В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по компонентному составу белка, на основании которых можно сделать заключение, что состав клеток активного и малоактивного штамма, сходных по многим компонентам, все же различается. Клетки активного штамма имеют белки, обладающие низкой относительной электрофоретической подвижностью (ОЭП:0,06), видимо, более высоким молекулярным весом. В клетках же малоактивного штамма содержатся белки с ОЭП 0,65, 0,75, отсутствующие в клетках активного штамма.

Клетки близких по активности штаммов *Rh. leguminosarum* имеют наиболее близкие по составу белки. Разница между ними минимальная. На электрофореграммах белков клеток активного штамма мы встречаем один компонент в области ОЭП 0,91—0,95, а малоактивного — два.

Наиболее четко различались между собой по компонентному составу активные и малоактивные клетки (рис. 1).

Пользуясь описанной методикой, мы анализировали только кислые белки, поэтому наличие полос на электрофореграмме расценивалось

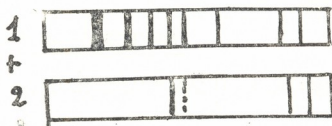


Рис. 1. Компонентный состав белка в клетках:
 1 — активный штамм, 2 — малоактивный штамм

нами как присутствие кислых белков. Наши данные согласуются с данными [4, 5] по изоэлектрической точке ткани клубеньков.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило 22.4.1977)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ც. ბეგიშვილი, მ. მაჭავარიანი, ნ. რამიშვილი

RH. LEGUMINORUM-ის უჯრედის ცილების კომპონენტური
 შედგენილობის შესწავლა

რეზიუმე

აქტიური შტამების ელექტროფორეგრამაზე ცილები ნათლად ჩანს ზოლების სახით. ესარგებლობდით რა ცნობილი მეთოდით, ვირკვევდით მხოლოდ მუყავე ცილებს, ამიტომ ზოლების გამოჩენას ელექტროფორეგრამაზე ვაწერდით მუყავე ცილების არსებობას. ჩვენი მონაცემები ემთხვევა [4, 5] შრომების მონაცემებს.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

Ts. K. BEGISHVILI, M. Z. MACHAVARIANI, H. M. RAMISHVILI

STUDY OF PROTEIN COMPONENTS OF *RH. LEGUMINOSARUM*
 CELLS

Summary

Proteins are clearly visible in the form of bands in active stems on the electrophoregram. Using a well-known method, only acid proteins have been studied. Hence, appearance of the bands on the electrophoregram has been attributed to the existence of acid proteins.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Рубин и др. Биохимия и физиология культурных растений, 6, вып. 3, 1971.
2. В. И. Сафонов и др. Физиол. раст., 16 вып. 5, 1969.
3. В. И. Сафонов, М. П. Сафонова. Физиол. раст., 16, вып. 2, 1969.
4. Р. Р. Олейников. Автореферат канд. дисс. М., 1971.
5. Е. И. Мишустин, В. К. Шильникова. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., 1968.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

З. Ш. ЛОМТАТИДZE, Дж. М. АНЕЛИ, Г. Н. ЧАЧАВА

ТОКСИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ГОМОЛОГОВ СОЛЕЙ АРСОНИЯ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 22.4.1977)

В настоящее время предложены различные органические соединения с бактериостатическими и фунгистатическими свойствами, успешно используемые, как средства, предотвращающие некоторые процессы биодegradации. В этом аспекте наиболее интересными являются элементоорганические вещества. Особого внимания заслуживают мышьяксодержащие органические соединения.

В данной работе была поставлена цель выявить токсическое действие двух гомологов солей арсония типа $\left[\text{Ph}_2 \text{As} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{R} \end{array} \right] \text{I}$, где $\text{R} = \text{C}_5\text{H}_{11}$, C_8H_{17} , впервые синтезированных одним из авторов данной статьи (Г. Н. Чачава). Синтез и свойства их описаны в [1]. В качестве тест-объектов были использованы следующие микроорганизмы: *Bacillus subtilis*, *Bacterium anthracoides*, *Bacterium tumefaciens*, *Mycobacterium* Б-5, *Candida Ytilis*, *Actinomyces fradiae*, *Xanthomonas campestris*.

Для культивирования микроорганизмов применялись среды: мясо-пептонный агар, сусло-агар, синтетическая среда № 1 (KNO_3 —1 г, K_2HPO_4 —0,5 г, MgSO_4 —0,5 г, NaCl —0,5 г, FeSO_4 —следы, CaCO_3 —1 г, крахмал—20 г, агар—20 г, водопроводная вода—1 л), среда Бургхольтера (картофельный отвар—1 л, пептон—5 г, Na_2HPO_4 —2 г, NaCl —2 г, лимоннокислый натрий—1 г, аспарагин—2 г, глюкоза—6 г, агар—20 г, дистиллированная вода—1 л).

Результаты исследования приведены в таблице.

Ближайшие гомологи исследуемых солей арсония, как видно из таблицы, обладают биоцидными свойствами и ингибирующе действуют против следующих тест-микроорганизмов: *Bacillus subtilis*, *Bacterium anthracoides*, *Mycobacterium* Б-5, *Actinomyces fradiae*, *Xanthomonas campestris*, *Bacterium tumefaciens*.

На средах, содержащих исследуемые мышьяксодержащие органические вещества в концентрациях 0,003 мг/л (пересчет на As), отмечен средний рост *Candida Ytilis*-381 и очень слабый *Bacterium tumefaciens*. При сопоставлении биоцидных свойств исследуемых гомологов солей арсония выявлены некоторые отличия в росте *Bacterium tumefaciens* на средах, содержащих исследуемые вещества в концентрациях 0,003 мг/л. Как показано в таблице, при росте *Bacterium tumefaciens* на средах, содержащих

$\left[\text{Ph}_2\text{As} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_5\text{H}_{11} \end{array} \right] \text{I}$, наблюдались плохо видимые пятна микроорганизмов, а
 $\left[\text{Ph}_2\text{As} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array} \right] \text{I}$ — точечные колонии.

Влияние гомологов солей арсония на рост различных микроорганизмов

Название культур	Контроль	Концентрация		Концентрация	
		$\left[\text{Ph}_2\text{As} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_5\text{H}_{11} \end{array} \right] \text{I}$, мг/л		$\left[\text{Ph}_2\text{As} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array} \right] \text{I}$, мг/л	
		0,03	0,003	0,03	0,003
<i>Bacillus subtilis</i>	5+	—	—	—	—
<i>Bact. anthracoides</i>	5+	—	—	—	—
<i>Bact. tumefaciens</i>	5+	—	1+(плохо видимые пятна)	—	1+(точечные колонии)
<i>Mycobact. sp. Б-5</i>	5+	—	—	—	—
<i>Candida Ytilis-381</i>	5+	—	3+	—	3+
<i>Act. fradiae</i>	5+	—	—	—	—
<i>Xanthomas campestris</i>	5+	—	—	—	—

Примечание: (5+) — рост очень хороший, (4+) — рост хороший, (3+) — рост средний, (2+) — рост слабый, (1+) — рост очень слабый, (—) — рост отсутствует.

Таким образом, исследуемые гомологи солей арсония обладают биоцидными свойствами и характеризуются почти идентичным токсическим действием.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило 28.4.1977)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ზ. ლომთათიძე, ჯ. ანელი, გ. ჩაჩავა

არსონიუმის მარილების ზოგიერთი ჰომოლოგის ტოქსიკურობა

რეზიუმე

შესწავლილია არსონიუმის მარილების ორი ჰომოლოგის ტოქსიკურობა სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმების მიმართ. დადგენილია, რომ არსონიუმის მარილების შესწავლილ ჰომოლოგებს გააჩნიათ ბიოციდური თვისებები და მსგავსი ტოქსიკური მოქმედების უნარი.

Z. Sh. LOMTATIDZE, J. M. ANELI, G. N. CHACHAVA

TOXICITY OF SOME HOMOLOGUES OF ARSONIUM SALTS

Summary

The antimicrobial properties of two homologues of arsonium salts have been studied. The homologues in question were found to possess biocidal properties, being characterized by almost identical toxic effect.

წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. D. Гигаури, Г. Н. Чачава, Б. Д. Чернокальский, М. М. Угулава. ЖОХ, № 42, 1972, 1537.



У. А. ГАБУНИЯ, Л. И. ШЕЙНИНА, Д. А. КУТИВАДЗЕ, А. Ш. ГВИЧИЯ,
И. А. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, М. П. БОЛКВАДЗЕ, А. Б. ДОЛИДЗЕ

ФОСФОРИЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ГЛИКОГЕНА В ОПУХОЛЯХ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 21.4.1977)

Ведущее значение в патогенезе опухолевого роста придается метаболическим изменениям в самой клетке, превращающейся в опухолевую. В связи с этим особый интерес представляет сравнительное изучение энергетического баланса исходных и опухолевых клеток.

Особенно важным звеном энергетического обмена является гликогенолиз. Полное представление о процессах гликогенолиза в тканях можно получить при одновременном исследовании фосфорилазной активности и содержания гликогена. Изучение особенностей гликогенолиза служит наилучшим критерием оценки степени нарушения характера углеводного обмена в опухолях [1—7].

В настоящей работе изучены специфические гистохимические маркерные свойства гликогенолиза, в частности прослежены соотношения между фосфорилазной активностью, катализирующей первую реакцию на пути расщепления гликогена, и гликогеном в эпителиальных клетках молочной железы, слизистой оболочки желудка, покровном эпителии яичников и многослойном плоском эпителии влагалищной части шейки матки, а также в паренхиматозных элементах рака вышеперечисленных локализаций.

Материал для исследования брался из разных мест первичной опухоли (молочной железы, желудка, яичника, влагалищной части шейки матки), причем кусочки опухоли вырезались как из центральной ее части, так и с периферической — на границе с «нормальной» тканью. Брался материал и из отдаленных от опухоли участков.

Кусочки, взятые из «нормальной» ткани молочной железы, желудка, яичника и влагалищной части шейки матки и из опухоли, делились на две части. Одна часть погружалась в жидкость Шабдаша и после соответствующей обработки заключалась в парафин. Другая часть замораживалась сухим льдом, и приготовленные в криостате срезы служили для выявления ферментативной активности и гликогена.

Фосфорилаза определялась методом Такеучи по прописи, приведенной М. Берстон (1965). Этот метод позволяет выявлять фермент в обеих его формах: активной (фосфорилаза А) и неактивной (фосфорилаза Б). Преобладание в тканевых структурах той или иной формы фермента зависит от ряда факторов и, в частности, от функционального состояния ткани.

Гликоген выявлялся по методу Шабдаша в срезах, полученных в криостате, а также на парафиновых срезах тех же объектов. В качестве контроля ряд серийных срезов предварительно обрабатывался диастазой.



Результаты исследований показали, что эпителий нормальной слизистой оболочки желудка, молочной железы и яичников не содержит гистохимически выявляемого гликогена, но обладает высокой активностью фосфорилазы А. Клетки многослойного плоского эпителия влагалической части шейки матки различной степени зрелости характеризуются различным гликогенолизом, по мере созревания клеток в них увеличивается содержание гликогена и понижается активность фосфорилаз. Зрелые плоские клетки при отрицательной фосфорилазной активности содержат гликоген в большом количестве. По-видимому, активные формы фосфорилазы в эпителиальных клетках нормальной слизистой оболочки желудка, молочной железы и покровном эпителии яичников мобилизуют гликоген и поэтому не представляется возможным выявить его в вышеперечисленных структурах. В многослойном же плоском эпителии влагалической части шейки матки при отсутствии фосфорилаз в зрелых клетках можно обнаружить обратную картину.

Тщательное изучение паренхиматозных клеток раковых опухолей показало, что они содержат то или иное количество гистохимически выявляемого гликогена. Несмотря на то что морфологическая структура раковых опухолей различной локализации чрезвычайно многообразна, в зависимости от источника развития, не подлежит сомнению, что при начальных инфильтративных формах рака любой локализации паренхиматозные элементы содержат малое количество гликогена и характеризуются слабой реакцией (в соответствующих структурах) на обе формы энзима. Очень мало гликогена и почти полностью отсутствует фосфорилазная активность в зрелых формах раковых опухолей молочной железы, желудка и яичников, много гликогена и полностью отсутствует фосфорилазная активность при незрелых формах опухолей вышеперечисленной локализации.

Следует учесть то обстоятельство, что накопление гликогена и фосфорилазная активность неодинаковы не только в раке различной локализации и различной гистологической формы, но и в опухолях одной и той же формы, в разных участках одной и той же опухоли и далее в различных участках одного и того же поля зрения.

Таким образом, исследование гликогена и определение фосфорилазной активности в опухолях молочной железы, желудка и яичников позволяет сделать ряд выводов: 1) гликоген при высокой фосфорилазной активности, гистохимически отсутствует в «нормальных» гомологичных клетках, обнаруживается в раковых клетках соответствующего органа, фосфорилазная активность в них негативна; 2) по признаку распределения гликогена и фосфорилазной активности опухоли молочной железы, желудка и яичников неоднотипны и могут быть представлены несколькими вариантами; 3) имеется определенная связь между содержанием гликогена, фосфорилазной активностью и степенью зрелости опухолевых клеток: чем более зрелые опухолевые клетки, тем меньше в них гликогена и ниже фосфорилазная активность.

Проведенное исследование также свидетельствует, что для клеток, которые в норме содержат гликоген и не выявляют фосфорилазной активности, как например плоские клетки многослойного эпителия влагалической части шейки матки, при бластоматозной трансформации процесс гликогенолиза становится как бы маркерным, указывая на степень зрелости и злокачественности опухолевой ткани. Тщательное изучение всех видов паренхиматозных клеток рака влагалической части шейки матки показало, что самые молодые раковые клетки (типа базальных), совокупность которых создает низкодифференцированный

вариант плоскоклеточного рака данной локализации, характеризуются полным отсутствием гликогена, умеренной активностью фосфорилазы А и чрезвычайно высокой активностью фосфорилазы Б. Раковые клетки, стоящие на сравнительно высоком уровне дифференциации (типа шиповатых), создающие промежуточноклеточный рак влажной части шейки матки, характеризуются умеренным содержанием зерен гликогена. Фосфорилаза А проявляет в них умеренную активность, сравнительно выше ферментативная реакция при определении общей фосфорилазы. Наиболее дифференцированные клетки (типа плоских), создающие неороговевающий и ороговевающий варианты плоскоклеточного рака, содержат большое количество гликогена, тогда как активность фосфорилаз в них низкая. Кроме вышеописанных клеточных видов, в плоскоклеточных раковых опухолях шейки матки встречаются сильно анаплазированные клетки, создающие анаплазированную форму рака. Эти клетки часто обнаруживаются и при других гистологических формах в виде раковых ячеек или альвеол. Они характеризуются отсутствием гликогена и нестабильностью распределения фосфорилаз.

Итак, судя по содержанию гликогена и фосфорилазной активности, паренхиматозные клетки рака влажной части шейки матки повторяют характер эпителиальных клеток исходной ткани. С другой стороны, эпителии нормальной молочной железы, желудка и яичников характеризуются отсутствием гликогена и высокой активностью фосфорилазы А, в клетках раковых опухолей названных органов отмечаются накопление определенного количества гликогена и резкое подавление и даже полное отсутствие ферментативной активности фосфорилаз.

Следовательно, разные опухоли отличаются характером метаболизма гликогена и нарушением ферментных систем, участвующих в фосфоролитическом распаде гликогена, т. е. в раковых клетках разной локализации имеется неодинаковая взаимосвязь между гликогеном и фосфорилазной активностью.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экспериментальной
морфологии

им. А. Н. Натишвили

(Поступило 22.4.1977)

სისტოლოგია

შ. ბაბუნია, ლ. შინინა, დ. კუტივაძე, ა. გვიჩია,
ი. ბაჩიჩილაძე, მ. გოლჭვაძე, ა. დოლიძე

ფოსფორილაზური აქტივობა და გლიკოგენის შემცველობა
სხვადასხვა ლოკალიზაციის სიმსივნეებში

რეზიუმე

ფოსფორილაზური აქტივობისა და გლიკოგენის შემცველობა-განაწილების ერთდროული შესწავლა საშუალებას იძლევა გაირკვეს სხვადასხვა ლოკალიზაციის კიბოს პარენქიმულ უჯრედებში ნახშირწყლების ცვლის თავისებურებანი.

სხვადასხვა ლოკალიზაციის კიბო გლიკოგენის განაწილებისა და ფერმენტული აქტივობის ხარისხის მიხედვით არაერთგვაროვანია, განსხვავდება ერთმანე-



თისაგან როგორც მორფოლოგიური, ისე ჰისტოქიმიური თავისებურებებით, რაც გაპირობებულია იმით, რომ სიმსივნურ ქსოვილში ირღვევა ჩვეული კორელაცია ფოსფორილაზების ფერმენტულ სისტემასა და გლიკოგენს შორის.

HISTOLOGY

U. A. GABUNIA, L. I. SHEININA, D. A. KUTIVADZE, A. Sh. GVICHIA,
I. A. GACHECHILADZE, M. P. BOLKVIADZE, L. B. DOLIDZE

PHOSPHORYLASE ACTIVITY AND GLYCOGEN CONTENT IN TUMORS OF VARIOUS LOCALIZATION

Summary

The level of glycogenolysis and phosphorylase activity is the best criterion of carbohydrate metabolism abnormality in tumors.

The process of glycogen synthesis and its accumulation in the malignant tumors of the mamma, stomach and ovary prevails, while phosphorylases (initial enzymes of glycogenolysis) are absent, or have low activity. The glycogen content and phosphorylase activity of cervical parenchymal cells of the vaginal part repeats the character of the metabolism of homologous epithelial cells of the initial tissues.

Thus, all tumors differ as to abnormality of glycogen metabolism and ferment system taking part in phosphorylase disintegration of glycogen, i. e. the correlation between glycogen and phosphorylase activity in tumors of different localization is disturbed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. У. А. Г а б у н и я. Морфология и гистохимия предрака и рака молочной железы человека. Тбилиси, 1964.
2. Г. Годлевский. Труды VIII Международного противоракового конгресса, т. 4. М.—Л., 1963.
3. С. С. К а с а б ъ я н, Ю. М. З а й ч е н к о. Современные методы морфологического исследования в теоретической и практической онкологии. Тбилиси, 1974.
4. К. К. К у р б а н б е р д и е в. Архив патологии, 9, 1973.
5. Н. Т. Р а й х л и н, Н. А. П р о б а т о в а, Е. А. С м и р н о в а. Сб. „Гистохимические методы в диагностике опухолей“. М., 1968.
6. Н. Т. Р а й х л и н, Е. А. С м и р н о в а, Н. А. П р о б а т о в а, Д. Г. З а р и д з е. Сб. „Гистохимические методы в диагностике опухолей“. М., 1968.
7. R. Wegmann, R. Dutu. Ann. d'histochimie, 19, № 1, 1974.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. В. ХУЧУА

ИЗМЕНЕНИЯ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНОЙ
НЕВРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ КЛИНИЧЕСКОЙ
СМЕРТИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 5.5.1977)

Динамика изменений гипоталамо-гипофизарной невросекреторной системы (ГГНС) в постреанимационном периоде недостаточно изучена [1]. Учитывая, что этот вопрос является актуальным не только в теоретическом, но и в практическом плане, мы предприняли данное экспериментальное исследование.

Опыты проведены на 35 собаках-самцах массой от 8 до 18 кг. Клиническую смерть вызывали свободным кровопусканием из бедренной артерии после внутривенного введения гепарина (3 мг/кг). Оживление животных после клинической смерти продолжительностью 5 мин осуществляли комплексной методикой (внутриартериальное нагнетание крови, наружный массаж сердца и вентиляция легких). Для проведения реанимации вышеперечисленными способами использовали созданный нами реаниматор [2].

Животных забивали в различные сроки после реанимации (от 1/2 часа до 6 месяцев). Гипоталамус вместе с гипофизом фиксировали в растворе Буэна и заливали в парафин. Сагитальные срезы окрашивали гематоксилин-эозином, микрофуксином и азуром II-эозином. РНК выявляли галлоцианином при pH 1,64 по Эйнарсону, и невросекреторное вещество — паральдегидфуксином по методу Гомэри—Габа.

Критериями для характеристики функционального состояния ГГНС служили: содержание секреторного вещества и РНК в цитоплазме нейронов, морфология и морфометрия тел, ядер и ядрышек этих клеток, содержание невросекрета в гипоталамо-гипофизарном тракте и задней доле гипофиза.

Для определения профильного поля с помощью окуляр-микрометра измеряли большие и малые диаметры тела нервных клеток, а также их ядер и ядрышек. Перемножением этих двух диаметров получали величины профильного поля в $\mu\text{м}^2$. Концентрацию РНК находили цитоспектрофотометрически по величине оптической плотности в цитоплазме нейронов, которую измеряли двухлучевым цитоспектрофотометром МУФ-5 при длине волны 546 нм по принципу «плаг-метода». Для определения содержания РНК на одну клетку величины профильного поля цитоплазмы умножали на величины оптической плотности.

Содержание невросекрета в цитоплазме, а также в аксонах на уровне ядер и терминалях в задней доле гипофиза определяли полуколичественно по пятибалльной градации.

У интактных собак в большинстве невросекреторных клеток обнаруживается умеренное количество РНК и невросекрета. РНК в виде глыбок располагается в периферических отделах клетки, а невросекрет в виде гранул занимает перинуклеарную часть цитоплазмы. По

ходу гипоталамо-гипофизарного тракта выявляется умеренное количество гранул невросекрета, а неврогипофиз содержит его в большом количестве в виде мелких глыбок и гранул, а также в виде больших и среднего размера каплевидных образований — «тел Герринга». Количество дегенерирующих нейронов колеблется от 4 до 8%.

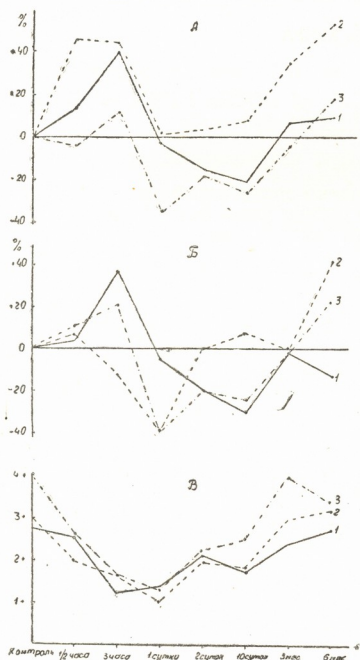


Рис. 1. Морфометрические показатели функциональной активности ГНС в разные сроки после оживления: А. Изменения профильного поля тела (1), ядра (2) и ядрышка (3) нейронов супраоптического ядра. Б—Изменения профильного поля (1), концентрации РНК (2) и содержания РНК(3) цитоплазмы нейронов супраоптического ядра. В. Сдвиги содержания невросекреторного вещества (полуколичественные данные) цитоплазмы нейронов переднего гипоталамуса (1), гипоталамо-гипофизарного тракта (2) и неврогипофиза (3). По оси абсцисс — время после оживления. По оси ординат А и Б.—отклонение от соответствующего контрольного уровня, принятого за 100%; В — количество невросекрета по пятибалльной градации

Спустя 1/2 часа после оживления в супраоптическом ядре, по сравнению с контролем (рис. 1), отмечаются значительное увеличение размеров профильного поля тел и особенно ядер невросекреторных клеток (соответственно на 14 и 47%), некоторое возрастание содержания цитоплазматической РНК (9%), а в неврогипофизе — умеренное уменьшение количества невросекрета. Через 3 часа в супраоптическом ядре, наряду с увеличением размеров тел и ядер (соответственно на 38 и 45%) и возрастанием количества цитоплазматической РНК (17%), увеличиваются и размеры профильного поля ядрышка (12%), а содержание невросекрета значительно уменьшается как в гипоталамо-гипофизарном тракте и задней доле гипофиза, так и в цитоплазме невросекреторных клеток.

Изложенные морфологические сдвиги, за исключением повышенного количества РНК, по данным литературы [3—5], являются бесспорными критериями состояния высокой функциональной активности

ГГНС. Эти показатели косвенно свидетельствуют как об усилении образования, так и об увеличении выведения неврогормонов в кровь.

В отношении характера изменений количества РНК при высокой функциональной активности нервосекреторной системы имеющиеся в настоящее время данные противоречивы. Многие авторы [3] на основании визуальных исследований считают характерным для состояния повышенной активности нервосекреторных клеток уменьшение содержания в цитоплазме РНК. Некоторые исследователи [6], применяя количественные методики, наоборот, показали увеличение содержания РНК при стимуляции функции ГГНС. Более правдивым нам кажется последнее предположение, так как оно основано на объективном методе исследования.

Через сутки после оживления в нервосекреторных клетках супраоптического ядра, по сравнению с контролем, уменьшаются размеры профильного поля ядрышка (36%) и содержания цитоплазматической РНК. Последнее обусловлено резким снижением концентрации РНК в цитоплазме, тогда как площадь ее сечения почти не отличается от нормы. Количество нервосекрета уменьшается по всей ГГНС, причем сравнительно незначительно в цитоплазме нейронов и более заметно в гипоталамо-гипофизарном тракте и неврогипофизе. Через 2 и 10 суток в супраоптическом ядре, наряду с уменьшением размеров профильного поля ядрышек, уменьшается и средняя величина профильного поля тел нервосекреторных клеток, тогда как и площадь ядра не претерпевает изменений. Кроме того, отмечается значительная редукция РНК в цитоплазме нейронов, а нервосекреторное вещество в различных отделах ГГНС в большинстве наблюдений незначительно снижено. Следовательно, такие морфологические изменения, как уменьшение размеров ядрышка и снижение содержания цитоплазматической РНК вкпе с наличием значительного количества клеток со сморщенными перикарионами, по всей вероятности, отображает состояние пониженной функциональной активности ГГНС.

Через 3 месяца после оживления в супраоптическом ядре, по сравнению с контролем, значительно увеличивается профильное поле ядер нервосекреторных клеток. Остальные морфометрические и гистохимические показатели почти соответствуют данным контрольных собак. Значительно уменьшается также, по сравнению с предыдущими сроками наблюдения, количество пикноморфных нейронов, которые составляют 15—20%. Следовательно, можно думать, что ГГНС в эти сроки после сильного пипокоического стресса приближается к состоянию умеренной функциональной активности.

Через 6 месяцев после оживления отмечается увеличение профильного поля ядра и ядрышка, а также содержания РНК в цитоплазме нервосекреторных клеток супраоптического ядра. Увеличение размеров клеточных тел секреторных нейронов статистически недостоверно, а содержание нервосекрета в различных отделах ГГНС соответствует контрольным наблюдениям. Есть основание утверждать, что указанные изменения нейронов, в частности гипертрофия ядер и ядрышек, увеличение количества цитоплазматической РНК, представляют собой признаки внутриклеточной регенерации.

Таким образом, на основании полученных результатов можно отметить, что в ГГНС в восстановительном периоде после клинической смерти от кровопотери происходят фазные структурные изменения, характеризующие состояние возбуждения, активации и истощения дан-



ной системы органов; в дальнейшем наступают дистрофические и некробиотические процессы и вслед за ними компенсаторно-приспособительные изменения секреторных нейронов.

Институт экспериментальной и
клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 12.5.1977)

მაკაბრინებელი მორფოლოგია

ა. ხუჩუა

ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზური ნევროსეკრეტორული სისტემის
ცვლილებები კლინიკური სიკვდილის შემდეგ

რეზიუმე

ძალების გაცოცხლებიდან 0,5 და 3 საათის შემდეგ ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზურ ნევროსეკრეტორულ სისტემაში განვითარებული მორფოლოგიური ცვლილებები მიუთითებენ ამ სისტემის გაძლიერებულ ფუნქციურ აქტივობაზე. 1—10 დღის განმავლობაში—ფუნქციური აქტივობის პროგრესულ დაქვეითებაზე, 3 თვის შემდეგ კი ზომიერ ფუნქციურ აქტივობასთან მიახლოვებაზე. გაცოცხლებიდან 6 თვის შემდეგ სუპრაოპტიკური ბირთვის სეკრეტორულ ნევრონებში აშკარად მქლავნდება უჯრედშიდა რეგენერაციის ნიშნები.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

A. V. KHUCHUA

CHANGES OF THE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSIAL NEUROSECRETORY SYSTEM AFTER CLINICAL DEATH

Summary

In the hypothalamo-hypophysial neurosecretory system of the dog one can observe well-defined dynamics of morphological changes. In 1/2 and 3hrs after resuscitation of the animal the revealed morphological changes manifest high functional activity of that system; from 1 to 10 days these changes show a progressive decrease of functional activity, approaching the state of moderate functional activity within 3 months. In 6 months after resuscitation signs of intracellular regeneration are clearly evident in secretory neurons of the supraoptical nucleus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Романова, В. Е. Локтев. Суд.-мед. эксперт., 3, 1970.
2. К. Д. Эрнстави, Г. Д. Иоселиани, А. В. Хучуа. Авт. свид. № 369908 от 13. 4. 1970 г. бюлл. № 11, 1973, 13.
3. А. А. Войткевич. Нейросекрция. Л., 1967.
4. А. А. Поленов. Гипоталамическая нейросекрция Л., 1968.
5. Б. В. Алешин. Гистофизиология гипоталамо-гипофизарной системы. М., 1971.
6. И. А. Охонская. Цитология, 14, 8, 1972.



УДК 611.13.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. Б. ЛОМИДZE

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
МУКОПОЛИСАХАРИДНОГО СОСТАВА В СТЕНКАХ ВЕНЕЧНЫХ
АРТЕРИЙ ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 29.4.1977)

Коронарная болезнь, ставшая важной проблемой для цивилизованного человечества, в основном обусловлена патологией венечных артерий. Для правильной оценки нарушения процесса обмена в различных слоях стенки венечных артерий необходимо знание возрастных изменений основного вещества. Значение мукополисахаридов (МПС) для сохранности структур стенок сосудов не вызывает сомнений [1—3]. Мукополисахариды регулируют направленное движение тканевой жидкости. Качественные или количественные изменения в системе МПС способны нарушить сосудистую и тканевую проницаемость и тем самым повлиять на процессы метаболизма, в данном случае в самой сосудистой стенке. Увеличение с возрастом количества гликозаминогликанов, т. е. кислых мукополисахаридов (КМПС), в стенках венечных артерий отмечено рядом авторов [4, 5]. Однако многие стороны возрастных изменений состава и количества МПС в стенках венечных артерий и участия МПС в возникновении и становлении атеросклероза все еще не ясны.

С целью определения содержания МПС в стенках венечных артерий были изучены сердца 65 трупов практически здоровых мужчин: детского (1—12 лет), подросткового и юношеского (13—21 года), зрелого (22—44 лет), среднего (45—59 лет), пожилого (60—74 лет), старческого (75—89 лет) возрастов. Исследовались различные отрезки левой и правой венечных артерий, а также передней межжелудочковой и огибающих ветвей.

Для определения кислых и нейтральных мукополисахаридов (НМПС) был использован материал, взятый по возможности в ранние сроки (не позднее 6 часов) после наступления смерти. НМПС выявлялись по методу Шабадаша, КМПС — по методу Хейля. Достоверность их наличия подтверждалась обработкой контрольных срезов соответственно амилазой и тестикулярной гялуронидазой.

Проведенное исследование показало, что в детском возрасте КМПС обнаруживаются во всех слоях стенки сосудов, особенно много их в подэндотелиальном слое. На протяжении детского возраста количество КМПС неуклонно нарастает. Следует также подчеркнуть, что в детском возрасте (первый год) стенки венечных артерий и их ветвей, а именно передней межжелудочковой артерии, развиты неравномерно: преобладают толщина субэпикардальной стенки над миокардиальной и соответственно содержание КМПС в ней, но эта разница после года (с возрастом) сглаживается.

Прирост количества МПС продолжается и в подростковой и юношеском возрасте. В этой возрастной группе МПС также выявляются



во всех слоях стенки венечных артерий. К концу юношеского возраста во всех ветвях венечных артерий обнаруживается умеренное количество НМПС в подэндотелиальном слое расширенной интимы. В меди НМПС обнаруживаются в меньшем количестве между мышечными клетками. Адвентиция же содержит малое количество НМПС.

В зрелом возрасте количество МПС в стенках венечных артерий, по сравнению с предыдущими возрастами, еще больше увеличивается. Значительное увеличение количества МПС наблюдается в интима к концу первого и на протяжении всего второго периода зрелого возраста. Так что с возрастом происходит постепенное накопление КМПС и НМПС в стенках венечных артерий.

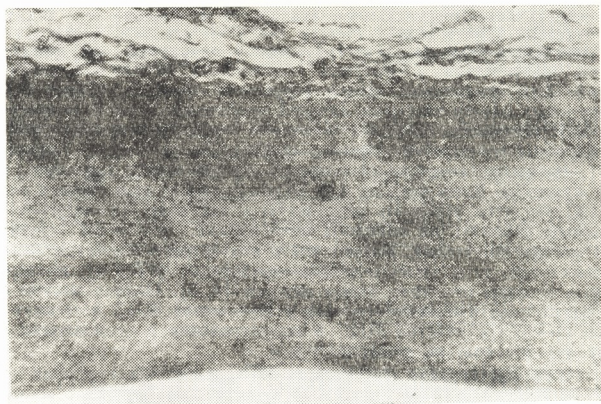


Рис. 1. Левая венечная артерия. Мужчина 32 лет. В интима НМПС распределены неравномерно. В меди НМПС распределены между мышечными волокнами. Окраска по Шабдашу. Об. 10. Ок. 3, 2

В среднем возрасте НМПС в большом количестве содержатся в интима венечных артерий. В значительном количестве они обнаруживаются и в меди, а именно в межмышечных щелях, выявляясь в виде гомогенной массы. Особенно большое скопление НМПС отмечается в участках формирования атероматозных бляшек.

В этой возрастной группе КМПС, т. е. гликозаминогликаны, обнаруживаются в большом количестве в участках интимы со значительным набуханием и разрыхлением волокнистого остова, а на месте утолщения интимы имеются крупные глыбки КМПС.

Пожилой возраст характеризуется особой мозаичностью гистохимической реакции на ПМС. В интима и меди венечных сосудов, наряду с участками, содержащими малое количество НМПС, обнаруживаются участки как с избыточным содержанием НМПС, так и с полным их отсутствием. Как и в среднем возрасте, НМПС особенно много в участках формирования атероматозных бляшек. В пожилом возрасте скопившиеся НМПС как бы раздвигают мышечные волокна, рас-

ширя промежутки между ними. В участках же разрыхления интимы, особенно в щелях между волокнистыми образованиями, НМПС обнаруживаются в минимальном количестве.

В пожилом возрасте в стенках венечных артерий отмечается тенденция к уменьшению количества КМПС, по сравнению со средним возрастом. Однако в участках разволокнения интимы выявляется сравнительно большое количество КМПС.

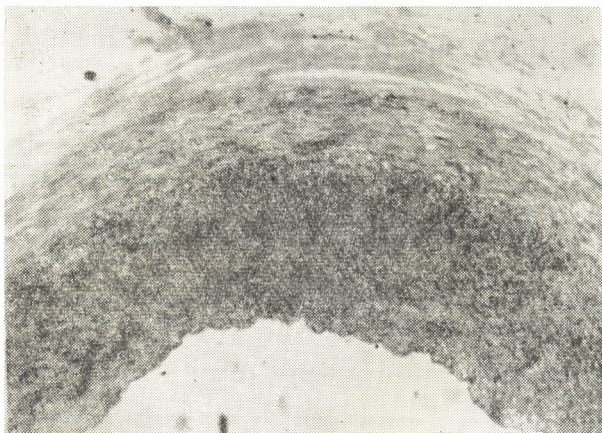


Рис. 2. Левая венечная артерия. Мужчина 55 лет. В расширенной интиме участки, не содержащие КМПС, чередуются с участками, богатыми ими. Окраска по Хейлу. Об. 10. Ок. 3, 2

В старческом возрасте в интиме продолжает наблюдаться тенденция к уменьшению количества НМПС и особенно КМПС. Во всех ветвях венечных артерий места разрыхления интимы окрашены в бледно-розовый цвет и содержат умеренное количество НМПС. Между мышечными волокнами НМПС обнаруживаются в малом количестве, а в адвентиции их еще меньше.

КМПС в большом количестве обнаруживаются в местах разрыхления интимы в виде аморфно-печистой массы, отмечаются также нити и волокна, положительно реагирующие на гликозаминогликаны. Между мышечными волокнами КМПС скапливаются в меньшем количестве, особенно в отдельных участках меди. В адвентиции КМПС мало.

Трудно дать правильную оценку тому факту, что (на изученном материале) у лиц пожилого и старческого возрастов в стенках венечных артерий значительно уменьшается количество МПС и, в частности, КМПС, по сравнению со средним возрастом. Следует отметить, что в средней возрастной группе НМПС в большем количестве обнаруживаются в основном в очагах набухания и извилистости волокон интимы в участках формирования бляшек.

Можно лишь предположить, что нарастание количества МПС в молодом возрасте вплоть до среднего возраста отражает процесс формирования и становления структуры стенок венечных артерий, в основном ее волокнистых элементов и основного вещества, тогда как уменьшение МПС в пожилом и старческом возрастах является манифестацией процесса инволюции тех же структур. Скопление МПС в очагах набухания и поэтапного формирования атероматозной бляшки следует рассматривать как результат выпадения мукоидных субстанций, принимающих участие в морфогенезе волокнистых структур, а позже инволюции стенки венечных артерий.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экспериментальной морфологии
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 29.4.1977)

მასპარეზობს მდივანი

6. ლომიძე

აღანიანის გვირგვინოვანი არტერიების კედლის მუკოპოლისაქარი-
 დული შემადგენლობის ასაკობრივი ცვლილება

რეზიუმე

შესწავლილია გვირგვინოვანი სისხლძარღვების კედელში მუკოპოლისაქარი-
 დების შემცველობის ასაკობრივი თავისებურებანი. დადგინდა, რომ მუკოპოლისა-
 ქარიდების რაოდენობა იზრდება ბავშვთა ასაკიდან საშუალო ასაკის ჩათვლით და
 გარკვეულ გავლენას ახდენს გვირგვინოვანი არტერიების კედლის სტრუქტურის
 ფორმირებაზე. მუკოპოლისაქარიდების რაოდენობის შემცირება ხანში შესულ და
 მოხუცებულთა ასაკში მიუთითებს ამ სტრუქტურის ინვოლუციაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. B. LOMIDZE

AGE CHANGES OF THE MUCOPOLYSACCHARIDE COMPOSITION IN THE WALLS OF HUMAN CORONARY ARTERIES

Summary

The study has shown that mucopolysaccharide composition in the walls of human coronary arteries increases from childhood to middle age, reflecting the process of the emergence and development of the structure of the walls of coronary arteries. Decrease of the mucopolysaccharide composition in middle- and old age points to the involution process of the structure in question.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Давыдовский. Сб. „Срдечно-сосудистая система при старении“. Киев, 1966.
2. А. И. Струков. Патологическая анатомия. М., 1971.
3. А. В. Смольяников, Т. А. Наддачина. Архив патологии, № 5, 1976, 19—27.
4. В. Х. Анестиади. Автореферат докт. дисс. Кишинев, 1963.
5. C. Velican, D. Velican. Histochemie des glucides en Pathologie Humane. Paris, 1969, 327—328.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Е. В. НЕЧАЕВА, А. М. БАРЕНБОЙМ, В. И. ТРУБНИКОВ, С. Г. ГАСАНОВ,
З. А. ЗУРАБАШВИЛИ, М. М. ДЖИНЧАРАДЗЕ

ВЫЯВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
СПЛЕНИНА, ОБЛАДАЮЩИХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОМ
ДЕЙСТВИЕМ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 4.5.1977)

Наряду с другими биологическими свойствами, спленин обладает способностью уменьшать местные воспалительные реакции [1]. Целью работы являлось выявление биологически активных веществ спленина, обладающих указанным действием. Для этого препарат разделяли на фракции и изучали противовоспалительное действие каждой из них в отдельности.

100 мл препарата упаривали в вакууме (40—60 мм рт. ст., температура 65—70°C). К сухому остатку приливали 20 мл [2] хлороформ-метанола (2:1), перемешивали 30 минут и центрифугировали. Полученный осадок, представляющий собой первую фракцию водорастворимых веществ, вновь обрабатывали хлороформ-метанолом (2×10 мл). Объединенные экстракты взбалтывали 5 минут с 8 мл 0,9% NaCl. После образования двух фаз с пограничным слоем между ними, по-видимому протеолипидного характера [3], фазы разделяли. Операцию повторяли трижды. Последнее разделение проводили после 12-часового отстаивания. Объединенные верхние фазы содержали вторую фракцию водорастворимых веществ, нижние — общие липиды.

Общие липиды спленина делили на полярные и неполярные методом препаративной тонкослойной хроматографии [4], для чего использовали систему для анализа неполярных липидов:гексан-диэтиловый эфир-ледяная уксусная кислота (90:10:1). Со старта соскребали полярные липиды, в том числе фосфолипиды, с остальной части пластины — неполярные. Липиды из силикагеля экстрагировали хлороформ-метанолом (2:1).

Противовоспалительное действие спленина и его фракций изучали на морских свинках белой масти весом 200—220 г. Проведено 220 кожных реакций на 55 животных. По количеству изучаемых фракций, включая цельный препарат, животные разделены на девять групп (две контрольные). Кожно-некротическую реакцию вызывали внутрикожным введением 25 мг линкомицина гидрохлорида в 0,1 мл физиологического раствора (активность 100000 ЕД). Инъекцию препарата осуществляли в латеральные участки грудной клетки, по две с каждой стороны. Изучаемые фракции спленина вводили внутрибрюшинно в количестве 0,5 мл, что соответствовало их содержанию в 1 мл цельного препарата. Сам препарат вводили в количестве 1 мл на свинку.

Животным I группы вводили фракцию полярных липидов, II — общих (очищенные липиды). III группа получала фракцию протеолипидов, IV — цельный препарат. Фракцию неполярных липидов, I и II фракции водорастворимых веществ вводили животным V, VI и VII



групп соответственно. VIII группа, получавшая растворитель спленина (10%-ный раствор этилового спирта в физиологическом растворе), служила контролем для спленина и содержащих водорастворимые вещества фракций. IX группа, получавшая 10% раствор этилового спирта в физиологическом растворе с добавлением 1% твина-80, служила контролем для липидных фракций.

Площадь некротических участков кожи измеряли через 48 часов после введения. Учитывали только выраженные некротические реакции. Воспалительные участки измеряли [1] и определяли их среднеарифметические величины. Процент уменьшения воспалительного участка рассчитывали по контролю. Материал обрабатывали статистически.

Изменения размера воспалительного участка под влиянием спленина и его фракций, мм²

Группы	Испытуемые фракции	Размеры воспалит. участка	% снижения	Достоверность
I	Полярные липиды	4,3±0,3	41,9	P > 0,001
II	Общие липиды	4,3±0,2	33,8	P > 0,001
III	Протеолипиды	5,3±0,2	28,4	P > 0,001
IV	Спленин	5,4±0,1	30,8	P > 0,02
V	Неполярные липиды	5,5±0,2	25,7	P > 0,001
VI	Водорастворимые вещества (I фракция)	7,8±0,4	—	—
VII	Водорастворимые вещества (II фракция)	7,3±0,3	—	—
VIII	Контроль I	7,8±0,3	—	—
IX	Контроль II	7,8±0,3	—	—

Из приведенной таблицы видно, что у получавших спленин морских свинок (IV группа) отмечались, по сравнению с контролем (VIII группа), уменьшение размера воспалительного участка на 30,8%, исчезновение общего отека и образование струпа. Под влиянием фракций общих липидов, практически свободных от водорастворимых веществ, размеры воспаления также достоверно уменьшались (33,8%). Таким образом, фракция, состоящая преимущественно из липидов, тормозит кожно-некротическую реакцию. Указанное, видимо, связано с тем обстоятельством, что, являясь источником энергии, липиды поддерживают целостность биохимической структуры ткани [5]. В торможении процесса воспаления значительную роль играют также непредельные жирные кислоты, недостаток которых в организме вызывает тяжелые поражения кожных покровов [6]. Действительно, изучив жирнокислотный состав липидов спленина методом газо-жидкостной хроматографии, мы обнаружили значительные количества ненасыщенных жирных кислот, в том числе олеиновой, линолевой, линоленовой.

У получавших протеолипиды и неполярные липиды животных (III и IV группы соответственно) также уменьшался размер воспаления. Особого внимания заслуживает фракция полярных липидов. Под ее влиянием (I группа) размер воспалительного участка уменьшался на 41,9%. Сравнение действия изучаемых фракций подтвердило, что наибольший эффект в уменьшении размера воспалительного участка оказывает фракция полярных липидов. Она в основном состоит из фосфолипидов, которые, по-видимому, и обладают противовоспалительным действием. Указанное подтверждается литературными данными

[7, 8] о способности фосфолипидов оказывать стимулирующее действие на процессы заживления.

Фракции, содержащие водорастворимые вещества (VI и VIII группы), противовоспалительным действием практически не обладали.

Научно-исследовательский институт по стандартизации и контролю лекарственных средств
 МЗ СССР

Научно-исследовательский институт психиатрии им. М. М. Асатиани
 МЗ СССР

(Поступило 12.5.1977)

მაკსაბრეშვალე მდივანი

ი. ნეჩაევა, ა. ბარენბოიმ, ვ. ტრუბნიკოვი,
 ს. გასანოვი, ზურ. ჯურაბაშვილი, მ. ჯინჩარაძე

ანთების საწინააღმდეგო უნარის მქონე სპლენინის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოვლენა

რეზიუმე

გამოვლენილია სპლენინის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც ხასიათდებიან ანთების საწინააღმდეგო მოქმედებით. ამ მიზნით პრეპარატი დაცევივით ფრაქციებად. გამოკვლევები ჩავატარეთ ზღვის გოქებზე. კან-სანეკროზო რეაქციას ვიწვევდით ლინკომიცინით. თხელფენოვანი პრეპარატული ქრომატოგრაფიული მეთოდით სპლენინი დაცევივით შემდეგ ფრაქციებად: საერთო ლიპიდები, პოლარული და არაპოლარული ლიპიდები, პროტეოლიპიდები და წყალში ხსნადი ნივთიერებები (2 ფრაქცია).

ნაჩვენებია, რომ ანთების საწინააღმდეგო მოქმედებით ხასიათდება ბიოლოგიურად აქტიური პოლარული ლიპიდების ფრაქცია, რომელიც ძირითადად ფოსფოლიპიდებისაგან შედგება.

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. B. NECHAEVA, A. M. BARENBOIM, V. I. TRUBNIKOV, S. G. GASANOV,
 Zur. A. ZURABASHVILI, M. M. JINCHARADZE

IDENTIFICATION OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE ANTIINFLAMMATORY SUBSTANCES OF SPLENIN

Summary

The local antiinflammatory action of various fractions of splenin has been investigated. It is shown that the biologically active fraction having an antiinflammatory effect is that of polar lipids mainly consisting of phospholipids.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Баренбойм, С. Г. Гасанов, Л. А. Шевнюк. Бюлл. exper. биол. и мед., 7, 1976.
2. I. Folch, M. Lees, G. Stanley, J. Biol. Chem., 226, 1957.
3. К. Г. Манукян. Сб. «Вопросы биохимии мозга», I. Ереван, 1964.
4. Х. Мангольд. Хроматография в тонких слоях. М., 1935.
5. Л. Т. Николаева. Сб. «Ожоговая болезнь». Киев, 1975.
6. Е. К. Алимова, А. Т. Аствацатурян, Л. В. Жаров. Избранные лекции по биохимии липидов. М., 1974.
7. M. B ü r g e r. Einführung in die pathologische Physiologie, Leipzig, 1956.
8. E. K l e n k. Sphingomyelin, 2, 1955.



УДК 612.019

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ГЕЛАШВИЛИ, Ц. В. ГАЧЧИЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯИЧНИКОВ
КРЫС ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 30.4.1977)

Облучение крыс рентгеновыми лучами в дозе 550 рад вызывает определенные ультраструктурные изменения в клеточных элементах яичников. Особенно ярко выражены изменения со стороны ядра и цитоплазматической сети фолликулоцитов. В ряде случаев их ультраструктурные сдвиги аналогичны с изменениями при злокачественном росте клетки. Учитывая известное бластомогенное действие ионизирующей радиации, можно предположить, что возможная дальнейшая пролиферация дедифференцированных клеток может привести к развитию злокачественной опухоли яичника.

Функциональные и морфологические исследования яичников при любом виде воздействия ионизирующего излучения со всей достоверностью указывают на высокую их радиочувствительность и радиопоражаемость. Интеграция многообразных клеточных элементов, ответственных за столь же многообразные функции данного органа, обуславливает необходимость изучения яичника при облучении организма.

Известно, что при облучении яичников первостепенная роль принадлежит особой радиочувствительности фолликулов [1—7 и др.], меняющейся в зависимости от стадии их созревания. Степень повреждения структурных компонентов яичника находится в прямой зависимости от дозовых нагрузок и варьирует от легкопереходящих, обратимых изменений вплоть до полной стерилизации и развития злокачественных новообразований. Однако механизмы лучевых повреждений различных тканевых компонентов яичника, их взаимосвязь и взаимозависимость, являющиеся функцией интеграции клеток, пока еще остаются невыясненными. Изучение лучевого поражения морфо-функциональных единиц на субклеточном и молекулярном уровнях может пояснить некоторые механизмы повреждения сложного клеточного аппарата яичников.

Динамика тканевой реакции яичников на лучевое повреждение, выражающаяся в первоначальной повреждаемости фолликулярного эпителия, послужила основанием к его ультраструктурному изучению.

Объектом исследования были половозрелые крысы линии Вистар, облученные рентгеновыми лучами в дозе 550 рад/КФР 60 см, фильтры— 0,5 мм меди, 1 мм алюминия, мощность дозы — 35 р/мин. Животные забивались на 5, 8, 12, 15, 23 и 33-й день после облучения. Фиксация материала производилась в 1% растворе четырехоксида осмия. Ультратонкие срезы, полученные на ультратоме LKB, просматривались в электронном микроскопе Tesla-BS-500.

Для фолликулоцитов облученных животных характерна неоднородность постлучевой реакции: часть клеток по своей ультраструктурной



организации близка к норме, другая характеризуется повреждением как отдельных органелл клетки, так и их совокупности.

Наблюдаются значительные изменения в ядерных структурах — появляются множественные инвагинации ядерной оболочки, ярко выражена складчатая поверхность (рис. 1), неравномерно расположен хроматин. Вдоль ядерной оболочки происходит его конденсация. В некоторых клетках встречается подковообразное ядро (рис. 2). В ядрышках преобладает гранулярный компонент.

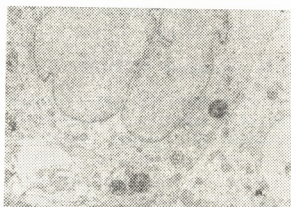


Рис. 1. Почти вся площадь фолликулоцита занята ядром. Ядерная мембрана образует инвагинации ($\times 14000$)

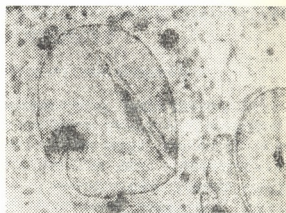


Рис. 2. Крупное ядро фолликулоцита с втяжениями ($\times 10000$)

Характерно общее уменьшение поверхностных мембран — специализированных структур цитоплазмы — микроворсинок фолликулоцитов; уменьшается общая площадь, занимаемая десмосомами, редуцируется и число W-образных соединений клеток (они частично растягиваются).

В большинстве случаев повреждение митохондрий обратимо. Обычно же наблюдаются их набухание и округление, просветление матрикса. Часть митохондрий остаются структурно неповрежденными или слегка набухшими. В ряде случаев встречаются митохондрии причудливой формы, следовательно, имеет место полиморфизм этих органелл.

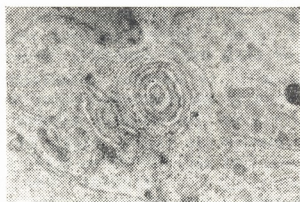


Рис. 3. Мембраны цитоплазматической сети фолликулоцита образуют спиралевидные структуры ($\times 24000$)

Цитоплазматическая сеть с рибосомами разрастается и спиралевидно закручивается (рис. 3). В некоторых клетках она расширена, появляются крупные вакуоли. Много свободных рибосом и полисом. В

ных клетках цитоплазматическая сеть преобразуется в сплошные пузырьковидные структуры. Общее содержание мембранных компонентов заметно снижается, увеличивается концентрация свободных рибосом. Наблюдаются дезорганизация и деструкция тонофиламентов. Появляются лизосомы типа аутофаголизосом, в которых отмечаются вакуолизация включений и образование глыбок из мелких осмиофильных гранул. В ряде клеток встречаются большие вакуоли с деструктивными элементами. Ядерно-цитоплазматические соотношения изменены в пользу ядра.

Обнаруженные изменения фолликулоцитов в ряде случаев напоминают картину, характерную при злокачественном росте клетки.

При облучении животных проникающей радиацией в фолликулоцитах яичников, помимо ядерных нарушений, очевидно, происходят биохимические сдвиги и тонкие структурные нарушения в цитоплазме, которые в дальнейшем неблагоприятно скажутся на развитии ооцита.

Конденсация хроматина при нелетальных радиационных повреждениях рассматривается как биологическая адаптация клетки [7]. Отмеченные нами изменения ядер и ядрышек свидетельствуют о значительном повышении функциональной активности, что можно рассматривать как структурную реорганизацию, указывающую на дедифференцировку облученных клеток в процессе репарации повреждения. Ослабление межклеточной связи снижает действие факторов, обусловленных интеграцией клеток. Редукция специализированных структур (микроворсинок), ослабление межклеточной связи при облучении не только является следствием повреждающего действия облучения, но и, видимо, представляет защитную реакцию, так как подавляет (снижает) специфические функции фолликулоцитов.

Наличие многочисленных свободных рибосом и полисом, очевидно, связано с усилением интрацеллюлярного биосинтеза структур клеток. Разрастание эндоплазматической сети также связано с повышением биосинтеза клетки, направленного на потребности личных ее нужд, что сказывается также на дальнейшем развитии ооцита, а в дальнейшем и на потомстве.

Наличие аутолизосом, вакуолей с деструктивными элементами— своеобразное выражение самозащиты клетки, которая изолирует погибшие органеллы и указывает на наличие репарации.

В начальные сроки после облучения степень повреждения ультраструктур преобладает над процессами репарации, а с 12-го дня наблюдения компенсаторно-репаративные реакции выявляются более четко, однако процессы глубокой деструкции прослеживаются до конца опыта и в ряде случаев имеют даже необратимый характер.

В заключение следует отметить, что дальнейшая пролиферация таких полиморфных дедифференцированных фолликулоцитов настораживает исследователя в связи с известным бластомогенным действием ионизирующей радиации.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 12.5.1977)

პ. ბელაშვილი, ც. გაჩეჩილაძე

 დასხვივებული ვირთავგვების საკვირცხეების ზოგინერთი
 ულტრასტრუქტურული მაჩვენებელი

რეზიუმე

შესწავლილია დასხვივებული ვირთავგვების საკვირცხეების ფოლიკულოციტების ულტრასტრუქტურული ცვლილებები. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ბირთვისა და ციტოპლაზმის სხივური ცვლილებები რიგ შემთხვევაში მოგვავონებს სიმსივნური უჯრედების ულტრასტრუქტურას, რის გამოც ასეთი უჯრედების სავარაუდო შემდგომი პროლიფერაცია შესაძლო კავშირშია მაიონიზებული გამოსხივების ბლასტომოგენურ მოქმედებასთან.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. GELASHVILI, Ts. V. GACHECHILADZE

 SOME ULTRASTRUCTURAL INDICES OF IRRADIATED
 RAT OVARIES

Summary

The ultrastructural changes of folliculocytes of irradiated rat ovaries have been studied.

In a number of cases the radical changes of the nuclei and cytoplasm resemble the ultrastructure of tumour cells.

It is suggested that proliferation may be connected with the blastomogenic activity of irradiation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Левитин. Труды Центр. Ин-та рентгенологии и радиологии. Л., 1940, 103—106.
2. Л. А. Кащенко. Вопросы радиобиологии, 2, 1957, 254—275.
3. А. В. Губарева. Мед. радиология, 13, 2, 1968, 86—88.
4. D. G. Grips, F. A. Ford. Surg. Gynec. Obst., 1932, 55, 1—6, 595—606.
5. J. T. Genter. Am. J. Anat., 1934, 55, 1, 1—46.
6. L. B. Russel, K. F. Stelzner, W. L. Russel. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 1959, 102, 2, 471—479.
7. И. Б. Токин. Проблемы радиационной цитологии. Л., 1974.



Л. Т. ЧЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ВЕРХНЕМИОЦЕНОВЫХ ФЛОР ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 4.5.1977)

Изучение сарматской флоры Грузии в значительной степени дополняет и расширяет уже сложившиеся представления о путях развития миоценовой флоры Кавказа.

Миоценовая флора представляет собой один из самых интересных этапов в развитии растительного мира прошлых геологических эпох. Видовое богатство миоценовой флоры и, в отличие от флор палеогена, почти исключительно рецентный состав родов создают реальную предпосылку для выявления закономерностей становления современной флоры той или иной территории.

Несмотря на то что изучение миоценовых флор Грузии ведется уже несколько десятилетий, данные о ней носят все еще отрывочный характер. Пожалуй, самыми скудными являются данные по флорам нижнего и нижних горизонтов среднего миоцена [1, 2], свидетельствующие, по мнению одного из их исследователей [1], о жарком и сухом климате.

Наиболее детально изученными и богатыми по составу являются к настоящему времени караганско-конкские флоры Имеретии и Южной Осетии [3], а также ниже- и среднесарматские флоры Абхазии, Гурии, Кахетии [2, 4, 5].

Основываясь на изученных им отпечатках листьев и спорово-пыльцевых данных, приводимых И. Ш. Рамишвили [6], Г. С. Аваков заключает, что караганско-конкские флоры Грузии сохранили почти все архаичные, характерные для флор более древних эпох, черты и в то же время носят в себе элементы, свойственные молодым флорам, в том числе рецентным. Черты последних, однако, слабо отраженные в листовых флорах, довольно хорошо представлены в палинологических данных и, по сути, не уступают плиоценовым в спорово-пыльцевых комплексах [7, 8, 9]. Судя по отпечаткам листьев, господствующим типом караганско-конкской растительности Грузии были вечнозеленые, в основном жестколистные и влажносубтропические леса. Климат этого времени характеризуется как жаркий и сухой.

Верхнемиоценовые (ниже- и среднесарматские) флоры Грузии характеризуются преобладанием вечнозеленых субтропических растений и значительным участием теплоумеренных и умеренных форм.

Особенным богатством и обилием вечнозеленых субтропических деревьев и кустарников отличаются среднесарматские флоры Абхазии [5]. Соотношение остатков растений и их биоэкологические особенности позволяют с уверенностью заключить о существовании в сармате Абхазии «нижнегорного пояса **типичных** (выделено нами. — Л. Ч.) вечнозеленых субтропических лесов с преобладанием лавровых, также мирзиновых» [5]. Наряду с ними, довольно хорошо пред-



ставлены в ней и листопадные, свойственные влажному теплоумеренному и даже умеренному климату. Гемиксерофильные виды в сармате Абхазии, как и вообще в Западной Грузии, немногочисленны.

Тесная связь сарматской флоры Абхазии с типично субтропическими и даже тропическими флорами определяет, по А. А. Колаковскому, их сходство с олигоценово-миоценовыми флорами Европы. Это вполне объяснимо в свете имеющихся ныне данных о развитии ископаемых флор Колхиды вплоть до плейстоцена, свидетельствующих о древности ее как рефугиума [10, 11]. Физико-географическое положение Колхиды, относительное постоянство условий морского климата на ее территории определили возможность длительного переживания растительности архаичного типа и относительно замедленные темпы ее развития.

Что касается ниже- и среднесарматских флор Восточной Грузии [2, 4], то в них богато представлены компоненты как жестколистной, так и влажносубтропической формации. Однако в сарматское время в жестколистной формации Восточной Грузии уже не встречаются древние формы и значительно возрастает роль средиземноморского элемента.

После среднего сармата на рассматриваемой территории предполагается постепенное изменение климатических условий в сторону некоторого похолодания и повышения сухости. Этот процесс протекал параллельно с усилением орогенетических движений и сокращением акватории бассейна.

Судя по спорово-пыльцевым комплексам [12], регрессия моря, увеличение площади литоралей способствовали развитию ксерофильной растительности.

К сожалению, по Восточной Грузии все еще нет данных о развитии ископаемых флор от сармата до среднего плиоцена. Средний плиоцен Восточной Грузии характеризуется большим участием (до 40%) субксерофильных теплоумеренных средиземноморских растений, типичных представителей маквиса, шибляка и, возможно, аридного редколесья с вечнозелеными лавровыми [13].

Таким образом, жестколистная формация, еще игравшая существенную роль в ниже- и среднесарматском растительном покрове Восточной Грузии [2, 4], трансформируясь, постепенно теряла вечнозеленые формы, обогащаясь одновременно средиземноморскими теплоумеренными растениями. В среднем плиоцене она обретает вид средиземноморского маквиса и, возможно, аридного редколесья.

Несколько иным был путь развития миоценовой флоры Западной Грузии. К сожалению, о среднемиоценовой флоре Западной Грузии имеются данные лишь по караганскому и конкскому горизонтам Имеретии [3, 6]. Компоненты жестколистной формации составляют здесь в среднем от 10 до 20%. Основная масса флоры представлена лавровыми и частично листопадными формами. Характерно при этом, что представители среднемиоценовой флоры Имеретии отличаются от караганско-конкской флоры Юго-Осетии более крупнолиственными формами. Теплый климатический режим и избыток влаги на всем протяжении верхнего миоцена и плиоцена способствовали сохранению в сармате не только большинства влажносубтропических, но и более древних видов флоры.

Несмотря на то что по верхнесарматским флорам нет данных, исключительно богатый и разнообразный состав плиоценовых флор указывает на влажносубтропический климат и незначительную роль субксерофильного элемента, представленного исключительно средиземно-

морскими видами, едва достигавшими 10% в понте Кодора [7—9, 14].

Таким образом, имеющиеся данные позволяют с уверенностью предполагать, что уже со второй половины среднего миоцена наблюдаются определенные различия в развитии ископаемых флор Западной и Восточной Грузии. Не лишено вероятности, что они возникли и несколько ранее, однако данных по более древним флорам Грузии, по существу, еще нет.

Тесные генетические связи с миоценовыми флорами Закавказья и Европы, таксономический состав растительных формаций позволяют с полным основанием заключить о типично миоценовом облике сарматской флоры Грузии. Основное ядро флор сармата Грузии составляют вечнозеленые субтропические растения со значительным участием теплоумеренных и умеренных форм. При этом подавляющее большинство таксонов этих флор характерно именно для миоцена.

В отличие от сарматских, основное ядро мэотических флор Грузии составляли уже растения теплоумеренных и умеренных группировок [9]. Вечнозеленые покрытосеменные растения, особенно лавровые, хотя и составляли еще значительную примесь к летнезеленым, однако, как предполагает А. А. Колаковский [14], ландшафтообразующей роли в мэотисе уже не играли.

Мэотическая флора Грузии, сохраняя тесную связь и генетическую преемственность с предшествующими, тем не менее по преобладающему составу таксонов и господствующему типу растительности значительно ближе к плиоценовым флорам (понт, киммерий), нежели к миоценовым. В мэотисе уже определенно появляются виды, тождественные современным или очень близкие к ним. Именно с мэотиса начинается плиоценовый этап развития ископаемых флор Грузии.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии

(Поступило 12.5.1977)

პალეობიოლოგია

ლ. ზალიძე

საქართველოს ზედამიოცენური ფლორების პალეობიოლოგის
 საკითხისათვის

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს სარმატულ ფლორებში გაბატონებულია მარადმწვანე ტენისმოყვარული სუბტროპიკული მცენარეები, ცვენადფოთლოვანი ფორმების მნიშვნელოვანი მონაწილეობით; ჰემიქსეროფილური სახეობები მცირეა.

აღმოსავლეთ საქართველოს სარმატული ფლორები გამოირჩევიან როგორც ტენიან-სუბტროპიკული, ისე ჰემიქსეროფილური ფორმაციების განვითარებით.

სარმატის შემდეგ აღმოსავლეთ საქართველოში ქსეროფილური მცენარეების როლი თანდათან იზრდება. შუა პლიოცენში იგი ხმელთაშუა ზღვის ზოლის მაკვისის სახესღებულობს.

დასავლეთი საქართველო მთელი ზედამიოცენური-პლიოცენური დროის განმავლობაში ტენის მოყვარული მცენარეების განვითარებით ხასიათდება.

საქართველოს სარმატული ფლორა ტიპური მიოცენური ფლორაა.

L. T. CHELIDZE

 CONCERNING THE EVOLUTION OF THE LATE MIOCENE
 FLORAS OF GEORGIA

Summary

The article deals with the study of the Late Miocene floras of Georgia and their evolution in time. Certain distinctions in the development of fossil floras of eastern and western Georgia are noted as far back as the second half of the Middle Miocene.

The author assumes that according to the predominant composition of taxa and prevailing type of vegetation the Maeotian flora of Georgia has much more in common with the Pliocene floras than with the Miocene ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. А. Мchedlishvili. ДАН СССР, 190, № 3, 1955.
2. М. Д. Узнадзе. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси, 1965.
3. Г. С. Аваков. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1970.
4. Л. Т. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 2, 1972.
5. А. А. Колаковский, А. К. Шакрыл. Труды Сухум. бот. сада, вып. 22, 1976.
6. И. Ш. Рамишвили. Палинология в СССР. М., 1976.
7. Н. Д. Мchedlishvili. Флора и растительность киммерийского века по данным палинологического анализа. Тбилиси, 1963.
8. И. Ш. Рамишвили. Понтическая флора Западной Грузии по данным палинологического анализа. Тбилиси, 1969.
9. Х. Н. Пурцеладзе, Е. А. Цагарели. Мэотическая флора Юго-Западной Грузии. Тбилиси, 1974.
10. К. И. Чочиева, Н. С. Мамацашвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
11. К. И. Чочиева, Н. С. Мамацашвили. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977.
12. П. А. Мchedlishvili, Н. Д. Мchedlishvili. Труды Сектора палеоботаники АН ГССР, т. II, 1954.
13. А. А. Колаковский, И. К. Ратиани. Труды Сухум. бот. сада, вып. 16, 1967.
14. А. А. Колаковский. Плиоценовая флора Кодора. Сухуми, 1964.



Е. Г. АХВЛЕДИАНИ

О РОДЕ *METADACNA* (EBERSIN) ИЗ ПЛИОЦЕНОВЫХ СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 3.5.1977)

Известно, что солонватоводные плиоценовые отложения Западной Грузии (Гурии, Мегрелии и Абхазии) содержат остатки многочисленных форм семейства *Cardiidae*, особенно важные для стратиграфического расчленения соответствующих осадков. Можно думать, что эта часть морской акватории Черноморского бассейна представляла собой основной очаг или, по крайней мере, значительную часть этого очага, где в течение поздней части понтического века и на протяжении последующих веков формировались многочисленные виды и даже роды моллюсков. Одни из этих таксонов в процессе прохореза распространялись в других частях этой акватории, однако многие из этих форм известны только на небольшом участке Западной Грузии и, возможно, не расселились за пределами соответствующей части бассейна. В этом отношении большой интерес представляет группа из киммерийских отложений Абхазии, типичный представитель которой был в свое время назван *Prosodacna metoica* Davitashvili [1]. А. Г. Эберзин [2] выделил эту форму в монотипный подрод *Prosodacna (Metadacna)*, указав при этом, что ее надо исключить из рода *Prosodacna* Tournoier, а в дальнейшем выделить даже в самостоятельный род. Нижеследующий диагноз показывает, что она существенно отличается от всех прозодакн.

Любопытно, что другая форма этой группы была встречена нами в более молодых, куяльницких отложениях Абхазии.

Семейство *Cardiidae* Lamarck, 1819

Подсемейство *Limnocardiinae* Stoliczka, 1871

Род *Metadacna* (Ebersin), 1959

Диагноз. Раковина от небольших до довольно крупных размеров, выпуклая, умеренно толстостенная, овально округлая. Макушка почти центральная, завернутая, не соприкасается носиком с замочным краем. Ребра округлые, выпуклые, гладкие. Межреберные промежутки широкие в передней части раковины, сужаются к середине ее. Замочная пластинка узкая, тонкая, дугообразно изогнутая. В замке правой створки имеются два сильно рудиментированных кардинальных зуба, два переднебоковых и один задний боковой. В левой створке присутствует слабый рудиментированный кардинальный и один только развитый переднебоковой зубы. Ребра внутренней поверхности явственные, копьевидно заостренные к нижнему краю раковины, желобчатые посередине, протягиваются в подмакушечное пространство. Межреберные бороздки глубокие и по ширине равны смежным «внутренним



ребрам». Отпечатки сводящих мускулов расплывчатые. Мантийная линия неясственная, цельная.

Типовой вид: *Prosodacna metoica* Dav. Киммерийские отложения Абхазии (р. Дуаби, у бывшего Моквинского монастыря), нижний горизонт Дуаби.

Сравнение. Формы карнид, объединяемые в род *Metadacna*, значительно отличаются от типичных прозодаки. Главные отличия их следующие: равномерно и умеренно утолщенная раковина метадаки с почти центральной завернутой макушкой, не соприкасающейся носиком с замочным краем; число ребер наружной поверхности у них меньше (16 против 30 у прозодаки), ребра несколько округлые, выпуклые и гладкие, у прозодаки ребра обычно плоские или с тенденцией к уплощению; у метадаки в замке обеих створок присутствуют рудименты кардинальных зубов, у прозодаки наблюдается одновременная редукция кардинальных и частично заднебоковых зубов. Приуроченность метадаки к плиоценовым отложениям Абхазии (новый вид, *Metadacna merculica* Akhvlediani sp. nov., найден в куяльницких слоях селения Меркулы в Абхазии) свидетельствует, по-видимому, об эндемичности этого рода.

Metadacna merculica Akhvlediani sp. nov.

Фиг. 1—2

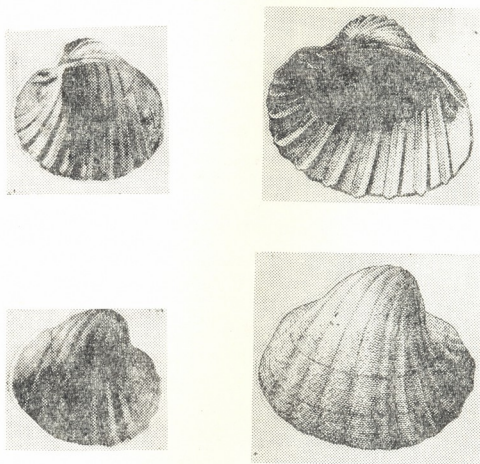
Название вида от селения Меркулы в Абхазии.

Голотип № 71/1 хранится в Институте палеобиологии АН Грузинской ССР. Западная Грузия, Абхазия, селение Меркулы, куяльницкие слои.

Диагноз. Раковина небольшая, округлая, умеренно тонкостенная, равномерно выпуклая. Макушка приближена кпереди, гладкая, завернутая, не соприкасается носиком с замочным краем и заметно возвышается над ним. Наружные ребра явственные, округлые, числом 16. Из них 13 расположены на переднем поле. Межреберные промежутки тонкие. В замке правой створки два рудиментированных кардинальных зуба, передний языкообразно загнут кверху, он по величине больше заднего, удлиненно пластинчатого. Передние боковые зубы парные, пластинчатоязыкообразной формы. Задний боковой зуб небольшой, тонкий, пластинчатый. Левая створка неизвестна. Лигаментная пластинка длинная и узкая. Луночка и щиток не выражены. На внутренней поверхности имеется 10 явственных «внутренних ребер», протягивающихся в подмакушечное пространство. Мускульные отпечатки расплывчатые. Мантийная линия не выражена.

Сравнение и общие замечания. Новый вид отличается меньшими размерами (он почти в 2 раза меньше типового вида), более округлой формой раковины, меньшим количеством ребер наружной поверхности. Правая створка типового вида неизвестна, поэтому мы лишены возможности провести полное сравнение замочного аппарата обоих видов. Ребра наружной поверхности нового вида, в отличие от таковых у типового вида, шире и несут посередине едва приметный киль. Кроме того, у куяльницкого вида «внутренние ребра» более узкие, но разделены широкими промежутками, а сами ребра посередине желобчатые. Недостаточность ископаемого материала сравниваемых видов делает затруднительным выяснение родственных связей между ними, однако ослабление некоторых морфологических признаков у гео-

логически более молодой *Met. merculica* позволяет предполагать в ней возможного потомка киммерийской *Met. metoica* (Dav.). Вопрос о происхождении метадакн остается пока невыясненным, хотя некоторое сходство морфологических черт этих форм с формами, группирующимися вокруг *Limnocardium* (*Euxinocardium*) *seninskii* (Andrussow) из понтических отложений Абхазии, отмечал А. Г. Эберзин [2]. Отличительные черты метадакн: строение макушки, меньшее число ребер наружной поверхности, их округлое строение, а также наличие рудиментов кардинальных зубов и заднебокового зуба — позволяют предполагать, что развитие метадакн отклонялось от развития прозодакн в сторону типичных лимнокардиумов, как бы занимая, таким образом, промежуточное место между ними и прозодакнами.



Фиг. 1—2. *Metadacna merculica* Akhvlediani sp. nov., голотип.
 1—натуральная величина; 2 — то же, рисунок ($\times 1,3$)

Размеры (мм)

	Длина (а)	Высота (в)	Выпуклость (с)	Отношения	
				в:а	с:в
№ 71/1	28,00	25,00	15,00	0,95	0,60

Итак, род *Metadacna* встречается в киммерийских и куюльницких отложениях Абхазии — сравнительно очень небольшой части акватории Черноморского бассейна. Можно полагать, что, подобно некоторым другим представителям солоноватоводных кардиид нашего плиоцена, эта небольшая группа существовала и эволюционировала на этом участке. Они не распространились, видимо, за пределами этого участка, кото-

რყი ვ სოოთვსთვუოიე ვეკა (კიმმერიი ნი კუილინიკი) პრედსთვლილ ბლადოპრიიტიანი დიეი ეთიხ მოლიუსკოვ სოვილი ბოიბიანი ნი დრვილინი.

აკადემიი ნიუკ გრუიინსკოი სსრ
ინსტიტუტი პალეობიოლოგიი

(პოსტუპილი 12.5.1977)

ბალეობიოლოგია

ბ. ახვლედიანი

გვარნი *METADACNA* (EBERSIN) დასავლიეი სიქართველოს
პლიოცენური ნალექებიანი

რეზიუმე

დასავლიეი სიქართველოს (გურია, სამეგრელო, აფხაზეთი) პლიოცენური დროის მომარილოენო წყლის ნალექები ნამარხი კარდიიდების მრავალრიცხოვანი წარმომადგენლებს შეიცავენ, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ აღნიშნული ნალექების სტრატოგრაფიული დანაწევრებისათვის. შავი ზღვის ეს უბანი ალბათ იმ მთავარ კერას წარმოადგენდა, სადაც მოლუსკების ნაირგვარი ახალი სახეები და გვარებიც კი ყალიბდებოდნენ. ირკვევა, რომ აქ წარმოქმნილი მრავალი ფორმა ისტორიული განვითარების მანძილზე არ გასულა დღევანდელი დასავლიეი სიქართველოს ფარგლებს გარეთ. ასეთებია სწორედ აფხაზეთის პლიოცენური აუზის ენდემური ფორმები, მაგალითად, *Metadacna*-ს წარმომადგენლები, რომელთა ევოლუციას გარკვეულად უწყობდა ხელს შავი ზღვის ამ უბანში გაბატონებული სარსებო პირობები.

დაზუსტებულია გვარ *Metadacna*-ს სისტემატიკა და აფხაზეთის კუიალინიკური ნალექებიდან აღწერილია ამ გვარის ახალი სახე *Metadacna mercurica* Akhvlediani sp. nov.

PALAEOBIOLOGY

E. G. AKHVLEDIANI

ON THE GENUS *METADACNA* (EBERSIN) FROM THE PLIOCENE
BRACKISH-WATER BEDS OF WESTERN GEORGIA

Summary

The paper contains a description of the genus *Metadacna* (Ebersin) of the brackish-water Cardiidae, the taxonomy of which is defined. A new species *Metadacna mercurica* Akhvlediani sp. nov., from the Kujalnikian beds of Abkhazia (western Georgia) is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Ш. Давиташвили. Бюлл. Моск. о-ва исп. прир., отд. геол., т. VIII, вып. 1—2, 1930, 167—194, табл. 4.
2. А. Г. Эберзин. Солонозатоводные кардинды плиоцена СССР, ч. III, М., 1959.

Э. В. КВАВАДЗЕ

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ р. СУПСА (У с. ОРМЕТИ)

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 15.3.1977)

К настоящему времени аллювиальные отложения голоцена Колхидской низменности палинологически еще недостаточно изучены. Однако подробнейшая палинологическая характеристика этих отложений необходима как для целей стратиграфии, так и для палеогеографических реконструкций. В связи с этим большой интерес представляют данные, полученные при изучении аллювия р. Супса в районе сс. Ормети и Чочхати. Река Супса на этом участке из-за особенностей рельефа, меандрируя, подмывает берега и образует ряд обнажений, позволяющих изучать низкие надпойменные террасы.

У с. Ормети на левом берегу река образует три террасовых уровня. Высота самой маленькой террасы достигает 2 м, здесь сверху вниз обнажаются:

1. Супесь легкая, коричневая, плотная, горизонтально-слоистая. Наблюдается переслаивание супеси с тонкозернистым, серого цвета, песком. Прослой не выдержаны, мощностью от 1 до 3 см. Ближе к кровле преобладают прослой супеси 0,0—0,70 м.
2. Песок тонкозернистый, коричневый, с небольшими линзочками серого песка, мощностью до 0,5 см. Контакт с вышележащим слоем четкий, с нижележащим — резкий, горизонтальный 0,70—1,00 м.
3. Гравийно-галечниковый слой, заполненный крупнозернистым песком серого цвета. Галька хорошо окатана. Контакт с нижележащим слоем, резкий, горизонтальный 1,0—1,15 м.
4. Переслаивание песка и суглинка. Мощность прослоев песка—5, 7, 10 см, суглинка — 4 см. Песок тонкозернистый, коричневый. Суглинок тяжелый, темно-коричневый, пятнами бурый за счет ожелезнения. Контакт с нижележащим слоем резкий, горизонтальный 1,15—1,45 м.
5. Гравийно-галечниковый слой. Гравий ржавого цвета за счет ожелезнения. Галька хорошо окатана. Контакт с нижележащим слоем резкий 1,45—1,55 м.
6. Суглинок темно-серый, с сизым оттенком, иловатый. Пятнами ожелезнен особенно у кровли слоя 1,55—1,70 м.
7. Гравийно-галечниковый слой, ржавый за счет ожелезнения, заполненный крупнозернистым песком. Галька хорошо окатана 1,70—2,10 м.

Из разреза было отобрано и проанализировано 17 образцов. По спорово-пыльцевым спектрам отложения 2-метровой террасы можно подразделить на следующие уровни.

На глубинах 2,10—1,15 м в общем составе основных групп растений древесные преобладают над травянистыми и споровыми. Количество пыльцы древесных колеблется от 39 до 58%.



Среди хвойных в наибольшем количестве встречается пыльца *Picea* (44%) и *Abies* (3—9%). Много пыльцы *Pinus*, количество которой возрастает снизу вверх от 11 до 40%. Среди стронгелей широколиственного леса надо отметить пыльцу *Alnus* (32—42%) и *Pterocarya* (3—40%). Пыльца *Fagus orientalis* составляет 4—6%, *Tilia*—3—9%, *Castanea*—1—5%, *Ulmus*—2—4%. В незначительном количестве встречаются пыльцевые зерна *Quercus*, *Carpinus caucasica*, *Ostrya*. Непрерывную кривую образует *Betula* (3—10%).

Состав кустарников формируется главным образом за счет *Rhododendron* (4—19%), который здесь достигает максимального значения, и *Corylus* (от 2 до 11%). В малых количествах присутствует пыльца *Nedera*, *Plex*, *Daphneae*. Среди травянистых господствующее значение имеют злаки. В больших количествах содержится и пыльца *Chenopodiaceae* (от 8 до 18%). Повсеместно встречаются пыльцевые зерна *Artemisiae*. Разнотравье состоит в основном из *Polygonaceae* (от 8 до 23%) и *Caryophyllaceae* (от 4 до 28%). В меньших количествах содержится пыльца *Umbelliferae* (6—11%), *Compositae* (2—8%), *Geraniaceae* (12—4%). Единично встречаются пыльцевые зерна *Ranunculaceae* *Cruciferae*.

Споровые представлены в основном семейством *Polypodiaceae*. На глубине 1,15 м появляются споры *Lycopodium*.

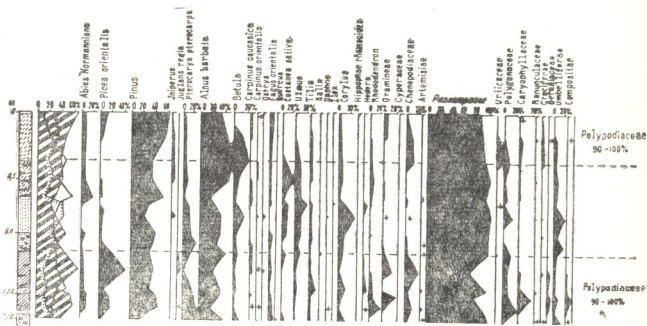


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма 2-метровой террасы р. Супса (у с. Ормети)

Спорово-пыльцевые спектры вышележащего слоя (глубины 1,15—0,75 м), отличаются иным соотношением основных элементов спектра. Количество пыльцы древесных пород уменьшается, и в верхних частях толщи они уступают травянистым. Содержание пыльцы древесных колеблется от 46 до 23%, травянистых увеличивается от 25 до 42%.

Среди хвойных наблюдается резкое уменьшение количества пыльцы *Picea*. Пыльца *Abies* вовсе исчезает на глубине 0,85 м. Содержание *Pinus* примерно такое же, как и в нижележащей толще. Значительно возрастает количество пыльцы *Betula* (от 2 до 15%). Доминирующее значе-

ние имеют *Alnus*, *Ulmus*. Возрастает количество пыльцы *Castanea* (от 1 до 9%), уменьшается—*Fagus*, *Tilia*. Незначительную роль играют *Carpinus caucasica*, *Carpinus orientalis*, *Cstrya*, *Quercus*, *Salix*.

В группе кустарниковых сильно увеличивается количество пыльцы *Corylus* (до 17%), уменьшается роль *Rhododendron* (до 1%). Единично встречается пыльца *Daphneae* и *Иех*. Повышается количество пыльцы *He-dega* (до 5%).

Травянистые полностью представлены пыльцой разнотравья (в основном *Umbelliferae*, *Polygonaceae*). В состав споровых входят *Polypodiaceae*, *Lycoperidium*.

Спорово-пыльцевые спектры поверхностной толщи 0,0—0,75 м характеризуются следующими особенностями. Вновь возрастает доля пыльцы древесных (от 23 до 66%). Меняется и содержание споровых. На уровне 0,70 м споровые достигают 57%, а ближе к дневной поверхности значение споровых уменьшается до 7%.

Среди хвойных на глубине 0,70 м максимального значения достигает пыльца *Abies*. На этой глубине увеличивается и содержание пыльцы *Pinus*.

Количество пыльцы *Pinus* в поверхностном образце вновь увеличивается (до 60%). Кверху толщи возрастает и содержание пыльцы *Picea* (до 11%). Возрастает и вновь убывает количество пыльцы *Betula*. На глубине 0,40 м содержание пыльцы *Betula* достигает 20%, а на глубине 0,0 м она вовсе исчезает.

Среди строителей широколиственного леса господствующее значение имеют пыльца *Alnus* (34—46%) и *Castanea* (5—20%). В верхнем слое разреза заметно увеличение пыльцы *Fagus* и *Quercus*. Уменьшается содержание *Ulmus* и *Tilia*. В малом количестве присутствует пыльца *Carpinus caucasica*. Кустарниковые представлены пыльцой *Corylus* (4—6%), *Rhododendron* (1—2%), *Hippophae* (1%).

Сопоставив наши данные с данными палинологического исследования голоценовых торфяников Колхиды [1, 2], можно заключить, что выделенные нами спорово-пыльцевые комплексы относятся к позднему голоцену (вторая половина Субатлантического периода).

В момент образования низов террасы в бассейне р. Супса леса имели большее распространение, чем в последующем стрезке времени. На низменной части Колхиды произрастали в основном ольховые леса, в предгорьях — широколиственные леса с преобладанием каштана, а в среднегорьях — смешанно-широколиственные леса с господством бука.

По спорово-пыльцевым комплексам верхней части террасы можно судить о сокращении лесных фитоценозов. При этом одним из факторов уничтожения лесной растительности можно считать хозяйственную деятельность человека.



D. შავაძე

 მდ. სუფსის ჰალის ტერასის პალინოლოგიური გამოკვლევა
 (ს. ორმეთთან)

რეზიუმე

მოცემულია მდინარე სუფსის 2-მეტრიანი ჰალის ტერასის დეტალური პალინოლოგიური დასასიათება, რის შედეგად აღნიშნული ტერასა დათარიღდა გვიანპოლოცენურად (სუბატლანტიური პერიოდის მეორე ნახევარი).

ტერასის ფორმირების დაწყებისას კოლხეთის დაბლობზე ძირითადად გავრცელებული იყო მურყნარები, მთისწინებში — ფართოფოთლოვანი ტყეები (წაბლი), ხოლო მთის შუასარტყელში — შერეულ-ფართოფოთლოვანი ტყეები (წიფელი).

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE

 PALYNOLOGICAL STUDY OF THE HOLOCENE DEPOSITS OF
 THE TERRACE ABOVE THE FLOOD-PLAIN OF THE RIVER
 SUPSA (NEAR THE VILLAGE OF ORMETI)

Summary

A detailed palynological study of the two-metre terrace above the flood-plain of the river Supsa has enabled to attribute the deposited series to the late Holocene (the second half of the Subatlantic period). At the initial stage of the formation of the terrace forest phytocoenoses were widely spread. On the low-land part of the territory of Colchis grew mainly alder forests, on the foothills broad-leaved forests with the predominance of the chestnut-tree, higher being replaced by mixed broad-leaved forests with the prevalence of the beech.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Нейштадт, Н. А. Хотинский и др. Сб. «Палеогеография и хронология верхнего плейстоцена и голоцена по радиоуглеродным данным». М., 1935.
2. В. П. Слук а. Сб. «Палинология голоцена и маринопалинология». М., 1973.



Н. А. МАХАРАДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВИЗАНТИЙСКОМ ПРОИЗНОШЕНИИ β

(Представлено академиком С. Г. Каухчишвили 31.3.1977)

Античная традиция, греческие грамматики эллинистической эпохи переданные знаками β δ γ звуки рассматривали как медиальные (μέσα — mediae) согласные, занимавшие среднее место между „простыми“ κ π τ и „густыми“ φ ψ χ звуками, как согласные, для которых „требуется средняя степень придыхания“ [1], а значит, причисляли их к ряду смычных.

В ходе исторического развития языка эти графемы стали означать звуки, изменившие свой первоначальный характер уже в ранневизантийскую и даже эллинистическую эпоху. В современном греческом произношении β δ γ обозначают спиранты [v] [ð] [ɣ].

Начало процесса изменения смычных некоторые ученые относят к IV в. до н. э. В связи с β вывод делается на основе ее графического чередования с β̄, с лабиодентальным спирантом [2], а в систематической субституции β с лат. v видно завершение этого процесса уже ко II в. н. э. [3].

Изменение в произношении β стало очевидным, когда греческий язык для передачи звука [b] стал употреблять комплексы μπ, μβ, а в заимствованных словах звук (v) передавался через β.

Спирантное произношение β в IX в. подтверждается алфавитом кириллицы, в котором β обозначается славянский звук [v], тогда как для звука [b] вводится новый знак, измененный вариант β [3].

Последним этапом перехода звонкого смычного в спирант научная традиция считает VIII—X вв. [4], когда изменение коснулось и литературного произношения. Понадобилось 6—8 столетий, чтобы естественное произношение стало литературной нормой.

В VIII—X вв. спирантность β (и вообще звонких и придыхательных смычных) обширно доказывается как на материале собственно греческого языка, так и сведениями других языков: латинского, коптского, семитского, славянского, иранского, армянского и многих других.

Как известно, среди переведенных памятников древнегрузинского языка и литературы важное место занимают переводы с греческого. С греческого языка переводилась литература в основном теологического и философского характера. Эта литература сохранила глубокий след греческого языка в виде философских терминов и христианской религиозной терминологии; нередки морфологические, стилистические гречизмы, семантические кальки и т. д. Для выяснения проблем греческого произношения богатый материал дает также грузинская передача собственных имен и названий греческого текста.



О чем свидетельствует весь этот материал?

Принято считать, что греческие слова в грузинском, сохраняющие соответствие δ [b] для передачи β , относятся к древним заимствованиям, а соответствие $ვ$ [v] для β говорит о более новом проникновении [5]. Частично это так и есть, но более подробный анализ и дифференцированный подход к засвидетельствованному в древнегрузинских источниках материалу выявили одну важную закономерность: если процесс спирализации смычных на собственно греческих территориях и в северо-западном греческом полностью завершается к VIII—X вв., то на юго-восточных территориях бывшей империи Византии, а именно в палестинском греческом, и на Синае в IX—X вв.—это, оказывается, начинающийся процесс, который коснулся только самых слабых членов второго и третьего ряда смычных (γ и χ). Об этом свидетельствуют грузинские рукописи Сина-палестинского происхождения и в первую очередь древние редакции грузинского Ирмология, в некоторых списках которого каждый грузинский ирмос в виде надписи имеет транскрипции соответствующих греческих ирмосов. Эти рукописи: Sin—1 (I пол. X в., под литером Н), Sin—14 (X в., L), Sin—65 (II пол. X в., 0), Sin—59 (II пол. X в., h) [6]. По мнению издателя Е. П. Метревели, рукописи исходят из гимнографической школы монастыря св. Саввы в Палестине.

Транскрипции во многом искажены, но это не уменьшает значения и научной ценности сведений. В этих транскрипциях β без колебания передается грузинской буквой δ [b]. Свыше 50 примеров явно говорят о сохранении звонкого смычного [b] в IX—X вв. в палестинском греческом. В случае отсутствия звука $ვ$ [v] в грузинском, звука, который точно мог бы передать спирализованное произношение β , сделать такой вывод было трудно. Примеры:

- $\delta\beta\eta\kappa\omicron\varsigma$ [abusos] (ирм. №№ 249 OL, 284 OL, 373 Oh)— $\alpha\beta\upsilon\sigma\sigma\omicron\varsigma$,
 $\delta\beta\alpha\beta\alpha\tau\omicron\iota\kappa$ [anabatin] (№ 231 O)— $\alpha\nu\alpha\beta\acute{\alpha}\tau\eta\nu$,
 $\delta\beta\alpha\tau\omicron\kappa$ [abaton] (№ 66 HL)— $\alpha\beta\alpha\tau\omicron\nu$,
 $\delta\alpha\tau\eta\kappa$ [bateon] (№ 36 L)— $\beta\alpha\theta\acute{\epsilon}\omega\nu$,
 $\delta\omicron\eta$ [biu] (№ 316 OLH, 282 OL)— $\beta\acute{\epsilon}\iota\upsilon$,
 $\delta\omicron\omicron\omicron$ [biti] (№ 194 L)— $\beta\acute{\alpha}\theta\eta$,
 $\delta\alpha\tau\omicron\kappa$ [batos] (№ 326 OH)— $\beta\acute{\alpha}\tau\omicron\varsigma$,
 $\eta\delta\omicron\alpha\eta\kappa\eta$ [ebojsen] (№ 192 L, 134 H, 136 HL...)— $\xi\beta\acute{\omicron}\eta\sigma\epsilon$,
 $\eta\delta\acute{\rho}\eta\kappa$ [ebreon] (№ 377 OhLH)— $\epsilon\beta\beta\alpha\iota\omega\nu$,
 $\tau\eta\kappa\eta\delta\omicron\iota\varsigma$ [teosebis] (№ 382 Oh, 289 OL)— $\theta\epsilon\omicron\sigma\epsilon\beta\epsilon\tau\epsilon\varsigma$,
 $\rho\alpha\delta\delta\omicron\kappa$ [rabdos] (№ 16 L)— $\acute{\rho}\acute{\alpha}\beta\delta\omicron\varsigma$,
 $\varsigma\eta\kappa\tau\alpha\beta\alpha\varsigma\omicron\kappa$ [sunkatabason] (№ 381 Oh)— $\sigma\upsilon\chi\kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\beta\alpha\varsigma\omicron\nu$,
 $\rho\omicron\beta\omicron$ [pobo] (№ 31 OH)— $\varphi\acute{\omicron}\beta\omicron\nu$ и др.

Поскольку дело касается гимнографического материала, естественно поставить вопрос — не объясняется ли этот факт консерватизмом церковного языка и устойчивой гимнографической традицией. Вопреки этому положению говорят те новые тенденции и даже диалектизмы, которые отразились в этих транскрипциях: произношение υ и \omicron как η [u], η [e] как \omicron [i], γ как ξ [ʒ] перед переднеязычными гласными, χ как ϑ [ʃ] перед [e] [i] и некоторые другие.

Данные Ирмология подкрепляет и материал, извлеченный из так называемого двирмского многоглава, из рукописи Местийского краеведческого музея М-36, IX—X в., в которой также содержатся транскрипционные надписи:

აბრამიუე [abramiue]	10 г,
ბულომე [bulome]	45 г,
ბასილეონ [basileon]	10 v,
ბეთლემ [be.lem]	11 v,
ებოსან [eboisan]	10 г,
სტიბი [stibi]	23 г,
სუმბოლიკონ [sumboliḱon]	11 г.

Транскрипции двирмского многоглава имеют и другие признаки палестинского греческого: передача υ, ο: гласным უ [u] и γ через ზ [ʒ] в палатальной позиции.

Особо интересным является оригинальный труд хорошо известного в древнегрузинской письменности деятеля Иоанна Зосиме Календарь [7], который входит в многоглав Sin—34, переписанный в 956 г. в монастыре св. Саввы.

Календарь является научным трудом автора, составленным по четырём источникам, поэтому в передаче собственных имен картина довольно пестрая. Часто встречается параллельное употребление разных форм одного и того же имени, но в отношении β памятник явно палестинской тенденции:

- ბასილიკე [basilikē]—261,17; 267,9,
 ბიკენტი [bikenti]—263,39; 275,35...
 ბეტოფორის [betoporis]—270,17,20,
 ბენო [beno]—275,39,
 ბარიფსაბა [baripsaba]—272,2,
 გევბალე [gevbale]—265,28,
 ევსებია [evsebia]—267,18,
 ენბიგლონ [enbiglon]—273,3; 275,33 (ἐν Βηγγλον),
 ენლაშერნო [enlašerno]—273,30 (ἐν Βλαχέρνον),
 ზაბინე [zabine]—264,15,
 პრობოზ [proboz]—273,5; 267,27.
 სებასტია [sebastia]—266,21,
 საბინონ [sabinon]—261,36 и многие другие.

Не затронутым процессом спирантизации оказался материал древнейшего перевода Евангелия так называемой адишской редакции (рукопись IX в.) [8] и текста Деяния Апостолов (рукописи X в. синайского происхождения) [9].

Изучая язык Евангелия, А. Г. Шанидзе пришел к выводу, что текст является древнейшим памятником грузинского языка, придерживаясь литературных норм IV—V вв.

Древность памятника доказывается также соответствием ე, ო для передачи η [ē], ზ для передачи υ, ο: без какого-либо следа нотиации как в первом, так и во втором случаях. Такими же особенностями

Т. Д. КУРДОВАНИДZE

О СТЕПЕНИ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТА ГРУЗИНСКОЙ ВОЛШЕБНОЙ СКАЗКИ

(Представлено академиком С. С. Джикия 11.5.1977)

В. Я. Пропп [1], исследуя морфологию волшебной сказки, показал, что функции действующих лиц — основные элементы, создающие композицию сказки, — распределяются в ней в определенной последовательности. Часто эти функции появляются попарно, что еще больше способствует соблюдению последовательности действий.

Цель настоящей работы — на поверхностном уровне строения абзаца и более крупной единицы текста — отрывка — проследить, как осуществляется связность текста и какова степень этой связности. Для наблюдений выбраны завершённые по содержанию отрывки из различных сказок. При анализе материала использовался метод актуального членения предложения В. Матезиуса [2].

1. «Приехал он к одному озеру. Посреди озера плывет гусь. Плышет, переваливается, словно у него или ноги переломаны, или крылья. Подумал человек: «Ничего я не нашел, ничего не убил, хоть этого гуся застрелю, а то вовсе задушит меня голод». Прицелился, стреляет, никак гуся не убьет: как выстрелит из ружья — нырнет гусь и вынырнет совсем далеко от того места. Стрелял, стрелял он, все патроны расстрелял, так и не попал в гуся. Обозлился юноша, сел на коня, погнался верхом за гусем. А гусь мелькает то там, то здесь, то под ногами у него выплывает, то совсем далеко уплывает, завел его далеко в болото и исчез, а всадник упал вместе с конем в воду, тонет. Выплыл он все же, но коня и броню, и все оружие там оставил» ([3], 166).

Общей основной темой абзаца является юноша, хотя сказочник не называет его, а лишь подразумевает. Сразу же после общей основной темы в повествование входит новая основа высказывания — гусь, которая в третьем предложении только подразумевается. Четвертое предложение вновь возвращается к общей основной теме абзаца и уже указывает на субъект темы. С пятого предложения начинается чередование тем. Активное действие общей основной темы встречает контрдействие другой (юноша стреляет из ружья, гусь укрывается в воде; юноша гонится верхом на коне, гусь завлекает его еще глубже), напряжение в поединке все больше нарастает и заканчивается.

Используемый здесь прием «действие — контрдействие» способствует тому, что каждое предложение берет заряд в предыдущем и само подготавливает почву для появления другого.

Содержательность абзаца создается чередованием активных действий субъектов двух тем — юноши и гуся. Переход от основной темы на новую основу осуществляется фразой — «посреди озера плывет гусь». Основу данного предложения создает предыдущее предложение — «приехал он к одному озеру». Второе ядро высказывания второго предложения — «гусь», — со своей стороны, дает основу ново-



му предложению — «плывет гусь, переваливается...», после окончания которого вновь возвращается к общей основной теме абзаца.

В анализируемом абзаце события проявляют высокую связность, что обусловлено непрерывным течением действий. Этим же обеспечена внутренняя связь между предложениями. Абзац построен по логике взаимной зависимости одного предложения от другого, из одного действия логически вытекает другое.

2. «Вернула его в третий раз мать орла и отдала шкатулку. Сказала: «Смотри, не трогай шкатулку, не открывай ее, пока не донесешь домой, не то пожалеешь»...

Идет охотник, несет шкатулку, думает: «А ну как обманули меня и пустую шкатулку всучили! Дай-ка посмотрю, что там лежит. Может, там такое, что убьет меня». Открыл шкатулку — вышли оттуда лавки, дома, дворцы, раскинулся огромный город; бегают по городу купцы, суетятся, шумят, идет торговля, кипит жизнь. А охотник стоит, смотрит, не знает, как загнать все это обратно в шкатулку да закрыть ее. Стоит, ломает голову, волосы на себе рвет.

В это время идет дэв. «Что ты убиваешься, человек?» «Да как же не убиваться — открыл шкатулку, вырос целый город, а как загнать его обратно и закрыть шкатулку, не знаю». «А что дашь за помощь? — говорит дэв. — Дашь то, о чем не знаешь?» «Дам, — сказал охотник, — отчего нет?»

Не знал охотник, что жена его родила золотокудрого сына, пока он с орлом летал.

Закрыл дэв шкатулку, и город весь туда загнал; как было, так там голое поле и осталось. «В свое время спрошу обещанное, прилетишь, — сказал дэв» ([3], 127).

В отрывке объединено пять абзацев. Для удобства анализа его можно разбить на три содержательные единицы (I — отдача шкатулки и предупреждение охотника; II — непослушание охотника; III — помощь дэва).

Отрывок имеет свою общую основную тему — охотника. Но в первом абзаце только указывается на него, ибо там основой действия является мать орла. Действие основы темы первого абзаца направлено на общую основную тему. Первые два предложения первого абзаца логически связаны друг с другом. Затем особо акцентируется содержание второго предложения, которое создает основу всех событий, разыгранных во всем отрывке. «Шкатулка», упомянутая во втором предложении первого абзаца, становится основным объектом действия во втором абзаце. С первого же предложения второго абзаца начинается активное действие общей основной темы отрывка — охотника, — основанное на смене связанных друг с другом действий. Оно продолжается до того момента, пока не заканчивается одна содержательная единица.

Появление новой основы высказывания — дэва — становится мотивированным с учетом сказочной традиции (по композиционному закону сказки герой должен преодолеть создавшуюся неблагоприятную ситуацию). Новую основу высказывания сказочник вводит клишированной фразой — «В это время идет дэв» — и останавливает наше внимание на ней с помощью первого предложения диалога. С этого момента начинается чередование тем — дэв — охотник.

Фразой «Не знал охотник...» (комментарий сказочника) нарушается чередование тем. Далее действие восстанавливается второй темой до завершения третьей содержательной единицы текста.

В представленном отрывке учтено необходимое условие связности текста — логическое вытекание из одного действия другого, причинно-следственная взаимосвязь передаваемых действий. Здесь особенно ярко выделяется роль динамических элементов текста, которые и способствуют последовательности событий всего отрывка.

В строгой последовательности передаваемых в отрывке событий и, следовательно, в высокой связности текста можно дополнительно убедиться, выразив содержание отрывка методом В. Я. Проппа ([1], 30—33), как это делает И. И. Ревзин ([4], 84).

Запрет — не открывать шкатулку (функция II); нарушение запрета — охотник открыл шкатулку (функция III); выведывание — что ты убиваешься, человек? (функция IV); выдача — не знаю, как закрыть шкатулку (функция V); подвох — за помощь дай то, о чем не знаешь (функция VI); пособничество — дам, отчего нет (функция VII); вредительство (предварительное) — в свое время спрощу обещанное, пришлешь (функция VIII).

Так, сохранена последовательность функций «предварительной части» волшебной сказки — б, в, в, ш, г, А. Очевидность внутренних связей в анализируемом отрывке бесспорна.

Связность текста абзаца и более крупной единицы — отрывка — указывает на то, что связность характерна для каждой содержательно-целостной единицы волшебной сказки. Для достижения связности текста необходимым условием является подчинение передаваемого в тексте действия принципу развития; должна быть сохранена основа композиции — начало, развитие и завершение действия.

Если принять во внимание то обстоятельство, что сюжет волшебной сказки организуется эпизодами, целостными с точки зрения содержания и композиции и связанными друг с другом, то станет ясным, чем предопределяется связность текста всей волшебной сказки.

Тот факт, что волшебная сказка игнорирует обширные описания, углубленный психологизм, развернутые комментарии и основную тяжесть изображения переносит на действия персонажей, способствует не только предельной лаконичности повествования, но и связности текста.

Высокая степень связности текста грузинской волшебной сказки предопределена максимальной упорядоченностью действия.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.5.1977)

ფილოლოგია

თ. შურდვანიძე

პართული ჯადოსნური ზღაპრის ტექსტის გამართულობის
ხარისხის შესახებ

რეზიუმე

ზღაპარში განვითარებული მოქმედების შეუწყვეტელობა, მოქმედების გამომხატველ დინამიკურ ელემენტებს შორის დამყარებული მიზეზ-შედეგობრივი ურთიერთკავშირი, ერთი მოქმედებიდან მეორეზე ლოგიკური გადასვლა უზრუნველყოფს წინადადებებს შორის შინაგან კავშირს — ტექსტის გამართულობას.

ქართული ჯადოსნური ზღაპრის ტექსტის გამართულობის მაღალი ხარისხი გაპირობებულია მოქმედების მაქსიმალური მოწესრიგებულობით.

T. D. KURDOVANIDZE

ON THE DEGREE OF CONNECTEDNESS OF THE TEXT OF THE
GEORGIAN FAIRY TALE

Summary

The connectedness of the text is studied on the surface level of the structure of a paragraph and passage (a larger unit of the text). In the author's view the high degree of connectedness of the text of the Georgian fairy tale is predetermined by the maximum ordering of action.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Пропп. Морфология сказки. М., 1969.
2. В. М а т е з и у с. Сб. «Пражский лингвистический кружок». М., 1967.
3. Грузинские народные сказки. Сто сказок. Тбилиси, 1971.
4. И. И. Р е в з и н. Сб. «Типологические исследования по фольклору». М., 1975.



Т. З. ДЖАПАРИДЗЕ

ПРЕЗИДЕНТ И КОНГРЕСС: ЭВОЛЮЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Сургуладзе 17.3.1977)

Конституция США учредила три органа власти — исполнительную власть во главе с президентом, законодательную власть в лице конгресса и высшую судебную власть, осуществляемую Верховным судом. Все три органа власти, по идее «отцов-основателей», должны были контролировать и уравнивать друг друга. «Отцов-основателей» больше всего волновал вопрос о месте главы исполнительной власти в федеральном правительстве. Историческая неприязнь к институту исполнительной власти в колониальных штатах заставила создателей конституции первоначально выдвинуть идею подчинения президентской власти конгрессу. Однако окончательный вариант конституции предусматривал более сбалансированную систему взаимоотношений между Белым домом и Капитолием. Она была основана на принципе «разделения властей», который в интерпретации «отцов-основателей» получил воплощение в политическом механизме «сдержек и балансиров». Конституция — «плод умственной гимнастики» «отцов-основателей» — впитала в себя концепцию противовесов и разделения властей, разработанную в работах Локка и Монтескье. Эта система предусматривала сбалансированные отношения между различными институтами власти, исполняющими свои функции и одновременно уравнивающими друг друга. Анализируя доктрину «разделения властей» и систему «сдержек и балансиров», следует отметить, что основной смысл идей «отцов-основателей» состоял не только в том, чтобы воздвигнуть преграды на пути к чрезмерной концентрации власти в одних руках. В первую очередь они, безусловно, предполагали создать наиболее благоприятные условия для функционирования правительственных институтов, с тем чтобы «разделенный государственный механизм работал слаженно, эффективно, как одно целое» [1]. Политические и экономические противоречия внутри класса буржуазии в период общего кризиса капитализма, которые нередко выливаются в конфликт между исполнительной и законодательной властями, демонстрируют процесс приспособления к новым условиям правящей элиты США. Таким образом, принцип разделения властей есть «прозаическое деловое разделение труда, примененное к государственному механизму в целях упрощения и контроля. Подобно всем другим вечным, священным и неприкосновенным принципам, этот принцип применяется лишь в той мере, в какой он соответствует существующим отношениям» [2]. Учитывая единый классовый интерес правящей верхушки США, следует отметить, что и принцип «разделения властей», и система «сдержек и балансиров», их гибкость, высокая эффективность подчинены интересам власть имущих, обеспечивают устойчивость и приспособляемость существующей в стране политической системы.



В конституции США двум государственным институтам — исполнительной власти и конгрессу — уделяется значительное внимание. Порядку их избрания, определению сферы их компетенции посвящено не менее 3/4 текста этой старейшей из действующих буржуазных конституций. Принцип «разделения властей», на котором строятся взаимоотношения между президентом и конгрессом, провозглашается буржуазными теоретиками как один из самых незыблемых. Однако историческое развитие внесло значительные коррективы в эту оценку. Как отмечает советский исследователь А. С. Никифоров, «концентрация власти в сфере экономики порождает тенденцию к концентрации власти политической...» и «сильная президентская власть в руках монополий является, как правило, более оперативной, чем «разглагольствующий конгресс» [3]. Однако подобная зависимость не всегда имеет прямой характер. Таким образом, в последнее время полномочия между президентом и конгрессом не укладываются в традиционную доктрину «разделения властей», поскольку Белый дом захватил многие прерогативы законодательной власти. И если конституция предполагала учредить правительство с разделенными полномочиями, то на самом деле в настоящее время в США существует «правительство разделенных институтов, делящих полномочия» [4]. Американские политологи (Л. Фишер, Л. Хенкин, Д. Фронмайер) пытаются так трактовать доктрину «разделения властей», что она оказывается легко приспособляемой к современным условиям. По их мнению, эта теория предусматривает не разделение, а в значительной степени совпадение функций исполнительной и законодательной властей, их борьбу между собой. И хотя эта борьба и создает определенные помехи в функционировании государственного механизма, основная идея доктрины заключается, по их мнению, не в обеспечении благоприятных условий для деятельности правительственных институтов, а в создании посредством конкуренции взаимных ограничений.

Исторический опыт продемонстрировал, что система «сдержек и балансирующих» плохо функционирует, если какая-то из трех властей, ее составляющих, не берет инициативу на себя. Наибольший эффект достигается тогда, когда это делает исполнительная власть во главе с президентом. Как отмечает американский историк Артур Шлесинджер, для страны необходим «сильный президент, но действующий в рамках конституции» [5]. И от того, как складываются взаимоотношения между исполнительной и законодательной властями, во многом зависит, какой курс будут проводить США во внешней и внутренней политике, учитывая при этом их взаимосвязь и взаимозависимость. Эти отношения не отличаются постоянством, для них характерен динамизм. Со дня ратификации конституции в США были времена сильной президентской власти, которые сменялись периодом доминирующего конгресса, после чего наступала эра относительно сбалансированного правления. Характер взаимоотношений между исполнительной и законодательной властями определяется главным образом президентом страны, наделенным конституцией огромными полномочиями дискреционного характера. По замыслу «отцов-основателей», он должен быть основным стимулятором деятельности конгресса, а Капитолий, в свою очередь, должен чутко реагировать на запросы своего «самого крупного потребителя», который в конечном счете определяет и направляет деятельность и повестку дня законодательного собрания.

Исследуя взаимоотношения между Белым домом и конгрессом, анализируя различные модели «верховенства конгресса» и диктатуры президента, всегда следует помнить, что истина находится посередине.

не. Исторический опыт показывает, что переход инициативы от одного института к другому происходит в определенных границах, тем более что гибкость доктрины «разделения властей» и системы «сдержек и балансов» позволяет проигрывать различные варианты взаимоотношений между исполнительной властью и Капитолием.

Академия наук СССР
Институт США и Канады

(Поступило 24.3.1977)

ისტორია

თ. ჯაფარიძე

პრეზიდენტი და კონგრესი: ურთიერთობის ევოლუცია

რეზიუმე

ნაჩვენებია ამერიკის შეერთებული შტატების პრეზიდენტის (აღმასრულებელი ხელისუფლება) და კონგრესის (საკანონმდებლო ხელისუფლება) ურთიერთობის კონსტიტუციური მექანიზმის ევოლუციის ანალიზი.

HISTORY

T. Z. JAPARIDZE

PRESIDENT AND CONGRESS: EVOLUTION OF RELATIONSHIP

Summary

The recent historical evolution of the relationship between the USA President (the executive power) and Congress (the legislative power) is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Государственный строй США». М., 1976.
2. К. Маркс, Ф. Энгельс. Собр. соч., т. 5. М., 1967.
3. США: экономика, политика, идеология, № 8, 1972.
4. R. Neustadt. Presidential Powers, N. Y., 1960.
5. A. M. Schlesinger. Imperial Presidency, N. Y., 1973.

УДК 9/47.922

რ. ჯანაშია

ისტორია

მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის არსის
გაგვიხსნათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. გორგილაძემ 31.3.1977)

კულტურულ-ტექნიკური დონე და მისი ზრდის საკითხი მუშათა კლასის ისტორიის და თანამედროვე ცხოვრების ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას წარმოადგენს. ამ პრობლემის შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლევა დღევანდელ პერიოდში, მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის, წარმოებაში ახალი და უახლესი ტექნიკის და ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვის პირობებში.

მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ამაღლებას საფუძვლად უდევს საწარმოო ძალების და წარმოებითი ურთიერთობის განვითარების გარკვეული დონე. იგი დამოკიდებულია მასის მდგომარეობაზე საზოგადოებაში, წარმოების ხასიათსა და მიზანზე, ე. ი. განისაზღვრება საზოგადოების ეკონომიური და პოლიტიკური წყობით. მისი ზრდის საკითხს, რომელსაც თანამედროვე ეპოქაში განსაკუთრებული მეცნიერული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, კომუნისტური პარტია ყოველთვის უდიდეს ყურადღებას აქცევდა და აქცევს.

მშრომელების, კერძოდ, მუშათა კლასის მაღალი კულტურულ-ტექნიკური დონე წარმოადგენს აუცილებელ პირობას სოციალიზმისა და კომუნისმის მშენებლობის ისეთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანების გადასაწყვეტად, როგორც არის ჯერ სოციალიზმის, შემდეგ კი კომუნისმის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნა, გონებრივ და ფიზიკურ შრომას შორის არსებითი განსხვავების დაძლევა და სხვა. მისი განვითარება დაკავშირებულია სოციალიზმის ეკონომიური კანონების კომპლექსთან, კულტურის განვითარების დონესთან, მეცნიერების და ტექნიკის განვითარებასთან.

ამ პრობლემას უდიდეს ყურადღებას უთმობდნენ მარქსიზმ-ლენინიზმის კლასიკოსები. თავიანთ შრომებში კ. მარქსი და ფ. ენგელსი ადამიანთა კულტურულ-ტექნიკური დონის ზრდას განიხილავდნენ, როგორც სპეციალურ, შრომის პროცესის დამახასიათებელ ნიშანს, როგორც მუდმივ ბუნებრივ აუცილებლობას.

ამ პრობლემას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ვ. ი. ლენინის ნაწარმოებებში. ვ. ი. ლენინის ერთ-ერთი უდიდესი ისტორიული დამსახურება ის არის, რომ მან მოგვცა და დააკონკრეტა სოციალიზმის პირობებში შრომაზე მეცნიერული თეორია, განსაზღვრა კულტურულ-ტექნიკური დონის შემდგომი ამაღლების ძირითადი გზები და საშუალებები. განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებდა რა მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ამაღლებას პარტია ხელმძღვანელობდა ვ. ი. ლენინის ბრძნული მითითებებით ჩვენს ქვეყანაში სოციალიზმის მშენებლობის ყველა ეტაპზე.

ამ პრობლემის აქტუალობა განისაზღვრება იმით, რომ დღემდე არ არსებობს მეცნიერულ შეხედულებათა ერთიანობა კულტურულ-ტექნიკური დონის თაობაზე, არ არის მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი კითხვაზე: რა არის კულტურულ-ტექნიკური დონე? საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ

ჯერჯერობით საბჭოთა ისტორიულ ლიტერატურაში არსებობს სხვადასხვა შეხედულებანი კულტურულ-ტექნიკური დონის არსის შესახებ.

მ. იოვჩუკი [1] აღნიშნავს, რომ ჩვენს მეცნიერებაში ორი სხვადასხვა შეხედულება ამ საკითხის გარშემო: ერთი ფიქრობენ, რომ კულტურულ-ტექნიკური დონე მოიცავს საერთო განათლებით მომზადებას, პროფესიულ-ტექნიკურ დონეს, საწარმოო და კვალიფიციურ გამოცდილებას, რომ ეს დონე განისაზღვრება განათლებით და პროფესიული გამოცდილების ხარისხით. მეკვლევართა მეორე ჯგუფი კი აფართოებს კულტურულ-ტექნიკური დონის ცნებას, უმატებს რა მას მშრომელთა პოლიტიკური შეგნებულობის დონეს, მათ საერთო კულტურულ და მეცნიერულ მსოფლმხედველობას.

ჩვენის აზრით, მიუღებელია მეკვლევართა მეორე ჯგუფის შეხედულება, რომელსაც მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის აუცილებელ ატრახტად მიაჩნია პოლიტიკური შეგნებულობის დონე. კულტურულ-ტექნიკური დონე და პოლიტიკური შეგნებულობის დონე ჩვენის აზრით სხვადასხვა ცნებაა.

მეცნიერული განსაზღვრა ცნებისა „კულტურულ-ტექნიკური დონე“ უპირველეს ყოვლისა უნდა ამოდიოდეს მუშათა კლასის როლის აღიარებიდან, როგორც მთავარი მწარმოებელი ძალის საზოგადოებაში.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საკითხის ასე დაყენება ხდება სპეციფიკურ პირობებში, კერძოდ, როდესაც ჩვენ საქმე გვაქვს მუშათა კლასთან სოციალისტურ საზოგადოებაში, სადაც მუშათა კლასი, პირველად კაცობრიობის ისტორიაში ერთდროულად გამოდის როგორც მთავარი მწარმოებლის როლში, ისე საზოგადოების წამყვანი კლასის როლში. საზოგადოებრივი ცხოვრების ისეთი მხარეები, როგორიცაა პოლიტიკური შეგნებულობა, მსოფლმხედველობა, კულტურული განვითარება, მორალი და სხვა, გამოდის ახალი მუშათა კლასიდან სოციალისტურ საზოგადოებაში. აქ უკვე იბადება საკითხი, რადგან მუშათა კლასი სოციალიზმის პირობებში მთავარ მწარმოებელ ძალას წარმოადგენს და ამასთან ერთად საზოგადოების წამყვანი კლასიცაა, შეიძლება თუ არა ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კატეგორიები ჩაერთოს ცნებას „კულტურულ-ტექნიკური დონე“. ჩვენის აზრით ეს არ შეიძლება, რადგან მაშინ ამ ცნების შინაარსი ერთობ გაიზრდება და დაკარგავს თავის ძირითად აზრს, კერძოდ, ეკონომიური განვითარების თვალსაზრისით და ერთმანეთში აირევა ორი სხვადასხვა ცნება, როგორცაა კულტურულ-ტექნიკური დონე და იდეურ-პოლიტიკური დონე. ამ ორი ცნების ერთმანეთში არევა არ შეიძლება, რადგან ორივე თავისთავადი, თვითმყოფადი მოვლენაა, რომელსაც გააჩნდა თავისი სოციალური ბუნება[2].

მცდარად მიგვაჩნია აგრეთვე მეორე შეხედულება, რომლის მიხედვით „კულტურულ-ტექნიკური დონე“ გამოცხადებული „იდეურ-პოლიტიკური დონის“ ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილად [3].

ასევე არასწორად მიგვაჩნია შეხედულება, რომ „ინდივიდის“ კულტურულ-ტექნიკური დონის ქვეშ გავიგოთ „მისი სულიერი განვითარება მთლიანად“, ან კიდევ რომ „კულტურულ-ტექნიკური დონე ეს არის კულტურულობის გამოყენება ხალხთან ურთიერთობაში, რომელიც დაკავშირებულია მრეწველობაში“ [4].

სამრეწველო-ტექნიკური კვალიფიკაცია, სამრეწველო შრომითი პროცესი და გამოცდილება არ წარმოადგენენ იდეოლოგიური ხასიათის ფაქტორებს, ამიტომ არაფრით არ შეიძლება იდეურ-პოლიტიკური დონის ჩართვა ცნებაში „კულტურულ-ტექნიკური დონე“, რადგან ეს ცნება არავითარ შემთხვევაში არ მოიცავს ადამიანის სულიერ სამყაროს მთლიანად.

მართალია კულტურულ-ტექნიკური დონე და პოლიტიკური შეგნებულობა დიალექტიკურ ურთიერთკავშირში არიან, მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ პირველი განსაზღვრავს მეორეს, ან პირიქით. ორივე ეს კატეგორია თვითმყოფადია, თითოეულ მათგანს თავისი სპეციფიკური სოციალური ბუნება აქვს.

სოციალისტური მშენებლობის პერიოდში საბჭოთა კავშირის მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონე განუზომლად გაიზარდა, თუმცა იგი ჯერ კიდევ ჩამორჩება ინჟინერ-ტექნიკური მუშაკების დონეს. მაგრამ მუშათა კლასი როგორც მოწინავე მეცნიერული იდეების მატარებელი, როგორც ხელმძღვანელი კლასი გამოდის თავისი პოლიტიკური სიმწიფით, შეგნებულობით და აქტუალობით, როგორც სოციალისტური საზოგადოების წამყვანი ძალა, ე. ი. საზოგადოებაში პოლიტიკური შეგნებულობის დონით წამყვანი ადგილი უჭირავს მუშათა კლასს, თუმცა მისი კულტურულ-ტექნიკური დონე ჯერ კიდევ არ არის ამაღლებული ინჟინერ-ტექნიკურ მუშაკთა დონეზე. არასწორია ს. ისტრუმილის შეხედულება, რომ ამითქოს კულტურულ-ტექნიკური დონის სისტემატური ზრდის პრობლემა ამოიწურება კომუნიზმზე გადასვლასთან ერთად [5]. ჩვენის აზრით, კულტურულ-ტექნიკური დონის პრობლემა ობიექტურად შენარჩუნებული იქნება კომუნიზმის დროსაც, როგორც ჰემმარითად მუდმივი კატეგორია მატერიალური წარმოების განვითარებაში.

კულტურულ-ტექნიკური დონე წარმოადგენს საერთო სოციოლოგიურ პრობლემას და მატერიალური დოვლათის წარმოება კომუნისტურ საზოგადოებაში არ გაათავისუფლებს მშრომელებს კულტურულ-ტექნიკური დონის შემდგომი ამაღლების აუცილებლობისაგან, რომელიც თავისთავად განაპირობებდეს იქნება ამ დონის ამაღლების მოთხოვნილებას, მის შემდგომ განვითარებას. ამიტომ კომუნიზმის პირობებში ეს პრობლემა დღის წესრიგში დარჩება მაშინაც კი, როდესაც მოსპობა არსებითი განსხვავება ფიზიკურ და გონებრივ შრომას შორის, როდესაც საზოგადოება გახდება სოციალურად ერთგვაროვანი.

მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ამაღლება ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის დონეზე წარმოადგენს ერთი მხრივ ფიზიკურ და გონებრივ შრომას შორის არსებითი განსხვავების ლიკვიდაციის პრობლემის ნაწილს, მეორე მხრივ გონებრივ და ფიზიკურ შრომას შორის არსებული განსხვავების ლიკვიდაცია წარმოადგენს აგრეთვე კულტურულ-ტექნიკური დონის განვითარების ნაწილს, მაგრამ ისე, რომ პირველი ამოიწურება კომუნიზმზე გადასვლის შემდეგ, ხოლო მეორე დარჩება და მიიღებს ახალ შინაარსს და აზრს კომუნისტური წარმოების შემდგომი განვითარებისას.

ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ, რომ საბჭოთა ისტორიოგრაფიაში არ არის აზრთა ერთიანობა კულტურულ-ტექნიკური დონის ცნების განსაზღვრის შესახებ. ჯერჯერობით ამ საკითხზე არ არის ამოწურავი პასუხი, თუმცა ავტორები განსაზღვრავენ ამ ცნებას. მ. იოვჩუკი აღნიშნავს, რომ მშრომელთა კულტურულ-ტექნიკური დონე... «в любом обществе включает в себя производственный опыт работников и их подготовленность к труду, т. е. совокупность их навыков и знаний, необходимых в процессе труда и проявляется главным образом в сфере материального производства» [6].

ქართულ ისტორიოგრაფიაში ამ ცნების განსაზღვრაში უდავოდ დიდი წვლილი მიუძღვის მ. კანტარეს, რომელიც ასე განსაზღვრავს კულტურულ-ტექნიკურ დონეს: «это всеобщее «вечно естественное» специфически характерное» (К. Маркс) человеческому производительному труду общественное явление, которое выражает достигнутую людьми ступень технического прогресса, отражающегося в уровне производительности общественного труда, достижимого каждым этапом экономического развития человеческого общества. Или так: Культурно-технический уровень — это «умение» (В. И. Ленин) людей достигнутого ими технического прогресса производить материальные блага» [7].

აღნიშნული ავტორების განსაზღვრებანი სწორია, მაგრამ ჩვენის აზრით არასრული. ჩვენ ვთვლით, რომ თანამედროვე ეტაპზე მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ცნებაში აუცილებლად უნდა ჩაითვალოს ისეთი

ელემენტები როგორცაა შრომისადმი ფსიქოლოგიური მომზადება, მუშის ესთეტიურობა, ტრადიციები და ახლის ძიება.

ამ კომპონენტების ჩართვა ცნებაში უფრო სრულყოფილს ხდის მის არსს იმდენად, რამდენადაც ფსიქოლოგიური მომზადება, მუშის ესთეტიურობა, ახლის ძიება გარკვეულ ტრადიციებს ემყარება და უფრო სრულყოფილ ფორმებში ვლინდება სწორედ სოციალიზმის და კომუნისმის მშენებლობის პერიოდში, სადაც მუშის სულიერი მხარის განვითარებას განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება და პარტიის საყოველთაო საზრუნავს წარმოადგენს.

ამრიგად, უფრო ამომწურავი იქნება მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის არსის ასეთი განსაზღვრა: მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონე — ეს არის მუშათა საწარმოო გამოცდილება, იმ ჩვევების და ცოდნის ერთიანობა, ფსიქოლოგიური და ესთეტიკური მომზადება შრომისადმი, ტრადიციები და ახლის ძიება, რომელიც აუცილებელია და ვლინდება შრომის პროცესში, წარმოების პროცესში.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 31. 3. 1977)

ИСТОРИЯ

Р. Д. ДЖАНАШИЯ

К ПОНЯТИЮ ВОПРОСА КУЛЬТУРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАБОЧЕГО КЛАССА

Резюме

В результате сопоставления мнений исследователей дано оригинальное определение культурно-технического уровня рабочего класса.

HISTORY

R. D. JANASHIA

TOWARD THE UNDERSTANDING OF THE ESSENCE OF THE CULTURAL AND PROFESSIONAL STANDARDS OF THE WORKING CLASS

Summary

An original definition of the cultural and professional standards of the working class is presented on the basis of a comparison of the opinion of various authors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Т. Иовчук. Культурно-технический подъем трудящихся и его перспективы в период перерастания социализма в коммунизм. М., 1950, 43.
2. М. Я. Кантере. Ж. «Магне», № 6, 1969, 69.
3. Б. Д. Долгодидин, В. В. Казаринов, И. С. Колубабов, Р. С. Косолапов. Вопросы философии, № 2, 1962, 165.
4. ა. ვაჩეიშვილი. მუშათა კლასის კულტურულ-ტექნიკური დონის ამაღლებისათვის საბჭოთა კავშირში, თბილისი, 1962, 57.
5. С. Г. Струмилин. Вопросы философии, № 3, 1933, 46—47.
6. М. Т. Иовчук. Культурно-технический подъем трудящихся и его перспективы в период перерастания социализма в коммунизм. М., 1950, 67.
7. М. Я. Кантере. О культурно-техническом уровне трудящихся. Ж. «Магне», № 6, 1969, 67.



6. ბრეზაძე

მეკვლე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 29. 4. 1977)

თანამედროვე ქართულში მეკვლე ეწოდება მას, „ვინც ოჯახს პირველი უკვლევს, პირველი ულოცავს ახალი წლის დადგომას“ [1]. ამავე მნიშვნელობით განმარტავს ამ სიტყვას ნ. ჩუბინაშვილიც: „მეკვლე — მეძღუნე მომკვლევნი ახალწლისა“ [2].

მეკვლე ნაწარმოებია სიტყვისაგან კვალი. კვლის ერთი განმარტებაა: „ანაბეჭდი, ნიშანი, რომელიც დარჩენილია მიწაზე (ან რაიმე ზედაპირზე) ადამიანის, ცხოველის ან რაიმე საგნის მოძრაობის, გადაადგილების შედეგად, — ნაფეხური, ნატერფალი, ნავალი“ [1], „ფეკვარი“ [3], „ნაფეხვარი, чледи“ [2]. აქედან, მეკვლეა ის, ვინც ფეხით კვალს გაავლებს ან ტოვებს თავის ნაკვალევ-ნატერფალს. ამგვარ გაგებას ემყარება მეკვლის თანამედროვე მნიშვნელობა ახალი წლის პირველი მომლოცველისა. ესაა სახელწოდება კაცისა, რომელიც შინ შემოსვლით, ფეხის შემოდგმით „ტოვებს“ თავის კვალ-ნაფეხურს. ამიტომაც მეკვლის სინონიმად გვხვდება დასავლეთ საქართველოს დიალექტურ ლექსიკაში მეფეხეშიმეფეხურიშიმეფერხავი [1, 4].

ცნობილია ამ სიტყვის (კვალი) სხვაგვარი განმარტებაც: „სახენელი იარაღის მიერ გაჭრილი მიწის ზოლი, — ორნატი; ბოსტანში, ბაღში საგანგებოდ დამუშავებული მიწის ზოლი რისამე დასთვისად“ [1]; „სოფლიონი კუალს უკმობენ ვნულის ორნატსა და ბოსტნის მარგსა“ [3]; „მარგი ბოსტნისა, გინა გუთნით გავლებული ორნატი ხნულისა, борода, гряда“ [2] და „გუთან რო მიაქვს, იმას კვალი ჰქვიან“ [5]. ე. ი., თუ კვალი ორნატის ანუ ხნულის ხალხური სახელია, გამოდის, ამავე განმარტებაზე დამყარებით, ორნატის ანუ გუთნით კვლის, ხნულის გამვლებსაც შეიძლება ეწოდოს მეკვლე. სწორედ სიტყვის ამგვარი გააზრებისა და გადმონათის სახით შემორჩენილი, მეკვლის მიერ შესასრულებელი საახალწლო ტრადიციული რიტუალების ახლებური ინტერპრეტაციის საფუძველზე გამოთქმულ იქნა ვარაუდი, რომ ახალი წლის მომლოცველს, რომლის ერთ-ერთი მთავარი ფუნქციათაგანი იყო საწესო ხვნა-თესვა, რიტუალური კვლის გავლება, დაერქვა მეკვლე [6]. მაგრამ რადგანაც დროთა განმავლობაში უძველესმა წეს-ჩვეულებებმა არა მარტო იცვალა გარეგნული იერ-სახე, არამედ დაკარგა კიდევ თავისი თავდაპირველი მნიშვნელობა, განიცადა საგრძნობი ტრანსფორმაცია და თვით რიტუალური ხვნა-თესვაც ბოლო დროს სრულიად სხვაგვარად იქნა გააზრებული [6], სახელწოდებასაც — მეკვლე — შერჩა მხოლოდ ფეხბედნიერი მომლოცველის, მეფეხის მნიშვნელობა.



ქვემოთ, საკითხზე მსჯელობის გასაადვილებლად, პირობითად გავმიჯნოთ ურთიერთისაგან ეს ორი ტერმინი და ზემომოტანილი განსხვავებული შინაარსით ვიხმაროთ: მეკვლე — სამიწათმოქმედო იარაღით მიწაზე კვლის, ხნულის გამვლები და მეფეხე — ფეხის კვლის, ნაფეხურის, ნატერფალის დამჩენი.

მეკვლე-მეფეხედ, როგორც ცნობილია, ირჩევდნენ „ფეხბედნიერ“ ადამიანს, რომლის შინ შემოსვლა-დალოცვას მოყვებოდა „ღვთის წყალობა“, სიმდიდრე-ბარაქიანობა, ყოველგვარი სიკეთე, ე. ი., გარკვეული გაგებით, იგი მომავლის განმგებელი ანუ ბედის მწერალია.

იბადება კითხვა — ამგვარი მნიშვნელობა ვის უფრო შეიძლებოდა ჰქონოდა — მეფეხეს (ახალი წლის ფეხბედნიერ, კარგი ფეხით შემოსულ მომლოცველს) თუ მეკვლეს (ბედნიერი კვლის გამვლებს)?

გავიხსენოთ, რომ სიტყვისაგან — წერა — განვითარებულ შეხედულებას ბედისწერასა და ბედის მწერალზე საფუძვლად უნდა დაედებოდა მაგიური მხატვრობა [7]. აღნიშნულთან კავშირში საყურადღებოა, რომ ძველად წერა მაგარ მასალაზე ამოჭრა-ამოკვეთის პროცესს, ხაზის გავლებას, გასერვა-გაღარვას და, რაც განსაკუთრებით საგულისხმოა, ხვნასაც ნიშნავდა [8]. მართლაც, საქართველოში ცნობილ ნაირგვარ სახვნელებს შორის ერთ-ერთ უადრეს ტიპად, განვითარების საწყის საფეხურზე მყოფადაა მიჩნეული საწერა ან კავწერა — იარაღი, რომლის ფუნქციაა მიწის გაწერვა, კვლის გაყვანა [9]. გამოდის, რომ სამიწათმოქმედო იარაღით, კავწერით, მეკვლეს გაყვდა კვალი. იგი მიწას „გაწერავდა“ და ამდენად „მწერალი“ იყო. ხოლო რადგანაც მისი ერთი მთავარი ფუნქციათაგანი რიტუალური კვლის გავლება იყო, ამ უკანასკნელზე კი დამოკიდებული იყო მომავალი წლის მოსავლის აკვარგანობა და ბარაქიანობა-სიუხვის უზრუნველყოფა, მეკვლე „ბედის მწერალიც“ გამოდიოდა. ეს ვარაუდი, რა თქმა უნდა, არ ეწინააღმდეგება მოსაზრებას მაგიურ მხატვრობასთან მწერლობისა და ბედისწერის კავშირის შესახებ. აქ მხოლოდ საკითხისადმი კიდევ ერთი ახალი კუთხით მიდგომის, მისი გაღრმავების ცდაა.

ტერმინი „მეკვლე“, გარკვეული გაგებით, იდენტურია სიტყვისა — მწერალის/გამწერელი და დასაშვებია მეკვლის მოხსენიება ამ სახელითაც. მეფეხის შესახებ კი იმავე თქმა გაჭირდება. ეს უკანასკნელი ვერ ოტვეს გამწერლისა და ბედისმწერლის სემანტიკას. იგი მეკვლის სინონიმად შეიძლებოდა ქცეულიყო მას შემდეგ, რაც უძველესმა საახალწლო ჩვეულებებმა განიცადა საგრძნობი ცვლილებები და რიტუალური ხვნის ნაცვლად ყოფამ მისი სიმულაციის მსგავსი, თავდაპირველ შინაარსგამოცლილი წესი შემოგვინახა, როცა თვით მეკვლეობა გააზრებულ იქნა, როგორც მხოლოდ ფეხბედნიერი მომლოცველის შემოსვლით ოჯახისათვის სიკეთის დაბელება.

ამის დამადასტურებელი უნდა იყოს ეთნოგრაფიულ ყოფაში დამოწმებული ჩვეულება, რომლის მიხედვით ახალ წელს მეკვლის როლში გამოდის ოჯახის უფროსი, ხოლო მეორე დღეს „ფერხობაში“ იწვევენ საგანგებოდ შერჩეულ ფეხბედნიერ გარეშე პირს, რომელმაც უნდა შეავსოს ახალი წლის შინაური მეკვლის (იქნებ არც თუ ისე ფეხბედნიერის) შესაძლებელი ნაკლი [10, 11].

დასმულ საკითხთან დაკავშირებით საინტერესო ჩანს ეთნოგრაფიულ ყოფაშივე დამოწმებული სხვა ჩვეულებაც, რომლის მიხედვით ძველად ხართაც ცოდნით მეკვლეობა [11, 12]. ხართან ერთად მეკვლე შემოდიოდა სახლში, ულოცავდა შინაურებს ახალი წლის დადგომას და ა. შ. კაცისა და მხვნილი ხარის ერთობლივი მეკვლეობა კი, შეიძლება, კიდევ ერთი გადმონაშთური მოწმობაა ახალი წლის მომლოცველის სწორედ მეკვლედ (და არა მეფეხედ) მისაჩნევად.

მეკვლის კვალი რომ ხალხში სწორედ ორნატად ანუ ხნულადაა გააზრებული, უნდა ჩანდეს თუშეთის ეთნოგრაფიული მასალიდანაც. მაგალითად, უღელდება დღეს რიტუალური ხვნა-თესვისადმი მიძღვნილი ცერემონიალიდან ყურადღებას იპყრობს შემდეგი ჩვეულება: იმ დღეს საწესო ქმედებათა შემსრულებელი მამაკაცი სხვასთან არ წავიდოდა. მას „კვალი უნდა შეენახა, რომ კვალი სხვის ოჯახში არ შესულიყო“ [13]. თუ გავიხსენებთ, რომ უღელდება ახალი სამეურნეო სეზონის დასაწყისს უკავშირდება, რაც ძველად კალენდარულ ახალ წელს ემთხვეოდა [6], ეს ჩვეულება საახალწლო ციკლის რიტუალად, ხოლო მისი მთავარი პერსონაჟი — უღლისმდებელი მამაკაცი, იგივე მხვნილი — მეკვლის როლში წარმოგვიდგება და უფრო ნათელი გახდება, რომ ზემოაღნიშნული „კვლის შენახვა“ ეხება ორნატს, ანუ ბარაქიანი მოსავლის უზრუნველყოფელ რიტუალურ ხნულს და არა ნაფეხურ-ნატერფალს.

აღნიშნულთან დაკავშირებით საყურადღებოა ის ფაქტიც, რომ მეფეხე მხოლოდ დიალექტური ფორმაა. ეს კი უნდა მიგვანიშნებდეს იმაზე, რომ მეკვლეობის თავდაპირველი მნიშვნელობა სწორედ ხნულ-კვლის გავლებას უკავშირდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში რატომ არაა მეფეხე საერთო ქართული, ლიტერატურული ფორმა? ცნება — კარგი ფეხი (და არა კარგი კვალი) ხომ მთელ საქართველოში ერთნაირადაა გააზრებული და ყველგან თანაბრად გვხვდება. ამასთან, „ფეხბენიერ“ კაცზე ამბობენ: კარგი ფეხი (და არა კარგი კვალი) აქვსო. ჩვეულებრივ, საუბრობენ კარგ (მარჯვენა, ბედნიერ) თუ ცუდ (მარცხენა, თარს) ფეხზე და არა კვალზე. ე. ი. შესატყვისად, ცნების — მეკვლე — ფეხისაგან (ანუ ნატერფალისაგან) წარმომავლობას ნაკლები საფუძველი აქვს და მისი მხოლოდ ამგვარი გააზრება მოგვიანო მოვლენა უნდა იყოს.

ამრიგად, მეტ საბუთიანობას იძენს ჩვენთვის საინტერესო სიტყვის — მეკვლე — თავდაპირველი მნიშვნელობის შესახებ გამოთქმული მოსაზრება [6], რომლის მიხედვით ახალი წლის მომლოცველს ეს სახელი უნდა დაერქმეოდა იმის გამო, რომ მისი ერთ-ერთი მთავარი მოვალეობათაგანი იყო საწესო ხვნა-თესვა ანუ პირველი, რიტუალური კვლის გავლება და რომ ყოფაში გავრცელებული უძველესი წესი აისახა ლექსიკაშიც; თავიდან პირველი მომლოცველი ითავსებდა მეკვლე-მეფეხის გაერთიანებულ ფუნქცია-მნიშვნელობებს. დროთა განმავლობაში კი, რიტუალების თავდაპირველი დანიშნულების შეცვლასთან ერთად, დაკარგა მეკვლისა და შეინარჩუნა მეფეხის მნიშვნელობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ე. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიის
და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5. 6. 1977)

Н. А. БРЕГАДЗЕ

«МЕКВЛЭ»

Резюме

Анализом этнографических и лингвистических данных выявлено, что первоначальная семантика грузинского слова, обозначающего первого поздравителя Нового года, — «mekvle» — проводящий борозду (от «kvali»-борозда), так как в древности одной из основных его функций было проведение ритуальной вспашки, обеспечивающей богатый урожай и изобилие в наступающем году.

ETHNOGRAPHY

N. A. BREGADZE

MEKVLE (FIRST-FOOT)

Summary

An analysis of ethnographical and linguistic evidence shows that the initial meaning of *mekvle* (first-foot, 'the first person entering a house on New Year's day') was 'ploughman' (from the word *kvali*, 'furrow'), for in antiquity it was one of his main duties to perform ritual ploughing.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი, ტ. IV, თბილისი, 1955; ტ. V, თბილისი, 1958.
2. ნ. ჩუბინაშვილი. ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1961.
3. ს.-ს. ორბელიანი. სიტყვის კონა. თბილისი, 1949.
4. ალ. ლლონტი. ქართულ კილო-თქმათა სიტყვის კონა, I. თბილისი, 1974.
5. ა. მარტიროსოვი, გრ. იმნაიშვილი. ქართული ენის კახური დიალექტი. თბილისი, 1956.
6. ბ. ბრეგაძე. კრებული „ძიებანი საქართველოსა და კავკასიის ისტორიიდან“. თბილისი, 1976.
7. ი. სურგულაძე. მსმ, ტტ. XVI—XVII, 1972.
8. ს. ჯანაშია. შრომები, ტ. III, თბილისი, 1959.
9. Г. С. Читая. Сб. ВЭК. Тбилиси, 1952.
10. თ. სახოკია. ეთნოგრაფიული ნაწერები. თბილისი, 1956.
11. ს. შაკალათია. მესხეთ-ჯავახეთი. თბილისი, 1938.
12. ე. ბარდაველიძე. სვანურ ხალხურ დღეობათა კალენდარი. I. ახალი წლის ციკლი. თბილისი, 1939.
13. ს. შაკალათია. თუშეთი. ტფილისი, 1933.

86-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბლოვი ვ. 535
 ავალიშვილი პ. 143
 ალასანია რ. 91
 აღმაშენებელი ნ. 487
 ალიმარინი ი. 352
 ალიევი რ. 472
 აღფაიძე მ. 215
 ანელი ვ. 702
 აპაშვილი ლ. 195
 ასათიანი ვ. 576
 ასლანიძე ნ. 270
 აღნიშნული მ. 300
 აძინა ზ. 691
 ახვლედიანი ე. 732
 ახვლედიანი რ. 391
 ახობაძე თ. 52
- ბარნბოიმი ა. 719
 ბაშელეიშვილი მ. 584
 ბეგიაშვილი გ. 604
 ბეგიაშვილი ც. 698
 ბელთაძე პ. 76
 ბეპიევი ნ. 221
 ბერიაშვილი ნ. 532
 ბერიაშვილი გ. 284
 ბერმანი გ. 428
 ბეჭაური ნ. 130
 ბობროვიცი ა. 432
 ბოკუჩავა ი. 275
 ბოკუჩავა ნ. 307, 537
 ბოლქვაძე მ. 707
 ბრეგაძე ნ. 753
 ბურდულაძე თ. 355
 ბურჯანაძე თ. 192
 ბუჯიაშვილი დ. 195
 ბჰატაჩარია დ. 607
- გაბისიანი ა. 412, 660
 გაბუნია მ. 229
 გაბუნია ს. 233
 გაბუნია უ. 707
 გაგაშვილი ა. 143
 გარნოვსკი ა. 100
 გასანოვი ს. 719
 გაფრინდაშვილი ვ. 128
 გაჩეჩილაძე ი. 707
 გაჩეჩილაძე ც. 721
 გაღვენიანიშვილი ნ. 187
- გეგეჭკორი ა. 200
 გელაშვილი კ. 724
 გეწაძე რ. 566
 გვანცელაძე ვ. 476
 გვახარია ე. 120
 გველესიანი თ. 160
 გვერდწითელი მ. 103
 ვეიზია ა. 707
 ვერიტიშვილი ბ. 655
 ვიჯაური რ. 355
 ვობევიშვილი თ. 60
 გოალოაშვილი გ. 217
 გოგუაძე დ. 556
 გონაძე მ. 439
 გორდუზიანი ვ. 560
 გუნაშვილი მ. 331
 გუგუშვილი ლ. 448
- დავითაია ა. 335
 დავითაშვილი ნ. 420
 დანელია ა. 91
 დარჯანია მ. 280
 დაშინანი ტ. 667
 დემეტრაშვილი რ. 416
 დემურაშვილი ზ. 72
 დვალი ლ. 407
 დიდიძე ა. 130
 დოლიძე ა. 152
 დოლიძე ა. 707
 დომირსკა-ცესელსკა კ. 600
 დონინი მ. 667
 დოლონაძე რ. 103
 დობტუროვიშვილი ნ. 624
 დუდაური თ. 395
- ევსეევი ე. 560
 ელიავა ი. 472
 ელიაშვილი ტ. 472
 ერისთავი ვ. 91
- ვარსიმეაშვილი რ. 680
 ვეკუა ნ. 20, 265
 ვორობიოვი ლ. 460
 ვოროტინევი ლ. 676
- ზაგიუ ტ. 360
 ზამთარაძე გ. 437
- ზურაბაშვილი ზ. 719
- თადემაძე თ. 571
 თავართქილაძე კ. 88, 347
 თავაძე ფ. 404
 თაქთაქიშვილი ი. 484
 თოდრია მ. 100
 თოფჩიშვილი მ. 376
 თუთბერიძე ნ. 616
- ინჯია მ. 355
- კაკაურიძე რ. 684
 კალანდარიშვილი ს. 32
 კანდელაკი ა. 435
 კანდელაკი გ. 180
 კაპანაძე გ. 371
 კაპანაძე ე. 435
 კარაბეტიანცი ნ. 552
 კარასი ი. 312
 კაჭარავა ზ. 492
 კეთილაძე დ. 124
 კეკელია მ. 644
 კერესელიძე მ. 400
 კერვალიშვილი გ. 407
 კერვალიშვილი თ. 424
 კვიციანი ა. 647
 კიანჯეო გ. 404
 კიკნაძე ი. 644
 კილაძე ნ. 225
 კ.ღურაძე ნ. 493
 კლდიაშვილი ვ. 663
 კოპალიანი ლ. 180
 კობევი ვ. 55
 კოტეხი ვ. 324
 კოლაკოვსკი ა. 208
 კოლოპკოვი ვ. 76
 კოპალიანიშვილი თ. 328
 კობაძე თ. 143
 კოფიაშვილი ა. 652
 კორმილიცინი ვ. 208
 კორძაძე ბ. 416
 კუდიანოვი პ. 76
 კუდრიანი ა. 460
 კუზნეცოვა ზ. 195
 კურატაშვილი ზ. 352
 კურტხალია ც. 112
 კუტივაძე დ. 707

- ლაპიაშვილი ა. 162
 ლობჯანიძე გ. 376
 ლომაშვილი ა. 412, 660
 ლომთათიძე ზ. 702
 ლომიძე ნ. 716
 ლომსაძე ბ. 456, 460
 ლუზიანინა ე. 344
 ლუკინი ვ. 368
 ლურსმანაშვილი ა. 36
- მათიაშვილი მ. 355
 მაისურაძე გ. 12
 მამაცაშვილი თ. 112
 მანჯგალაძე ს. 667
 მარგეივი ბ. 412
 მაჩაბელი ი. 328
 მაჭავარიანი შ. 698
 მახარაძე ნ. 740
 მახარობლიშვილი ნ. 91
 მენტეშაშვილი ნ. 91
 მენტეშაშვილი ტ. 173
 მესხია ვ. 79
 მირცხულავა დ. 684
 მიქაშვილი ი. 684
 მიქაძე ი. 168, 688
 მიქელაძე ე. 441
 მოლოდინი ნ. 296
 მოსია ჯ. 360
 მურუსიძე თ. 688
 მუსხელიშვილი ვ. 296
 მუხეშვილი ზ. 412, 660
 მღებრიშვილი მ. 628
 მშველიძე გ. 76
- ნაიდჩი ვ. 195
 ნარიკაშვილი მ. 452
 ნარიკაშვილი ს. 452
 ნასყიდაშვილი პ. 181
 ნეჩაევა ე. 719
 ნიკოლაიშვილი ნ. 656
 ნოდია თ. 660
- ონიანი შ. 656
 ონიანი ჯ. 460
 ორლოვი ა. 128
 ორჯონიძე ე. 461
- პაპელიშვილი რ. 695
 პაჭკორია ა. 24, 548
 პისკუნოვი ი. 128
 პოლოვიცკაია დ. 319
 პუსტილნიკოვა ს. 130
- ყარკოვი ვ. 79
 ყმირიოვა ი. 76
- ყუკოვინი ვ. 68
 ქლენტი თ. 620
- რაზმაძე ნ. 441
 რამიშვილი ნ. 698
 რატიანი ი. 579
 რევიშვილი ლ. 44
- სალია ჯ. 647
 სარჯველაძე გ. 407
 სალინაძე ჯ. 407
 სეფიაშვილი ა. 155
 სვანიძე ლ. 360
 სიგუა თ. 360
 სიღამონიძე შ. 158, 363
 სიხარულიძე დ. 339, 611
 სოლდატოვი ი. 391
 სპიტოვსკი ი. 564
 სტოლიაროვი მ. 467
 სუპატაშვილი გ. 147
 სურმავა გ. 404
- ტატიშვილი თ. 428
 ტიმჩენკო ა. 452
 ტოგონიძე მ. 395
 ტრუბიცინი ა. 79
 ტრუბნიკოვი ვ. 719
 ტურაშვილი რ. 187
 ტურაშვილი ტ. 590
 ტყეშელაშვილი ვ. 395
- უროტაძე ს. 368
 უსანეთაშვილი მ. 39
- ფავლენიშვილი ე. 344
 ფირანაშვილი ზ. 270, 316
 ფირცხალავა ნ. 100
- ქალდანი ლ. 635
 ქართველიშვილი კ. 84
 ქაშაკაშვილი ლ. 91
 ქაჩიბაია ვ. 319
 ქაჩილიშვილი ზ. 607
 ქაჯაია დ. 452
 ქვენიშვილი გ. 620
 ქემხაძე ვ. 667
 ქინჭლაძე ო. 331
 ქორიძე ზ. 120
 ქუმსიაშვილი ვ. 63
 ქურდოვანიძე თ. 743
- ლოლობერიძე მ. 684
- ყალიჩავა გ. 195
 ყვავაძე ე. 736
- ყიფიანი თ. 543
- შაქარაშვილი თ. 130
 შვანგვირაძე ა. 112
 შეინინა ლ. 707
 შელეგია რ. 215
 შენგელაია ი. 407
 შენგელაია დ. 391
 შლენსკი ო. 428
- ჩაგელიშვილი რ. 128
 ჩაჩანიძე გ. 116
 ჩაჩუა გ. 702
 ჩაჩუნაშვილი მ. 328
 ჩერნოკალსკი ბ. 355
 ჩიგოგიძე ა. 27
 ჩიგოგიძე ზ. 331
 ჩიქოვანი ო. 100
 ჩიხელიძე ქ. 139
 ჩიხლაძე ნ. 162
 ჩიხლაძე ო. 319
 ჩოჩიშვილი ნ. 136
 ჩხაიძე გ. 47
 ჩხარტიშვილი ა. 303
 ჩხიკვაძე ლ. 400
 ჩხუბანიშვილი ე. 441
- ცაბაძე ნ. 387
 ცარციძე მ. 456
 ცივაძე ა. 96
 ცინცაძე ნ. 324
 ცირეკიძე ლ. 380
 ციციშვილი გ. 108, 120, 363, 368
 ცხადაძე მ. 202
 ცხვირაშვილი დ. 162
- ძიძიგური კ. 596
- წულაია პ. 672
- ჭანტურია ზ. 576
 ჭეხანა ა. 647
 ჭელიძე ლ. 727
 ჭიჭინაძე გ. 384
- ხაბურზანია ი. 344
 ხარაზიშვილი ა. 292, 540
 ხარატიშვილი გ. 571
 ხასინი ბ. 428
 ხელაძე თ. 363
 ხენკო ვ. 691

ზმალიძე ი. 139
 ზუბერიანი კ. 652
 ზუციშვილი მ. 316
 ზუციშვილი ო. 644
 ზუჭუა ა. 479, 712

ჯავახიშვილი ა. 632
 ჯანაშია რ. 749
 ჯანდიერი გ. 604
 ჯაფარიძე თ. 747
 ჯაში ო. 484

ჯეზუშვილი ი. 416
 ჯიბლაძე ა. 171
 ჯინჭარაძე მ. 719
 ჯიშკარიანი ვ. 635
 ჯიშკარიანი ო. 456

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 86-го ТОМА

Абилов В. А. 533
 Авалишвили П. И. 141
 Агниашвили М. Р. 297
 Адзинба З. И. 689
 Аласания Р. М. 89
 Алексеева Л. И. 485
 Алиев Р. А. 469
 Алимарин И. П. 349
 Алпандзе М. И. 213
 Анели Дж. М. 701
 Апашева Л. М. 193
 Асатиანი В. О. 573
 Асланиди Н. А. 267
 Ахвლედიანი Е. Г. 729
 Ахвლედიანი Р. А. 389
 Ахობадзе Т. И. 49

 Баренбойм А. М. 717
 Башелешвили М. О.
 581
 Бегიაшвили Г. А. 601
 Бегიაშვილი Ц. К. 697
 Бекаури Н. Г. 129
 Белтадзе П. Г. 73
 Бепиева Н. И. 221
 Берикашвили Н. А. 529
 Берикелашвили Г. К.
 281
 Берман Г. М. 425
 Бесбровицкий А. В. 429
 Бокучава И. В. 273
 Бокучава Н. В. 305,
 585
 Болквадзе М. П. 705
 Брегадзе Н. А. 756
 Буджиашвили Д. М.
 193
 Бурджанадзе Т. В. 189
 Бурдуладзе О. О. 353
 Бхаттачарья Д. П. 605

 Варсимашвили Р. М.
 677
 Векуа Н. П. 17, 263
 Всробьев Л. Н. 457

Воротынцев Л. К. 673

 Габисиანი А. Г. 409,
 657
 Габунია М. К. 230
 Габунია С. Л. 236
 Габунია У. А. 705
 Гавашели А. М. 141
 Гаприндашвили В. Н.
 125
 Гарновский А. Д. 97
 Гасанов С. Г. 717
 Гачечиладзе И. А. 705
 Гачечиладзе Ц. В. 721
 Гванцеладзе В. И. 473
 Гвахария В. Г. 117
 Гвелесиანი Т. Л. 157
 Гвердцители М. И. 101
 Гвичია А. Ш. 705
 Гвретишვილი Б. З. 653
 Гегეჩორი А. М. 197
 Гедевანიшвили Н. С.
 185
 Гелашვილი К. Д. 721
 Гецадзе Р. Д. 565
 Гигаური Р. Д. 353
 Гобеджишვილი Т. Г. 57
 Гогоберидзе М. И. 681
 Гоголашვილი Г. Б. 219
 Гогუაძე Д. Ф. 553
 Гонгадзе М. А. 637
 Гердезиანი Д. Г. 557
 Гугუшვილი Л. Н. 445
 Гунашვილი М. В. 329

 Давиташვილი Н. С. 417
 Давитая А. А. 333
 Данелия А. Г. 89
 Дарджания М. В. 277
 Дашниანი Т. С. 665
 Двали Л. А. 405
 Деметрашვილი Р. С. 413
 Демуришვილი З. Н. 69
 Джавахишვილი А. И.
 629

Джанашия Р. Д. 725
 Джандиери Г. В. 601
 Джапаридзе Дж. И.
 121
 Джапаридзе Т. З. 745
 Джаши О. В. 481
 Джебашვილი И. Я. 413
 Джибладзе А. Д. 169
 Джинчарадзе М. М. 717
 Джишკარიანი В. М. 633
 Джишკარიანი О. С. 453
 Дзидзигური К. П. 593
 Дидიძე А. В. 129
 Дсгонაძე Р. Р. 101
 Долидзе А. Б. 705
 Долидзе А. Д. 149
 Домирска-Цесельска К.
 597
 Донин М. А. 665
 Дохтуришვილი Н. С.
 621
 Дудаური О. З. 393

 Евсеев Е. Г. 557

 Жарков В. Н. 77
 Жгенти Т. Г. 617
 Жмырева И. А. 73
 Жуковин В. Е. 68

 Заго Т. Н. 357
 Замтарадзе Г. К. 440
 Зурабашვილი З. А. 717

 Индия М. А. 353

 Каджая Д. В. 449
 Какауридзе Р. Г. 681
 Каландаришვილი С. Г.
 29
 Калдანი Л. А. 633
 Каличава Г. С. 193
 Канделаки Г. В. 177
 Канделаки Л. А. 433
 Капанадзе Г. А. 369

- Капанадзе Е. Е. 433
 Карапетянц Н. К. 549
 Карась И. З. 309
 Картвелишвили К. З. 81
 Качарава З. Д. 489
 Качибая В. Н. 317
 Качлишвили З. С. 605
 Кашакашвили Л. Л. 89
 Квавадзе Э. В. 733
 Квициани А. А. 645
 Кеванишвили Г. Ш. 617
 Кекелия М. А. 641
 Кемхадзе В. С. 665
 Кервалишвили Г. Г. 405
 Кервалишвили О. Г. 421
 Кереселидзе М. В. 397
 Кетиладзе Д. Д. 121
 Кигурадзе К. Т. 463
 Кикнадзе И. И. 641
 Киладзе Н. В. 277, 494
 Кинкладзе О. В. 329
 Кипиани Т. Г. 541
 Кияненко В. В. 401
 Клдншвили В. И. 661
 Кобахидзе Л. А. 177
 Кобзев В. Н. 53
 Ковтун В. П. 321
 Кожиашвили А. М. 649
 Колоковский А. А. 209
 Колобков В. П. 73
 Копадзе Т. В. 141
 Копалейшвили Т. И. 325
 Кордзадзе Б. И. 413
 Қоридзе З. И. 117
 Кормилицин К. А. 205
 Кудрин А. Н. 457
 Кудряшов П. И. 73
 Кузнецова З. И. 193
 Кумсишвили В. А. 61
 Кураташвили З. А. 349
 Курдованидзе Т. Д. 741
 Курцхалия Ц. С. 109
 Кутивадзе Д. А. 705
 Лапишвили А. Д. 161
 Лобжанидзе Г. П. 373
 Ломашвили А. Н. 409, 657
 Ломидзе Н. Б. 713
 Лемсадзе Б. А. 453, 457
 Ломтатидзе З. Ш. 701
 Лужянина Э. Н. 341
 Лукин В. Д. 365
 Лурсманшвили А. П. 33
 Мейсурадзе Г. В. 117
 Мамацашвили Т. С. 109
 Манджгаладзе С. Н. 665
 Маргиев Б. Г. 409
 Матишвили М. Г. 353
 Махарадзе Н. А. 737
 Мехароблишвили Н. Г. 89
 Мачабели И. З. 325
 Мачавариани М. З. 697
 Мгебришвили М. А. 625
 Ментешашвили Т. С. 175
 Месхия В. Ш. 77
 Микадзе И. С. 165, 685
 Микашвили Ю. Н. 681
 Микеладзе Э. Г. 443
 Мирцхулава Д. Ц. 681
 Молодини Н. Ш. 293
 Мосия Д. В. 357
 Мурусидзе Т. А. 685
 Мухелишвили В. Л. 293
 Мушкудиани З. А. 409, 657
 Мшвелидзе Г. Г. 73
 Найдич В. И. 193
 Нарикашвили М. С. 449
 Нарикашвили С. П. 449
 Наскидашвили П. П. 182
 Нечаева Е. В. 717
 Николайшвили Н. С. 653
 Нодня Т. К. 657
 Ониани Д. А. 457
 Ониани Ш. И. 653
 Срджоникидзе Э. К. 463
 Орлов А. К. 125
 Павленишвили Е. Ш. 341
 Папелишвили Р. К. 693
 Пачкория А. М. 21, 545
 Пиранашвили З. А. 267, 313
 Пирцхалава Н. И. 97
 Пискунов И. Н. 125
 Половницкая Д. А. 317
 Пустильникова С. Д. 129
 Размадзе Н. Г. 443
 Рамншвили Н. М. 697
 Ратиани Ю. А. 577
 Ревншвили Л. В. 41
 Сагинадзе Дж. И. 405
 Салия Д. Г. 645
 Сарджвеладзе Г. Е. 405
 Сванидзе Л. К. 357
 Сепишвили А. Д. 153
 Сигуа Т. И. 357
 Сидамонидзе Ш. И. 105, 361
 Сихарулидзе Д. И. 337, 609
 Солдатов И. А. 389
 Спитковский И. М. 561
 Столяров М. В. 465
 Супаташвили Г. Д. 145
 Сурмава Г. М. 401
 Тавадзе Ф. Н. 401
 Таварткиладзе К. А. 85, 345
 Тадумадзе Т. А. 569
 Тактакишвили И. Г. 481
 Татишвили Т. И. 425
 Тимченко А. С. 449
 Ткебучава Г. Е. 285
 Тогоидзе М. Г. 393
 Тодрия М. К. 97
 Топчишвили М. В. 373
 Трубицын А. П. 77
 Трубников В. И. 717
 Турашвили Р. И. 185
 Турашвили Т. В. 589
 Тутберидзе Н. П. 613
 Уротадзе С. Л. 365
 Усанеташвили М. А. 37
 Хабурзания И. А. 341
 Харазишвили А. Б. 289, 537
 Харатишвили Г. Л. 569
 Хасин Б. Ф. 425
 Хеладзе Т. А. 105, 361
 Хенко В. Н. 689
 Хмаладзе И. И. 137
 Хуберян К. М. 649
 Хуцишвили Н. Г. 313
 Хуцишвили О. Д. 641

Хучуа А. В. 477, 709	Чачанидзе Г. Д. 113	Чхартшвили А. Г. 301
Цабадзе Н. Г. 385	Чачхунашвили М. Ш. 325	Чхиквадзе Л. А. 397
Царцидзе М. А. 453	Челидзе Л. Т. 725	Чхубианишвили Е. И. 443
Цьвадзе А. Ю. 93	Чернокальский Б. Д. 353	
Цицидзе Н. Л. 321	Чехани А. А. 645	Шакарашвили Т. С. 129
Цирекидзе А. Р. 377	Чигогидзе А. Ч. 25	Швангирадзе А. В. 109
Цицишвили Г. В. 105, 117, 361, 365	Чигогидзе З. Н. 329	Шейнина Л. И. 705
Пулая Г. Г. 669	Чиковани О. Н. 97	Шелегия Р. С. 213
Цхададзе М. Ш. 201	Чихелидзе К. С. 137	Шенгелая И. Б. 405
Цхвирашвили Д. Г. 161	Чихладзе Н. М. 161	Шенгелия Д. М. 389
	Чихладзе О. А. 317	Шленский О. Ф. 425
Чагелишвили Р. Д. 125	Чичинадзе Г. Л. 381	
Чантурия З. А. 573	Чочышвили Н. М. 133	Элиава И. Я. 469
Чачава Г. Н. 701	Чхандзе Г. А. 45	Элиашвили Т. С. 469
		Эристави В. Д. 89

AUTHOR INDEX TO VOLUME 86

Abilov V. A. 535	Bujiashvili D. M. 195	Dididze A. V. 131
Adzinba Z. I. 691	Burduladze O. O. 356	Djishkariani O. S. 456
Aghniashvili M. R. 300	Burjanadze T. V. 192	Dogonadze R. R. 103
Akhobadze T. I. 52		Dokhturishvili N. S. 624
Akhvlediani E. G. 732	Chachanidze G. D. 116	Dolidze A. D. 152
Akhvlediani R. A. 392	Chachava G. N. 703	Dolidze L.B. 706
Alasania P. M. 91	Chachikhunashvili M. Sh. 328	Domirska-Ciesielska K. 600
Alexeeva L. I. 488		Donin M. A. 668
Aliev R. A. 472	Chagelishvili R. D. 128	Dudauro O. Z. 396
Alimarin I. P. 352	Chanturia Z. A. 576	Dvali L. A. 407
Alpaidze M. I. 215	Chekhani A. A. 647	Dzidziguri K. P. 596
Aneli J. M. 703	Chelidze L. T. 728	
Apasheva L. M. 195	Chernokalski B. D. 356	Eliashvili T. S. 472
Asatiani V. O. 576	Chichinadze G. L. 384	Eliava I. Ia. 472
Aslanidi N. P. 271	Chigogidze A. Ch. 27	Eristavi V. D. 91
Avalishvili P. I. 143	Chigogidze Z. N. 332	Evseev E. G. 560
	Chikhelidze K. S. 139	
Barerboim A. M. 719	Chikhladze M. M. 163	Gabisiani A. G. 412, 660
Basheleishvili M. O. 584	Chikhladze O. A. 319	Gabunia M. K. 231
Begishvili G. A. 604	Chikovani O. N. 100	Gabunia S. L. 236
Begishvili Ts. K. 698	Chkhaidze G. A. 52	Gabunia V. A. 708
Bekauri N. G. 131	Chkhartishvili A. G. 304	Gachechiladze I. A. 708
Beltadze P. G. 76	Chkhikvadze L. A. 400	Gachechiladze Ts. V. 724
Bepieva N. I. 224	Chkhubanishvili E. I. 443	Gaprindashvili V. N. 128
Berikashvili N. A. 532	Chochishvili N. M. 136	Garnovsky A. D. 100
Berikelashvili G. K. 284		Gasarov S. G. 719
Berman G. M. 428	Danelia A. G. 91	Gavasheli A. M. 143
Bhattacharya D. P. 608	Darjania M. B. 280	Gedevanishvili N. S. 187
Bobrovitsky A. V. 432	Dashniani T. S. 668	Gegechkori A. M. 200
Bokuchava I. V. 276	Davitashvili N. S. 420	Gelashvili K. D. 724
Bokuchava N. V. 308, 587	Davitaya A. A. 336	Getsadze R. D. 567
Bolkvadze M. P. 708	Demetrashvili R. S. 416	Gigauri R. D. 356
Bregadze N. A. 756	Demurishvili Z. N. 72	Gobejishvili T. G. 60

- Gogoberidze M. I. 684
 Gogolashvili G. B. 219
 Gogvadze D. F. 556
 Gongadze M. A. 639
 Gordeziani D. G. 560
 Gugushvili L. N. 448
 Gunashvili M. V. 332
 Gvakharia V. G. 120
 Gvantseladze V. I. 476
 Gvelesiani T. L. 160
 Gverdstiteli M. I. 103
 Gvichia A. Sh. 708
 Gvritishvili B. Z. 656

 Injia M. A. 356

 Janashia R. D. 752
 Jandieri G. V. 604
 Japaridze J. I. 124
 Japaridze T. Z. 747
 Jashi O. V. 484
 Javakhishvili A. J. 632
 Jebashvili I. I. 416
 Jibladze A. D. 172
 Jincharadze M. M. 719
 Jishkariani V. M. 635

 Kacharava Z. D. 492
 Kachibaia V. N. 319
 Kachlishvili Z. S. 608
 Kajaia D. V. 452
 Kakauridze R. G. 684
 Kalandarishvili S. G. 32
 Kaldani L. A. 635
 Kalichava G. S. 195
 Kandelaki A. A. 435
 Kandelaki G. V. 180
 Kapanadze E. E. 435
 Kapanadze G. A. 372
 Karapetians N. K. 552
 Karas I. Z. 312
 Kartvelishvili K. Z. 84
 Kashakashvili L. L. 91
 Kekelia M. A. 644
 Kemkhadze V. S. 668
 Kereselidze M. V. 400
 Kervalishvili G. G. 407
 Kervalishvili O. G. 424
 Ketiladze D. D. 124
 Kevanishvili G. Sh. 620
 Khaburzanja I. A. 344
 Kharatishvili G. L. 571
 Kharazishvili A. B. 2:2, 540

 Khasin B. F. 428
 Kheladze Sh. I. 108
 Kheladze T. A. 364
 Khenko V. N. 691
 Khmaladze I. I. 139
 Khuberian K. M. 652
 Khuchua A. V. 712, 480
 Khutsishvili N. G. 316
 Khutsishvili O. D. 644
 Kiguradze K. T. 463
 Kiknadze I. I. 644
 Kiladze, N. V. 227, 455
 Kinkladze O. V. 332
 Kipiani T. G. 543
 Kiyarenko V. V. 404
 Kldiashevili V. I. 663
 Kobakhidze L. A. 180
 Kobzev V. N. 55
 Kolakovski A. A. 212
 Kolobkov V. P. 76
 Kopadze T. V. 143
 Kopaleishvili T. I. 328
 Kordzadze B. N. 416
 Kormilitsyn K. A. 208
 Koridze Z. I. 120
 Kovtun V. P. 324
 Kozhiashvili A. M. 652
 Kudrin A. N. 460
 Kudryashov P. I. 76
 Kumsiashevili V. A. 63
 Kuratashvili Z. A. 352
 Kurdovanidze T. D. 744
 Kurtskhalia Ts. S. 112
 Kutivadze D. A. 708
 Kvavadze E. V. 736
 Kuznetsova Z. I. 195
 Kvitsiani A. A. 647

 Lapiashvili A. D. 163
 Lobzhanidze G. P. 376
 Lomashvili A. N. 412, 660
 Lomidze N. B. 716
 Lomsadze B. A. 456, 460
 Lomtadidze Z. Sh. 703
 Lukin V. D. 368
 Lursmanashvili A. P. 36
 Luzyanina E. N. 344

 Machabeli I. Z. 328
 Machavariani M. Z. 698
 Maisuradze G. V. 120
 Makharadze N. A. 740
 Makharoblishvili M. G. 91
 Mamatsashvili T. S. 112
 Manjgaladze S. N. 668

 Margiev B. G. 412
 Matiashvili M. G. 356
 Menteshashvili T. S. 175
 Meskhia V. Sh. 80
 Mgebrishvili M. A. 628
 Mikadze I. S. 168, 688
 Mikashvili U. N. 684
 Mikeladze E. G. 443
 Mirtskhulava D. T. 684
 Molodini N. Sh. 296
 Mosia J. V. 360
 Mshvelidze G. G. 76
 Murusidze T. A. 688
 Mushkudiani Z. A. 412, 660
 Muskhelishvili V. L. 236

 Najdich V. I. 195
 Narikashvili M. S. 452
 Narikashvili S. P. 452
 Naskidashvili P. P. 183
 Nechaeva E. B. 719
 Nikolaishvili N. S. 656
 Nodia T. K. 660

 Oniani Dj. A. 460
 Oniani Sh. I. 656
 Orjonikidze E. K. 463
 Orlov A. K. 128

 Pachkoria A. M. 24, 548
 Papelishvili R. K. 695
 Pavlenishvili E. Sh. 344
 Piranashvili Z. A. 271, 316
 Pirtskhalava N. I. 100
 Piskunov I. N. 128
 Polovitskaya D. A. 319
 Pustilnikova S. D. 131

 Ramishvili H. M. 698
 Ratiani Yu. A. 580
 Razmadze N. G. 443
 Revishvili L. V. 44

 Saginadze J. I. 407
 Salia J. G. 647
 Sarjeladze G. E. 407
 Sepiashevili A. D. 156
 Shakarashvili T. S. 131
 Sheinina L. I. 703
 Shelegia R. S. 215
 Shengelaia I. B. 407
 Shengelia D. M. 392
 Shlenski O. F. 428
 Shvangiradze A. V. 112

- Sidamonidze Sh. I. 108,
364
- Sigua T. I. 360
- Sikharulidze D. I. 339, 611
- Soldatov I. A. 392
- Spitkovski I. M. 564
- Stolyarov M. V. 467
- Supatashvili G. D. 148
- Surmava G. M. 404
- Svanidze L. K. 360
- Tadumadze T. A. 571
- Taktakishvili I. G. 484
- Tatishvili T. I. 428
- Tavadze F. N. 404
- Tavartkiladze K. A. 88,
347
- Timchenko A. S. 452
- Tkebuchava G. E. 286
- Todria M. K. 100
- Togonidze M. G. 396
- Topchishvili M. V. 376
- Trubitsyn A. P. 80
- Trubnikov V. I. 719
- Tsabadze N. G. 387
- Tsartsidze M. A. 456
- Tsintsadze N. L. 324
- Tsirekidze L. R. 380
- Tsitsishvili G. V. 108,
120, 364, 368
- Tsivadze A. Yu. 96
- Tskhadadze M. Sh. 202
- Tskhvirashvili D. G. 163
- Tsulaja G. G. 672
- Turashvili R. I. 187
- Turashvili T. V. 590
- Tutberidze N. P. 616
- Urotadze S. L. 368
- Usanetashvili M. A. 39
- Varsimashvili R. Sh. 680
- Vekua N. P. 20, 265
- Vorobyev L. N. 460
- Vorotyntsev L. K. 676
- Zagu T. N. 360
- Zamtaradze G. K. 440
- Zharkov V. N. 80
- Zhgenti T. G. 620
- Zhmyriova I. A. 76
- Zhukovin V. E. 68
- Zurabashvili Zur. A. 719

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: вверх страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверх 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 оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста: под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отмечен на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или сносок номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე გ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიის კოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარჯიშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (ჯარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საესებით 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 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია აღებულობს თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციარების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეჭურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნაჭევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო წრომა, ეუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ეუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათიებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ 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 (არა უმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.