

524

1994

ISSN—0132—1447



საქართველოს  
მეცნიერებათა აკადემიის

**ამაგბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИИ

**BULLETIN**

OF THE GEORGIAN ACADEMY  
OF SCIENCES

150

№ 3

1994



524  
1994  
პ. 150  
ნ 3

საქართველოს  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИИ

69

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY  
OF SCIENCES

ტომი 150 TOM

№ 3

1994

ჟურნალი დაარსებულია 1940 წელს  
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ჟურნალი "შოამბე"  
გამოდის ორ თვეში ერთხელ ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Научный журнал "Сообщения АН Грузии" выходит в 2 месяца  
раз на грузинском, русском и английском языках

მთავარი რედაქტორი – აკადემიკოსი ა. თავხელიძე

ს ა რ ე დ ა ქ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ვ. გამყრელიძე,  
თ. გამყრელიძე, გ. გველეხიანი, ვ. ვომელაური, რ. ვორდუხიანი (მთავარი რედაქტორის  
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, ვ. კვესიტაძე, ი. კილურაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
თ. კობალაძე, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის  
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,  
გ. ციციშვილი, ვ. ჯოღოშვილი

Главный редактор – академик А. Н. Тавхелидзе

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора),  
Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаური, Р. Б. Гордезиани  
(заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Квеситадзе, И. Т. Кигურაძე  
(заместитель главного редактора), Т. И. Ковалеишвили, Д. Г. Лომინაძე,  
Р. В. Метრეveli, Д. А. Мухелишвили (заместитель главного редактора), Т. Н. Оნიანი,  
М. Е. Салукваძე (заместитель главного редактора), Т. Ф. Урушაძე, Г. Ш. Цицишвили,  
Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

რედაქციის მისამართი: 380008, თბილისი-8, რუსთაველის პრ. 52, ტელ. 99-75-93.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საწარმოო-საგამომცემლო გაერთიანება  
"მეცნიერება", 380060, თბილისი, დ. ვამრეკელის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380008, Тбилиси-8, пр. Руставели 52, тел. 99-75-93.

Производственно-издательское объединение АН Грузии "Мецниереба",  
380060, Тбилиси, ул. Д. Гамрекели 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 10.06.1995. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 3.01.1996. ფორმატი 70x97 1/16.

აწუობილია კომპიუტერზე ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 12. სააღრიცხვო-

საგამომცემლო თაბაბი 12. ტირაჟი 300. შეკვ. N 639. ფასი სახელშეკრულებო.

Сдано в набор 10.06.1995. Подписано к печати 3.01.1996 Формат 70x97 1/16.

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12 Уч.-изд. л. 12.

Тираж 300. Зак. N 639. Цена договорная.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

2053

* გ. ლითაძე. ასახვათა თანმთხვევის ზოგიერთი საკითხის შესახებ	399
* კ. ამერი, ა. კოსტინი. მაღალი რიგის წარმოებულებთან მდგომი მკვირვ პარამეტრების შემცველი, ნელა ცვლად კოეფიციენტებიანი წრფივი დიფერენციალური განტოლების ამონახსნებისასიმპტოტური წარმოდგენის შესახებ	404
* თ. ჭყონია. შენიშვნა ზომის ლოგარითმული წარმოებულის შესახებ	407
* ვ. გოლოვინი. სასრულგანზომილებიანი კრიტერიუმები კონათა კოპოლოლოგიებისათვის	410
* უ. გოგინავა. ჭერადი რიჟან-სტილტიესის ინტეგრალის შესახებ	412
* კ. ბიწაძე. მულტიპლიკაციური სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივთა ნული ზომის სიმრავლეებზე განშლადობის შესახებ	414

მექანიკა

ჭ. ავალიანი, შ. ავალიანი. ოპტიკური სისტემა საპროექციო ტელევიზორებისათვის	415
--	-----

კიბერნეტიკა

* მ. გვარიშვილი, ნ. გლობოვეცი. მონაცემების განაწილებული ბაზის აგების ერთი მოდელის შესახებ	421
* გ. ბელთაძე. მოგებათა განაწილება სამართლიანობის პრინციპით ლექსიკოგრაფიულ კოოპერატიულ თამაშებში	425
* ზ. ყიფშიძე. ბოუზ-ჩოულტპური-ჰოკინგემის კოდის არითმეტიკული ანალოგი	428

ფიზიკა

* დ. არმორი, ბ. კიკიანი, გ. მესხი. მსუბუქი კლასტერული იონების ემისია ზელაპირების იონებით გაფრქვევისას	436
* ა. ალაბიანი, ნ. ცინცაძე. ანომალური გადატანითი მოვლენები ცხელი ელექტრონების არსებობის დროს	441
გ. ქვეანიშვილი, ი. იკვაძე, თ. ბუღალავა, გ. კეკელია. სწორკუთხა ტალღამატარში მოთავსებული მეტალური ცილინდრისა და დიელექტრიკული ფენისაგან შემდგარი სისტემის ზოგიერთი ელექტროდინამიკური თვისებების შესახებ	442

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

### ბიოფიზიკა

- \*ვ.აბაშიძე, ი.ვოცკი, ნ.გუგუტიშვილი, ი.მულქაძე, გ.ნიაურია, თ.ცაგურია. 451  
 ენგურტესის რაიონში განმეორებითი გრავიმეტრიული გაზომვების  
 შედეგები

### ანალიზური ქიმიკა

- \*იახია მახლულ ალ-ზინარი, ლ.მასხარაშვილი, ნ.კუციავა, თ.გვახარია, 454  
 ვ.ერისთავი . სირიის საბადოს ბუნებრივი სორბენტის შესწავლა

### ორბანული ქიმიკა

- კ.კვიციანიშვილი, ე.ბენაშვილი, შ.საბელაშვილი, თ.გურიელიძე. რეაქტიული 455  
 საწვავის დემერკაპტანიზაცია ბუნებრივი ალუმინილიკატების  
 გამოყენებით

### \* ფიზიკური ქიმიკა

- \*გაჩეიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), 462  
 რ.ზედგინიძე, გ.ანტონინი, ბ.მეტრეველი, ი.ბორისოვიჩი. Fe-Y, -L, -M

ციკლითების კატალიზური თვისებები CO-ს დაქანგვის რეაქციაში

- დ.მოგილიანსკი, ი.ნახუციანიშვილი, მ.კაციაშვილი, გ.ბაგრატიშვილი. 464

გერმანიუმის ნიტრიდის თერმოგამოწვის პროდუქტების  
 რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა

- \*კ.ამირხანაშვილი, ლ.ნიკოლაიშვილი, თ.ანდრონიკაშვილი (საქართველოს 471

მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ადამანტიანისა და მისი  
 წარმოებულების ქრომატოგრაფიული დაყოფის მათემატიკური  
 მოდელირება თხევადკრისტალურ კაპილარულ სვეტზე

- \*ლ. ნიკოლაიშვილი, კ. ამირხანაშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ.მეცნიერებათა 475

აკადემიის აკადემიკოსი) უნივერსალური ალგორითმი  
 ქრომატოგრაფიული პროცესების მათემატიკური მოდელირებისათვის  
 პერსონალურ ეგმ-ზე

### ჰიმიური ტექნოლოგია

- დ.სათირიშვილი, ვ.ბიბილეიშვილი, ვ.ერისთავი, ნ.კუციავა, იახია მახლულ ალ- 477

ზინარ. რძის წარმოების უნარჩენო ტექნოლოგია წყალმომარაგების  
 შეკრული ციკლით შემბრანული პროცესების საფუძველზე

**ბეოლოგია**

\*გ. სალუქვაძე. ახალი მონაცემები ჭინისწყალი-აბაშის შუამდინარეთის ზედა ეოცენური და ქვედა ოლიგოცენური ნალექების სტრატეგრაფიის შესახებ 483

**ბეოქიმია**

გ.ბუნიძე, ი.ბუნიძე (აკადემიის წევრ - კორესპონდენტი). შავი ზღვის გოგირწყალბადიანი ზედაპირის მდგომარეობა აჭარის სანაპიროსთან 484

**მეტალურგია**

გ.ქაშიკაშვილი, ვ.კეიშვილი, ვ.ბაიკაშვილი, გ.ქობილავა, გ.კაპინაძე. რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის წვრილსორტულ დგან „320“-ის რეკონსტრუქცია 488

**ენერგეტიკა**

ჭ.კონიაშვილი, ო.კერვალიშვილი. სიმრეწველო საწარმოთა ელექტრო-მოძარაგების სისტემის პარამეტრების განსაზღვრა დატვირთვის პერსპექტიული დინამიკის გათვალისწინებით 491

**თბოტექნიკა**

გ.ჩიმაკაძე, ვ.ჭამარჭაშვილი. საქართველოს გეოთერმული ენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივის განსაზღვრისათვის 498

**ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა**

მ.ბოზაძე, დ.ზანგურაშვილი, ნ.თევზაძე. ანკეტური გამოკითხვის ანალიზი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე 503

ნ.გბელიშვილი. მოწყობილობა ფუნქციის ექსტრემუმების დადგენისათვის 508

ო.ლაბაძე, მ.კერცვაძე, გ.კუბლაშვილი. კუთხური გადაადგილების ნახევარ-ცილინდრული კოაქსიალური ურთიერთინდუქციური პირველადი გარდამქმნელის გამოიშვალ მახასიათებლის მიღების მეთოდი 512

**ბოტანიკა**

გ.ღვალაძე, ქ.ჩოჩია, მ.ახალკაცი. ლოტოსის - *Nelumbo nucifera Gaertn.* - განაყოფიერება 518

**ბენეტიკა და სელექცია**

\*რ.გოგუაძე, შ.შარია. მეთოზი და თესლის წარმოშობა იაპონური ხურმის ჯიშ ჰაიიაში 521

### ალამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- ნ.დარჩია, მ.ელიავა, ი.გვილია, თ.ონიანი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ექსპერიმენტული პირობებისაღმე ადაპტაციის გავლენა ზღვის გოქის ძილ-ღვიძილის ციკლზე 522

### ბიოქიმია

- მ.წერეთელი, თ.ხუტუა, ხ.მუშკელიანი. *Rhizopus colnii* sp. (II) ვგზოგენური ლიპაზის ზოგიერთი თვისების შესწავლა 529

### ზოოლოგია

- \*ე.ყვავიძე. ჭიაყელას *DENDROBAENA FAUCIUM MICHAELSEN*, 1910 ხელაბალი აღწერა 536

### ციტოლოგია

- \*გ.ბახტაძე. ურთიერთკავშირი კალიების სხეულის ზომების, ბირთვი ღმ-ის შემცველობისა და სათესლეების პლაილომის ინდექს შორის 539
- ნ.კაკაურიძე. ეპიდერმისის ზოგიერთი სტრუქტურის მორფოლოგიური და კანის მკვებავი სისხლის მიღების რაოდენობრივი და ულტრასტრუქტურული თავისებურებანი ათეროსკლეროზის დროს 541

### ექსპერიმენტული მედიცინა

- ა.აბესაძე, ზ.ტაბიძე. დუოდენური წულულის წარმოქმნის კოაგულოგენური მექანიზმი 548

### ენათმეცნიერება

- მ.ბუცხრიკიძე. აუსლიუტის ყრუ ხშულთა პირველადობის შესახებ თურქულ ენებში 554

### ისტორია

- ნ.გურგენიძე. საოჯახო ბიბლიოთეკები საქართველოში, როგორც კულტურის კერები 559
- გ.ახვლედიანი. მცირე განმარტება ანარქისტული მოძღვრების საფუძვლებთან დაკავშირებით 567

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Г.А.Лаптадзе. О некоторых вопросах совпадения отображений 397
- К.А.Амер, А.В.Костин. Об асимптотическом представлении решений линейного дифференциального уравнения с малыми параметрами при старших производных и с медленно меняющимися коэффициентами 400
- Т.Г.Чкоция. Заметка о логарифмической производной меры 405
- В.Д.Головин. Критерии конечномерности для когомологий пучков. 408
- У.К.Гогинава. О кратном интеграле Римана-Стилтьеса 411
- \*К.Р.Бицадзе. О расходимости рядов Фурье по мультипликативным системам на множествах меры нуль 414

### МЕХАНИКА

- \*Д.И.Авалвани, М.И.Авалвани. Оптическая система для проекционных телевизоров 417

### КИБЕРНЕТИКА

- М.И.Гваришвили, Н.Н.Глибовец. Об одной модели построения распределенной базы данных 418
- Г.Н.Белтадзе. Распределение выигрышей принципом справедливости в лексикографических кооперативных играх 422
- З.Ш.Кишвидзе. Арифметический аналог кода Боуза-Чоудхури-Хоквингема 426

### ФИЗИКА

- Д.Г.Армор, Б.И.Кикиани, Г.Г.Месхи. Эмиссия легких кластерных ионов при ионном распылении поверхностей. 429
- \*А.М.Алабад, Н.А.Цинцадзе. Явление аномального переноса при наличии горячих электронов 441
- \*Г.Ш.Кеванишвили, И.А.Кикадзе, Т.Н.Бжалава, Г.В.Кекелия. О некоторых электродинамических свойствах системы из металлического цилиндра и диэлектрического слоя, расположенных в прямоугольном волноводе 446

### ГЕОФИЗИКА

- В.Г.Абашидзе, И.Г.Вовк, Н.Н.Гугутишвили, И.А.Мелкадзе, Г.А.Ниаури, Т.А.Цагурия. Результаты повторных гравиметрических измерений в районе Ингульской ГЭС 447

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Яхья Махлауль Аль-Зиннар, А.П.Масхарашвили, Н.А.Куцава, Т.Ф.Гвахария, В.Д.Эристави. Изучение природного сорбента месторождения Сири 452

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- \*К.Е.Квитаишвили, Е.М.Бенашвили, Ш.Д.Сабелашвили, Т.Р.Гуриелидзе. Десмеркантизация реактивных топлив с применением природных амомосиликатов 457

\* Заглавие, помеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г.О.Чивадзе (член-корреспондент АН Грузии), Р.Ш.Зедгинидзе, 459  
 Г.В.Антошин, В.Г.Метревели, И.Г.Борисович. Каталитические  
 свойства цеолитов Fe-Y, -L, -M в реакции окисления окиси  
 углерода
- \*Д.Н.Могиланский, И.Г.Нахуцишвили, М.Р.Кациашвили, 466  
 Г.Д.Багратишвили. Рентгенографическое исследование  
 продуктов термоотжига нитрида германия
- К.Д.Амирханашвили, А.Т.Николаишвили, Т.Г.Андроникашвили 468  
 (академик АН Грузии). Моделирование хроматографического  
 разделения адамантана и его производных на  
 жидкокристаллических капиллярных колонках
- А.Т.Николаишвили, К.Д.Амирханашвили, Т.Г.Андроникашвили 472  
 (акад.АН Грузии). Универсальный алгоритм для  
 моделирования хроматографических процессов с помощью  
 ПЭВМ

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- \*Д. Сатиришвили, В. Бибелишвили, В. Эристави, Н. Куциава, Яхья 479  
 Махлуль Аль-Зиннар. Безотходная технология производства  
 молока с замкнутым циклом водоснабжения на основе  
 мембранных процессов

### ГЕОЛОГИЯ

- Г.Н.Салуквадзе. Новые данные по стратиграфии верхнеэоценовых 480  
 и нижнеолигоценых отложений междуречья Чанисцкали-  
 Абана (Западная Грузия)

### ГЕОХИМИЯ

- \*Г.И.Буачидзе, И.М.Буачидзе. Положение сероводородной 487  
 поверхности черного моря у побережья Аджарии

### МЕТАЛЛУРГИЯ

- \*Г.Кашакашвили, В.Чеишвили, В.Баакашвили, Г.Кобалава, 490  
 Г.Капанадзе. Реконструкция прокатного стана Руставского  
 металлургического комбината

### ЭНЕРГЕТИКА

- \*Д.А.Кониашвили, О.Г.Кервалишвили. Определение параметров 497  
 системы электроснабжения промышленных предприятия с  
 учетом перспективной динамики нагрузки

### ТЕПЛОТЕХНИКА

- \*Г.В.Чимакадзе, В.А.Джамарджашвили. К определению перспективы 502  
 развития геотермальной энергетики в Грузии

### АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- \*М.Н.Ахобадзе, Д.Т.Зангурашвили, Н.Ш.Тевзадзе. Анализ анкетного 506  
 опроса на основе теории нечетких множеств

- \*Н.К.Гдзелишвили. Устройство для установления экстремумов функции 514
- \*О.С. Лабадзе, М.З. Церцвадзе, Г.Ш. Кублашвили. Метод определения выходной характеристики полуцилиндрического коаксиального взаимноиндуктивного первичного преобразователя угловых перемещений 514

## БОТАНИКА

- Г.Е.Гваладзе, К.А.Чочиа, М.Ш.Ахалакци. Оплодотворение у лотоса *Nelumbo nucifera* Gaertn. (*Nelumbonaceae*) 515

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Р.Ш.Гогуадзе, Ш.Г.Шария. Мейоз и образование семян у японской хурмы сорта хачиа 519

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- \*Н.Дарчия, М.Элиава, И.Гвилия, Т.Оннани (академик АН Грузии). Влияние адаптации к экспериментальным условиям на цикл бодрствование-сон морской свинки 529

## БИОХИМИЯ

- \*М.Е.Церетели, Т.О.Хучуа, Х.Г.Мушкудиани. Изучение некоторых свойств экзогенной липазы из *Rhizopus cohnii* sp. (II) 531

## ЗООЛОГИЯ

- Э.Ш.Квавадзе. Переописание дождевого червя *DENDROBAENA FAUCIUM* MICHAELSEN, 1910 533

## ЦИТОЛОГИЯ

- Г.И.Бахтадзе. Взаимосвязь между размерами тела, содержанием ядерной ДНК и индексом плоидности семенников у саранчовых 537

- \*Н.Г.Какауридзе. Некоторые особенности морфометрических показателей микроструктур эпидермиса и количественная и ультраструктурная характеристика капилляров кожи при атеросклерозе 546

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- \*А.И.Абесададзе, З.Ш.Табидзе. Коагулогенный механизм возникновения дуоденальной язвы 552

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \*М.Буцхрикидзе. Первичность глухих смьчных в ауслaute тюркских языков 557

## ИСТОРИЯ

- \*Н.А.Гургенидзе. Частные библиотеки Грузии как очаги культуры 565
- Г. Ахведиани. По поводу основ анархизма 570

## CONTENTS

## MATHEMATICS

- \*G.Laitadze. Some Problems of Coincidence of Mappings 399
- \*K.Amer, A.Kostin. On Asymptotic Representations of Solutions of Linear Differential Equation with Small Parameters at Higher Derivatives and Slowly Changing Coefficients 404
- \*T.Chkonia. A Note about the Logarithmic Derivative of Measure 407
- \*V.Golovin. Criteria for Finite-Dimensionality of Cohomology of Sheaves 410
- \*Y.Goginava. On the Multiple Integral of Rimann-Stieltjes 412
- K.Bitsadze. On Divergence of Fourier Series with Respect to Multiplicative Systems on the Sets of Measure Zero 413

## MECHANICS

- \*J.Avaliani, M.Avaliani. Optical System for Projectional Television Sets 417

## CYBERNETICS

- \*M.Gvarishvili, N.Glibovets. On One Model of the Distributed Construction of the Data-Base 421
- \*G.Beltadze. The Distribution of Payoffs with Justice Principles in Lexicographic Cooperative Games 425
- \*Z.Kipshidze. An Arithmetic Analog of the Bose-Chaudhuri-Hocquenghem Code 428

## PHYSICS

- \*D.Armour, B.Kikiani, G.Meskhi. Light Cluster Ions Emission During Ion Sputtering of Surfaces 437
- A.Alabyad, N.Tsintsadze (Corr. Member of the Georgian Acad.Sci.). Anomalous Transport in Presence of Hot Electrons 438
- \*G.Kevanishvili, I.Kikvadze, T.Bzhalava, G.Kekelia. On Certain Electrodynamic Properties of a System of Metallic Cylinder and Dielectric Layer in the Rectangular Waveguide 446

## GEOPHYSICS

- \*V.Abashidze, J.Vovk, N.Gugutishvili, J.Melkadze, G.Niauri, T.Tsaguria. The Results of Recurrent Gravimetical Measurements in the Enguri HES Area 451

## ANALITIC CHEMISTRY

- \*Yakhya Makhlu Al-Zinnar, L.Maskharashvili, N.Kutsiava, T.Gvakharia, V.Eristavi. Investigation of Natural Sorbent from Syria 454

## ORGANIC CHEMISTRY

- \*K.Kvitaishvili, E.Benashvili, Sh.Sabelasvili, T.Gurielidze. Demercaptanization of Jet Fuel Using Natural Alumino-Silicates 458

\* A title marked with an asterisk refers to Summary

## PHYSICAL CHEMISTRY

- \*G.Chivadze, R.Zedginidze, G.Antoshin, B.Metreveli, I.Borisovich. Catalytic Properties of Fe-Y, -L, -M Zeolites in Co Oxidation Reaction 462
- \*D.Mogilianski, I.Nakhutsrishvili, M.Katsiashvili, G.Bagratishvili. X-rays Graphical Investigations of Thermal Annealing Products of Germanium Nitride 467
- \*K.Amirkhanashvili, E.Glazirini, T.Andronikashvili (Academician of Georgian Academy of Science). New System of Chromatographic Data Collection and Processing 2. Data Processing (I Part) 471
- \*L. Nikolaishvili, K. Amirkhanashvili, T. Andronikashvili. Universal Algorithm for Mathematical Modulation of Chromatographic Processes on Personal Computer 475

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- \*D.Satirishvili, V.Bibileishvili, V.Eristavi, N.Kutsiava, Yakhya Makhlu Al-Zinnar. Wasteless Technology of Milk Production with Closed Cycle Water Supply on the Basis of Membrane Processes 479

## GEOLOGY

- \*G.Salukvadze. New Data on Stratigraphy of the Upper Eocen and Lower Oligocene Deposits of the Chanistskali-Abasha Interflow 483

## GEOCHEMISTRY

- \*G.Buachidze, I.Buachidze. Hydrogen Sulphide Surface Disposition in the Black Sea within Adjara Shore 487

## METALLURGY

- \*G. Kashakashvili, V. Cheishvili, V. Baakashvili, G. Kobalava, G. Kapanadze. Reconstruction of the Mill "320" at the Small-Range Shop of the Rustavi Integrated Metallurgical Plant 490

## ENERGETICS

- \*G.Koniashvili, O.Kervalishvili. Determination of parameters in supplying industrial enterprises with electric power, with the perspective of loading dynamics 497

## HEAT ENGINEERING

- \*G. Chimakadze, V. Jamarjashvili. Determination of Perspective Development of the Geothermal Energetics in Georgia 502

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- \*M. Akhobadze, D. Zangurashvili, N. Tevzadze. Analysis of Public Opinion Polls Based on the Theory of Fuzzy Sets 506
- \*N. Gdzelishvili. Device for Function Extremums Determination 511

- \*O. Labadze, M. Tsertsvadze, G. Kublashvili. Method of the Definition of the Output Characteristic for the Semi-Cylindrical Coaxial Interinductive Initial Convertor of the Angular Transposition

### BOTANY

- \*G.Gvaladze, K.Chochia, M.Akhalkatsi. Fertilization in Indian Lotus – *Nelumbo nucifera* Gaertn. 518

### GENETICS AND SELECTION

- \*R.Goguadze, Sh.Sharia. Meiosis and Production of Seeds of Japanese Persimmon's Khachia Variety 521

### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- \*N.Darchia, M.Eliava, I.Gvilia, T.Oniani. The Effect of Adaptation to the Experimental Conditions on the Sleep-Wakefulness Cycle in Guinea-Pigs 529

### BIOCHEMISTRY

- \*M.Tsereteli, T.Khuchua, Kh.Mushkudiani. The Investigation of Some Properties of Exogenous Lipase from *Rhizopus Cohnii* Sp. (II) 532

### ZOOLOGY

- \*E. Kvavadze. Redescription of the Earthworm *Dendrobaena Faucium* Michaelson, 1910 536

### CYTOLOGY

- \*G. Bakhtadze. The Correlation Between the Size of Body, Nuclear DNA Content and Testicle Ploidy Index at Grasshoppers 539
- \*N. Kakauridze. Some Features of Morphometric Indices of Epidermis Microstructures. Quantitative and Ultrastructural Characteristics of Skin Capillaries in Atherosclerosis 546

### EXPERIMENTAL MEDICINE

- \*A. Abesadze; Z. Tabidze. Coagulative Mechanizm of Duodenal Ulcer Origin 553

### LINGUISTICS

- \*M. Butskhrikidze. Primacy of the Final Voiceless Stops in the Turkic Languages 557

### HISTORY

- \*N. Gurgendidze. Private Libraries in Georgia, as Cultural Centres 565
- \*G. Akhwlediani. About the Basis of Anarchism 570



Г.А.Лаитадзе

О некоторых вопросах совпадения отображений

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 19.06.1992)

В статье исследуется задача совпадения отображений [1] относительно некоторого заданного отображения. Используемые группы гомологий являются группами гомологий Александера-Чеха с компактными носителями и коэффициентами в поле рациональных чисел  $\mathcal{Q}$ . Основные понятия, встречающиеся в работе, можно найти в [2].

**Определение 1.** Пусть  $p, q: Y \rightarrow X$  - два однозначных непрерывных отображения топологических пространств, а  $g: X \rightarrow X$  - заданное сюръективное непрерывное отображение. Совпадение (относительно  $g$ ) пары  $(p, q)$  есть точка  $y \in Y$  такая, что

$$(g \circ p)(y) = (g \circ q)(y).$$

Заметим, что, если отображение  $g$  - тождественное отображение пространства на себя, то понятие совпадения отображений (относительно  $g$ ) сводится к классическому понятию совпадения отображений [1,3]. Скажем, что  $(p, q)$  - согласованная пара отображений, если она  $B$ -пара отображений [4]. Пусть  $p: Y \rightarrow U$  - непрерывное отображение топологического пространства  $Y$  в открытое подмножество  $U$  евклидова пространства  $R^n$ , а  $g: U \rightarrow U$  - сюръективное непрерывное отображение.

**Теорема 1.** Пусть  $p, q: U \rightarrow U$  - два однозначных непрерывных отображения, где  $U$  - открытое подмножество евклидова пространства  $R^n$ , а  $g: U \rightarrow U$  - сюръективное совершенное отображение.

Допустим, что пара  $(p, q)$  - согласованная пара, а  $g$  - компактное отображение. Тогда множество

$$D_{p,q}^- = \left\{ x \in U, x \in \tilde{q} \left( \tilde{p}^{-1}(x) \right) \right\}$$

компактно, если  $\tilde{p} = g \circ p$ ,  $\tilde{q} = g \circ q$ .

Используя указанную теорему, аналогично в [5], можно ввести понятие индекса совпадения (относительно  $g$ ) пары  $\left( \tilde{p}, \tilde{q} \right)$ , определенного как

элемент группы гомологии  $I \left( \tilde{p}, \tilde{q} \right) \in H_n \left( R^n, R^n \setminus \{0\} \right) \cong \mathcal{Q}$  и имеющего основные свойства, характеризующие индекс совпадения [5].

**Теорема 2.** Если  $I\left(\begin{smallmatrix} \sim \\ p, q \end{smallmatrix}\right) \neq 0$ , то пара  $\left(\begin{smallmatrix} \sim \\ p, q \end{smallmatrix}\right)$  имеет совпадение.

**Теорема 3.** (Теорема об относительном совпадении). Пусть  $p, q: U \rightarrow U$  - два непрерывных однозначных отображения топологического пространства  $U$  в открытое подмножество  $U$  евклидова пространства  $R^n$  и  $g: U \rightarrow U$  - непрерывное, совершенное  $h$ -отображение. Если пара  $(p, q)$  есть  $B$ -пара отображений, то  $q \circ p^{-1}$  есть эндоморфизм Лере, и если  $\Lambda\left(\begin{smallmatrix} \sim \\ q \circ p^{-1} \end{smallmatrix}\right) \neq 0$ , то пара  $\left(\begin{smallmatrix} \sim \\ p, q \end{smallmatrix}\right)$  имеет совпадение (т.е. пара  $(p, q)$  имеет совпадение относительно  $g$ ).

Из теоремы об относительном совпадении следует теорема типа теоремы Лефшеца [5] об "относительной" неподвижной точке.

**Теорема 4.** Пусть  $U$  - открытое подмножество  $R^n$  и  $F: U \rightarrow U$  - многозначное вполне допустимое компактное отображение, а  $g: U \rightarrow U$  - \*-отображение. Тогда

- 1)  $F$  есть лефшецево отображение;
- 2) из условия  $\Lambda(\tilde{F})_g \neq \{0\}$  следует, что  $\tilde{F}$  имеет неподвижную точку (здесь  $\tilde{F}$  - согласованное с  $F$  многозначное отображение, [4]).

В следующей теореме рассматриваются открытые подмножества нормированных пространств:

**Теорема 5.** Пусть  $U$  - открытое подмножество нормированного пространства и пусть  $F: U \rightarrow U$  - вполне допустимое многозначное отображение, а  $g: U \rightarrow U$  - \*-отображение. Тогда

- 1)  $F$  есть лефшецево отображение;
- 2) из условия  $\Lambda(\tilde{F})_g \neq \{0\}$  следует, что  $\tilde{F}$  имеет неподвижную точку.

Теорема об относительной неподвижной точке может быть распространена и на более широкий класс пространства, а именно на класс допустимых AANR пространств.

**Теорема 6.** Пусть  $X$  - допустимое AANR-пространство и пусть  $F: X \rightarrow X$  - вполне допустимое многозначное отображение, а  $g: X \rightarrow X$  - \*-отображение. Тогда

- 1)  $F$  есть лефшецево отображение,
- 2) из условия  $\Lambda(\tilde{F})_g \neq \{0\}$  следует, что  $\tilde{F}$  имеет неподвижную точку.

Наконец, приведем два важных следствия из приведенных выше теорем, усиливающих многие результаты о существовании неподвижной точки многозначных отображений, полученных в [5-7] и др.

**Следствие 1.** Пусть  $X$  - допустимое AANR или, в частности,

- а)  $X$  - ANR-пространство;
- б)  $X$  - компактное AANR-пространство.

Тогда, если  $F: X \rightarrow X$  - компактное  $g$ -ацикличное отображение (относительно \*-отображения  $g$ , см. [4]), то

1)  $F$  есть лефшецево отображение;

2) из условия  $\Lambda(\tilde{F})_g \neq \{0\}$  следует, что  $\tilde{F}$  имеет неподвижную точку.

**Следствие 2.** Пусть  $X$  - допустимое AANR-пространство и  $F: X \rightarrow Y$  - вполне допустимое (относительно  $*$ -отображения  $g: X \rightarrow X$ , многозначное компактное отображение. Допустим, что  $F(X)$  содержится в ациклическом подмножестве пространства  $X$ . Тогда  $\Lambda(\tilde{F})_g = \{1\}$  и  $\tilde{F}$  имеет неподвижную точку.

Тбилисский государственный  
 университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 21.07.1992)

მათემატიკა

გ. ლაითაძე

ასახვათა თანმთხვევის ზოგიერთი საკითხის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში გამოკვლეულია ასახვათა თანმთხვევის ამოცანა ფიქსირებული ასახვის მიმართ. მიღებულია რიგი თეორემებისა უძრავი წერტილის არსებობის შესახებ მრავალსახა ასახვებისათვის, რომლებიც ანზოგადებენ ზოგიერთ ცნობილ თეორემას.

MATHEMATICS

G. Laitadze

## Some Problems of Coincidence of Mappings

### Summary

The problems of coincidence of mappings with regards of fixed mapping are studied. Several fixed point theorems, generalizing some well-known theorems, are given for multi-valued maps.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. S. Eilenberg and D. Montgomery. Amer. J. Math., **58**, 1946, 214-222.
2. Г. Лаитадзе. Сообщ. АН Грузии, **148**, 3, 1993.
3. A. Dold. Topology, **4**, 1965, 1-8.
4. G. Laitadze. Coll on Topology. Peccs, Hungary, 1989.
5. L. Gorniewicz. Diss. Math., CXXIX, Warszawa, 1976.
6. R. Browder. Trans. Amer. Math. Soc., **2**, 1965, 179-194.
7. B. Halpern. Pacific J. Math., **25**, 1968, 255-275.



К.А.Амер, А.В.Костин

Об асимптотическом представлении решений  
 линейного дифференциального уравнения с малыми  
 параметрами при старших производных и с  
 медленно меняющимися коэффициентами

(Представлено членом-корреспондентом Академии И.Т. Кигурадзе 20.07.1992)

Рассматривается линейное однородное уравнение

$$\sum_{j=n}^{k+1} \varepsilon^{-k} p_j(\tau, \varepsilon) \frac{d^j y}{dt^j} + \sum_{j=k}^0 p_j(\tau, \varepsilon) \frac{d^j y}{dt^j} = 0. \quad (1)$$

Здесь  $p_n(\tau, \varepsilon) = 1$ ,  $k \in \{1, \dots, n-1\}$ ,  $\varepsilon$  – малый параметр,

$$\varepsilon \in I = ]0, \varepsilon_0[ , t \in \Delta = [T + \infty[ , \tau = \varepsilon t, y \in C,$$

$$p_j(\tau, \varepsilon) \in C^N(\Delta, C) \quad (j = \overline{0, n-1}; N \leq +\infty),$$

$$p_j(\tau, \varepsilon) = \sum_{s=0}^m p_{js}(\tau) \varepsilon^s \quad (j = \overline{1, n-1}),$$

где равенство понимается в асимптотическом смысле при  $\varepsilon \rightarrow +0$  и фиксированной переменной  $\tau$ .

$$\sup_{\Delta} \left| \frac{d^m}{d\tau^m} p_{js}(\tau) \right| < +\infty \quad (j = \overline{1, n-1}; s, m \in N_0 = \{0, 1, 2, \dots\}).$$

Вводя новые переменные  $y_k$  ( $k = \overline{1, n}$ ) с помощью формул вида

$$\frac{dy_s}{dt} = y_{s+1}, \quad \varepsilon \frac{dy_j}{dt} = y_{j+1} \quad (s = \overline{1, k}; j = \overline{k+1, n-1}; y_1 = y),$$

получим систему

$$\begin{aligned} \frac{dy_s}{dt} &= y_{s+1} \quad (s = \overline{1, k}), \\ \varepsilon \frac{dy_j}{dt} &= y_{j+1} \quad (j = \overline{k+1, n-1}), \\ \varepsilon \frac{dy_n}{dt} &= - \sum_{j=1}^n P_{j-1}(\tau, \varepsilon) y_j, \end{aligned}$$

или в матричной форме систему

$$\begin{aligned} \frac{dY_1}{dt} &= P_{11}(\tau, \varepsilon) Y_1 + P_{12}(\tau, \varepsilon) Y_2, \\ \varepsilon \frac{dY_2}{dt} &= P_{21}(\tau, \varepsilon) Y_1 + P_{22}(\tau, \varepsilon) Y_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$P_{11} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}, \quad P_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix},$$

$$P_{21} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -P_0 & -P_1 & -P_2 & \dots & -P_{k-1} \end{pmatrix};$$

$$P_{22} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -P_k & -P_{k+1} & -P_{k+2} & \dots & -P_{n-1} \end{pmatrix}.$$

причем  $P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{22}$  есть соответственно  $k \times k$ ,  $k \times (n-k)$ ,  $(n-k) \times k$ ,  $(n-k) \times (n-k)$  матрицы и имеют место формальные разложения

$$P_{jl}(\tau, \varepsilon) = \sum_{s=0}^{\infty} P_{jls}(\tau) \varepsilon^s \quad ((j, l) = (1, 2), (2, 1), (2, 2)).$$

Л е м м а 1. Если  $N = +\infty$  и, кроме того,  $\inf_{\varepsilon \in I, t \in \Delta} |p_k(\tau, \varepsilon)| > 0$ , то существует формальное преобразование

$$Y_1 = \xi_1 + d(\tau, \varepsilon), \quad \xi_2, \quad Y_2 = \xi_2, \quad (3)$$

где

$$\xi_1 \in C^{k-1}, \quad \xi_2 \in C^{(n-k)-1}, \quad d(\tau, \varepsilon) = \sum_{s=1}^{\infty} d_s(\tau) \varepsilon^s,$$

$$d_s \in C^{\infty}(\Delta, C^{k-(n-k)}), \quad \sup_{\Delta} \left\| \frac{d^j d_s(\tau)}{d\tau^j} \right\| < +\infty$$

$$(s, j \in N_0), \quad d_1(\tau) = -P_{12} \circ P_{22}^{-1},$$

которое приводит систему (2) к виду

საქართველოს  
 მცოდნეობის  
 აკადემიის  
 გამომცემლობა

$$\frac{d\xi_1}{dt} = \tilde{P}_{11}(\tau, \varepsilon)\xi_1,$$

$$\varepsilon \frac{d\xi_2}{dt} = P_{21}(\tau, \varepsilon)\xi_1 + P_{22}(\tau, \varepsilon)\xi_2, \quad (4)$$

где

$$\tilde{P}_{11} = P_{11} - d \frac{P_{21}}{\varepsilon} = \sum_{s=0}^{\infty} P_{11s} \varepsilon^s,$$

$$\tilde{P}_{110} = \tilde{P}_{110} - P_{120} P_{220}^{-1} P_{210},$$

$$\tilde{P}_{22} = P_{21}d + P_{22} = \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{P}_{22s} \varepsilon^s,$$

$$\tilde{P}_{220} = P_{220}.$$

**Т е о р е м а 1.** Если выполняются условия леммы 1 и, кроме того, непрерывный корень  $\lambda_{r2}(\tau)$ ,  $r \in \{1, \dots, n-k\}$  фиксировано, уравнения

$$\lambda^{n-k} + \lambda^{n-k-1} p_{n-1}(\tau) + \dots + \lambda p_{k+1}(\tau) + p_k(\tau) = 0 \quad (5)$$

обладают свойством

$$\inf_{\Delta} |\lambda_{j2}(\tau) - \lambda_{r2}(\tau)| > 0 \quad (j = \overline{1, n-k}, j \neq r), \quad (6)$$

то уравнение (1) допускает формальное частное решение со свойствами

$$\tilde{Y}_1 = (y, y^1, \dots, y^{(k-1)})^T = (-P_{120}(\tau) P_{220}^{-1}(\tau) \varepsilon + O(\varepsilon^2)) \xi_2,$$

$$\tilde{Y}_2 = (y^{(k)}, \varepsilon y^{(k+1)}, \dots, \varepsilon^{n-k-1} y^{n-1})^T = \xi_2 = D(\tau) \exp \left( \int_{\tau}^t \frac{\Lambda(\tau)}{\varepsilon} d\tau \right), \quad (7)$$

$$D(\tau) = (1, \lambda_{r2}, \dots, \lambda_{r2}^{k-1})^T + \sum_{s=1}^{\infty} B_{rs}(\tau) \varepsilon^s,$$

$B_{rs}(\tau)$  ( $s \in N$ ) – столбцы размерности  $k$ ,  $\Lambda(\tau) = \lambda_{r2}(\tau) + \sum_{s=1}^{\infty} \mu_{rs}(\tau) \varepsilon^s$ ,  $\mu_{rs}(\tau)$  ( $s \in N$ )

скалярные функции,

$$\sup_{\Delta} \|B_{rs}\| < +\infty, \quad \sup_{\Delta} |\mu_{rs}| < +\infty \quad (s \in N)$$

**Л е м м а 2.** Если  $1 \leq N \leq +\infty$  и корни  $\lambda_{j2}(\tau)$  ( $j = \overline{1, n-k}$ ) уравнения (5) таковы, что

$$\inf_{\Delta} |\operatorname{Re} \lambda_{j2}(\tau)| > 0 \quad (j = \overline{1, n-k}),$$

то существует неформальное преобразование (3), которое приводит систему (2) к виду (4), где

$$d(\tau, \varepsilon) = \sum_{s=1}^N d_s(\tau) \varepsilon^s + O(\varepsilon^{N+1}).$$

**Т е о р е м а 2.** Если выполняются условия леммы 2 и для фиксированного  $\tau \in \{1, n-k\}$  выполняется свойство

$$\inf_{\Delta} |\operatorname{Re}(\lambda_{r_2} - \lambda_{j_2})| > 0 \quad (j \in \{1, n-k\}, j \neq r),$$

то уравнение (1) допускает неформальное частное решение вида (7), где

$$D(\tau) = (1, \lambda_{r_2}, \dots, \lambda_{r_2}^{k-1})^T + \sum_{s=1}^N B_{rs}(\tau) \varepsilon^s + o(\varepsilon^{N+1})$$

$$\Lambda(\tau) = \lambda_{r_2} + \sum_{s=1}^N \mu_{rs}(\tau) \varepsilon^s + o(\varepsilon^{N+1}).$$

**Т е о р е м а 3.** Если выполняются условия леммы 1 и, кроме того, корень  $\lambda_{\rho l}(\tau)$  (где  $\rho \in \{1, k\}$ ),  $\rho$  – фиксировано, уравнения

$$\lambda^k p_k(\tau) + \lambda^{k-1} p_{k-1}(\tau) + \dots + \lambda^2 p_2(\tau) + \lambda p_1(\tau) + p_0(\tau) = 0 \quad (8)$$

обладают свойством

$$\inf_{\Delta} |\lambda_{\rho l} - \lambda_{j l}| > 0 \quad (j \in \{1, k\}, j \neq \rho),$$

то уравнение (1) допускает формальное частное решение со свойствами

$$\tilde{Y}_1 = (D_1(\tau) + d(\tau)\eta(\tau)) \exp\left(\int_{\tau}^t \Lambda_1(\tau) d\tau\right),$$

$$\tilde{Y}_2 = \eta(\tau) \exp\left(\int_{\tau}^t \Lambda_1(\tau) d\tau\right), \quad (9)$$

$$D_1(\tau) = (1, \lambda_{\rho l}, \dots, \lambda_{\rho l}^{k-1})^T + \sum_{s=1}^{\infty} \tilde{B}_{rs}(\tau) \varepsilon^s,$$

$\tilde{B}_{rs}(\tau)$  ( $s \in \mathbb{N}$ ) – столбцы размерности  $k$ ,

$$d(\tau) = \sum_{s=1}^{\infty} d_s(\tau) \varepsilon^s,$$

$$\Lambda_1(\tau) = \lambda_{\rho l} + \sum_{s=1}^{\infty} \tilde{\mu}_{rs}(\tau) \varepsilon^s,$$

$\tilde{\mu}_{rs}(\tau)$  ( $s \in \mathbb{N}$ ) – скалярные функции,

$$\eta(\tau) = -P_{220}^{-1} P_{210} (1, \lambda_{\rho l}, \dots, \lambda_{\rho l}^{k-1})^T + \sum_{s=0}^{\infty} \eta_s(\tau) \varepsilon^s,$$

$\eta_s(\tau)$  ( $s \in \mathbb{N}$ ) – столбцы размерности  $n-k$ .

**Т е о р е м а 4.** Если выполняются условия леммы 2 и для фиксированного  $\rho \in \{1, n-k\}$  выполняется свойство

$$\inf_{\Delta} |\operatorname{Re}(\lambda_{\rho l} - \lambda_{j l})| > 0 \quad (j \in \{1, k\}, j \neq \rho),$$

то уравнение (1) допускает неформальное частное решение со свойствами (9), где

$$\tilde{B}_{rs}(\tau) = \sum_{s=1}^N \tilde{B}_{rs}(\tau) + o(\varepsilon^{N+1}),$$

$$d(\tau) = \sum_{s=1}^N d_s(\tau) \varepsilon^s + o(\varepsilon^{N+1})$$

$$\tilde{\mu}_{rs}(\tau) = \sum_{s=1}^N \tilde{\mu}_{rs}(\tau) \varepsilon^s + o(\varepsilon^{N+1}), \quad \eta(\tau) = \sum_{s=0}^N \eta_s(\tau) \varepsilon^s + o(\varepsilon^{N+1})$$

**З а м е ч а н и е.** При определенных условиях теоремы 1-4 позволяют получить асимптотические представления для  $l$  ( $1 < l \leq n$ ) линейно независимых частных решений уравнения (1).

Приведенные в настоящем сообщении результаты нельзя получить с помощью результатов [1-3], так как рассмотренные в [1-3] задачи исследуются при условии конечности промежутка  $\Delta$ .

Одесский государственный университет  
им. И.И.Мечникова

(Поступило 24.07.1992)

მათემატიკა

კ.ამერი, ა.კოსტინი

მაღალი რიგის წარმოებულებთან მდგომი მცირე პარამეტრების შემცველი, ნელა ცვლად კოეფიციენტებიანი წრფივი დიფერენციალური განტოლების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია (I) განტოლების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები, როცა  $\varepsilon \rightarrow +0$  და  $t \in [T, +\infty[$ .

MATHEMATICS

K. Amer, A. Kostin.

### On Asymptotic Representations of Solutions of a Linear Differential Equation with Small Parameters at Higher Derivatives and Slowly Changing Coefficients

S u m m a r y

The asymptotic representations of solutions of the equation (1) are obtained when  $\varepsilon \rightarrow +0$ ,  $t \in [T, +\infty[$ .

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.С.Градштейн*. Матем. сб., т.27 (69), №1, 1950.
2. *Н.І.Шкіль*. Асимптотичні методи в диференціальних рівняннях. Київ, 1971.
3. *Г.С.Жукова*. Асимптотическое интегрирование обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Воронеж, 1988.

Т.Г.Чкония

## Заметка о логарифмической производной меры

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н.Н.Вахания 19.08.1992)

Логарифмическая производная меры играет известную роль в бесконечномерном анализе [1,2].

В этой работе обсуждается вопрос о восстановлении меры по заданной логарифмической производной.

1. Пусть  $(X, B)$  - измеримое пространство. Рассмотрим семейство мер  $\mu_t$  на  $B$ , зависящих от действительного параметра  $t \in R$ . Как известно [3],  $\mu_t$  обладает логарифмической производной  $\rho(t, x)$ ,  $t \in R$ ,  $x \in X$ , если  $\rho(t, x) \in L(x, \mu_t)$  и для любой измеримой ограниченной функции  $\varphi(x)$  выполняется равенство

$$\frac{d}{dx} \int \varphi(x) \mu_t(dx) = \int \varphi(x) \rho(t, x) \mu_t(dx).$$

Задача восстановления семейства мер  $\mu_t$  по данной  $\rho(t, x)$  решается следующей теоремой:

**Теорема 1.** Если функция двух переменных  $\rho(t, x)$ , определенная на  $R \times X$ , непрерывна по  $t$  для любого  $x$  и измерима по  $x$  для любого  $t$ , то существует семейство мер  $\mu_t$ , имеющих логарифмическую производную, совпадающую  $\mu_t$  почти всюду с  $\rho(t, x)$ .

Доказывается, что такое семейство мер имеет вид

$$\mu_t(B) = \int_B \exp \left\{ \int_0^t \rho(\tau, x) d\tau \right\} \nu(dx),$$

где  $\nu$  - некоторая мера  $x$ ,  $B \in B$ .

Такие меры попарно эквивалентны и производная Радона-Никодима имеет вид

$$\frac{d\mu_t}{d\mu_s}(x) = \exp \left\{ \int_s^t \rho(\tau, x) d\tau \right\}.$$

Наоборот, если все  $\mu_t$  попарно эквивалентны и

$$\frac{d\mu_t}{d\mu_s}(x) = r(t, s, x),$$

тогда при существовании  $\frac{\partial r}{\partial t}$  семейство  $\mu_t$  обладает логарифмической производной и

$$\rho(t, x) = \frac{\frac{\partial r}{\partial t}}{r}.$$

2. Пусть  $X$  - банахово многообразие, моделью которого является сепарабельное, вещественное банахово пространство.  $B$  -  $\sigma$ -алгебра борелевских множеств на нем. Рассмотрим меру  $\mu$  на  $B$ . Как известно [2],  $\mu$  обладает логарифмической производной вдоль векторного поля  $a(x)$  на  $X$ , если существует функция  $\rho(a, x) \in L(x, \mu)$  такая, что для любой непрерывно дифференцируемой по Фреше функции  $\varphi(x) \in C_1^0(x)$  с ограниченным носителем выполняется равенство

$$\int_x (\nabla_a \varphi)(x) \mu(dx) = \int_x \varphi(x) \rho(a, x) \mu(dx).$$

При этом функцию  $\rho(a, x)$  называют логарифмической производной меры  $\mu$  вдоль  $a(x)$ .

**Теорема 2.** Если векторное поле  $a(x)$  обладает интегральным потоком  $T_t$ , т.е.  $\frac{dT_t}{dt} = a(T_t)$ ,  $T_0 = I$ , то для любой непрерывной по  $x$  функции  $\rho(x)$  найдется мера  $\mu_a$  на  $X$ , обладающая логарифмической производной вдоль  $a(x)$ , совпадающей  $\mu$ -почти всюду с  $\rho(x)$ .

**Пример.** Пусть  $\rho(x) = \|x\|$ ,  $a(x) = h \in X$ . В этом случае  $T_t x = x + th$ ,  $T_t^{-1} x = x - th$ . В качестве меры  $\nu$  возьмем  $\delta$ -меру, сосредоточенную в нуле. Тогда

$$\mu_t(B) = \begin{cases} 0, & \theta \notin B, \\ \exp\left\{-\frac{1}{2}t^2\|h\|^2\right\}, & \theta \in B, \end{cases}$$

и

$$\mu_h(B) = \int_R \mu_t(T_t(B)) dt = \int_{th \in B} \exp\left\{-\frac{1}{2}t^2\|h\|^2\right\} dt.$$

**Замечание.** Логарифмическая производная не определяет меру однозначно.

Пусть  $\mu_1$  и  $\mu_2$  - меры в  $\mathbb{R}^3$  с заданными равенствами

$$\mu_1(A) = \nu_2(A \cap \mathbb{R}^2) = \int_{A \cap \mathbb{R}^2} p_2(x) dx = (2\pi)^{-1} \int_{A \cap \mathbb{R}^2} \exp\left(-\frac{|x|^2}{2}\right) dx,$$

$$\mu_2(A) = \nu_3(A) = \int_A p_3(x) dx = (2\pi)^{-\frac{3}{2}} \int_A \exp\left(-\frac{|x|^2}{2}\right) dx.$$

Тогда для вектора  $h=(h_1, h_2, 0)$  из  $R^3$  справедлива

$$\rho_1(x, h) = \rho_2(x, h).$$

Тбилисский государственный  
 университет им.И.А.Джавახишвили

(Поступило 21.09.1992)

მათემატიკა

თ.ჭკონია

შენიშვნა ზომის ლოგარითმული წარმოებულის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ზომის ლოგარითმული წარმოებულის ახალი თვისებები.

MATHEMATICS

T.Chkonia

### A Note about the Logarithmic Derivative of Measure

S u m m a r y

The new properties of logarithmic derivative of measure are given in this paper.

#### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.Н.Авербух, О.Г.Смолянов, С.В.Фомин.* Труды Моск. Матем. о-ва, т.24, 133-174.
2. *Ю.Л.Далецкий, С.В.Фомин.* Меры и дифференциальные уравнения в бесконечномерных пространствах. М., 1983, 383.
3. *Ю.Л.Далецкий, Г.А.Сохадзе.* Эквивалентность мер, сдвинутых вдоль траекторий векторного поля. Препринт 87.53. АН УССР, 1987, 16.





В. Д. Головин

## Критерии конечномерности для когомологий пучков

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.11.1992)

Результатом данной работы являются критерии конечномерности для когомологий пучков Фреше-Монтеля над локально компактным топологическим пространством.

Точные формулировки таковы:

**Теорема 1.** Пусть  $X$  — локально компактное топологическое пространство, счётное в бесконечности,  $U$  — относительно компактное и паракомпактное открытое множество в  $X$ ,  $\mathfrak{F}$  — вычислимый пучок Фреше-Монтеля над  $X$ . Тогда векторное пространство  $H^k(U; \mathfrak{F})$  конечномерно в том и только в том случае, если коядро отображения

$$H^k(X; \mathfrak{F}) \rightarrow H^k(U; \mathfrak{F})$$

конечномерно.

**Теорема 2.** Пусть  $X$  — локально компактное топологическое пространство со счётной базой открытых множеств и  $\mathfrak{F}$  — вычислимый пучок Фреше-Монтеля над  $X$ . Тогда векторное пространство  $H_c^k(X; \mathfrak{F})$  конечномерно в том и только в том случае, если для некоторого относительно компактного открытого множества  $U \subset X$  отображение

$$H_c^k(U; \mathfrak{F}) \rightarrow H_c^k(X; \mathfrak{F})$$

сюръективно.

Основным техническим средством в доказательстве теорем 1 и 2 являются, соответственно, нижеследующие утверждения.

Пусть морфизм комплексов пространства Фреше  $f: E^* \rightarrow F^*$  при некотором  $k$  удовлетворяет условиям:

- (1) отображение  $f: E^k \rightarrow F^k$  вполне непрерывно;
- (2) существует такой морфизм комплексов пространств Фреше  $f_1: F^* \rightarrow F_1^*$ , что отображение

$$H^k E^* \rightarrow H^k F^* / \ker f_1,$$

определяемое морфизмом  $f$ , сюръективно (здесь  $\ker f_1$  обозначает ядро отображения  $H^k F^* \rightarrow H^k F_1^*$ , определяемого морфизмом  $f_1$ ). Тогда факторпространство  $H^k F_1^* / \ker f_1$  конечномерно и отделимо.

Пусть  $f_n: E_n^* \rightarrow E_{n+1}^*$  ( $n=0, 1, \dots$ ) — морфизмы комплексов пространств Фреше,  $f_{n,m} = f_{m-1} \circ \dots \circ f_n$  при  $n < m$ , и  $E^* = \lim_{\rightarrow} E_n^*$  — соответствующий



индуктивный предел комплексов. Предположим, что при некотором  $n$  выполняются условия: (1) отображение  $f_0: E_0^k \rightarrow E_1^k$  вполне непрерывно; (2) каноническое отображение  $H^k E_0^* \rightarrow H^k E^*$  сюръективно. Тогда для каждого  $n \geq 1$  существует такое  $m > n$ , что факторпространство  $H^k E_n^* / \text{Ker } f_{n,m}$  конечномерно и отделимо (здесь  $\text{Ker } f_{n,m}$  обозначает ядро отображения  $H^k E_n^* \rightarrow H^k E_m^*$ , определяемого морфизмом комплексов  $f_{n,m}$ ). В частности, векторное пространство  $H^k E^*$  конечномерно.

Кроме того, в доказательстве теоремы 2 используются также следующие соображения.

Пусть  $X$  — локально компактное топологическое пространство, счетное в бесконечности,  $U = (U_i)_{i \in I}$  — локально конечное покрытие пространства  $X$  относительно компактными открытыми множествами,  $J$  — конечное подмножество в  $I$ ,  $\mathfrak{F}$  — произвольный пучок абелевых групп над  $X$ . Положим

$$C_J^k(U; \mathfrak{F}) = \prod \Gamma(U_{i_0, \dots, i_k}; \mathfrak{F}),$$

где прямая сумма берется по всем наборам  $(i_0, \dots, i_k)$  индексов, из которых по крайней мере один принадлежит множеству  $J$ . Тогда

$$\mathcal{C}_J^k(U; \mathfrak{F}) \subset C_J^{k+1}(U; \mathfrak{F}) \text{ и, следовательно, определен подкомплекс } C_J^*(U; \mathfrak{F})$$

коцепного комплекса  $C^*(U; \mathfrak{F})$ . Рассмотрим группы когомологий.

$$H_J^k(U; \mathfrak{F}) = H_J^k C_J^*(U; \mathfrak{F})$$

Положим далее

$$S(J) = X \setminus \bigcup_{i \in J} U_i.$$

Тогда  $S(J)$  — компактное множество в  $X$  и имеет место каноническое отображение

$$H_J^k(U; \mathfrak{F}) \rightarrow H_{S(J)}^k(X; \mathfrak{F}),$$

которое при  $k=0$  является изоморфизмом.

Если  $\mathfrak{F}$  вычислимый пучок абелевых групп над  $X$  и  $S$  — компактное множество в  $X$ , то при каждом целом  $k \geq 0$  для любого достаточно мелкого локально конечного покрытия  $U = (U_i)_{i \in I}$  пространства  $X$  открытыми множествами существует такое конечное множество  $J \subset I$ , что  $S \subset S(J)$  и образ отображения

$$H_{S(J)}^k(X; \mathfrak{F}) \rightarrow H_S^k(X; \mathfrak{F})$$

содержится в образе отображения

$$H_J^k(U; \mathfrak{S}) \rightarrow H_{S(J)}^k(X; \mathfrak{S}).$$

В частном случае, когда пространство  $X$  компактно и  $U=X$ , из теоремы 1 следует теорема конечности Гротендика (1). Если  $X$ —комплексное пространство, счетное в бесконечности, и  $\mathfrak{S}$ -когерентный аналитический пучок над  $X$ , то из теорем 1 и 2 следуют соответствующие утверждения Граурта [2] и Андреотти-Каса [3].

(Поступило 1.12.1992)

მათემატიკა

ვ. გოლოვინი

სასრულგანზომილებიანობის კრიტერიუმები კონათა  
 კოჰომოლოგიებისათვის  
 რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში წარმოდგენილია სასრულგანზომილებიანობის კრიტერიუმები ფრეშე-მონტელის კონათა კოჰომოლოგიებისათვის ლოკალურად კომპაქტურ ტოპოლოგიურ სივრცეზე.

MATHEMATICS

V. Golovin

## Criteria for Finite-Dimensionality of Cohomology of Sheaves

Summary

Criteria for the finite-dimensionality of cohomology of Fréchet-Montel sheaves over a locally compact topological space are presented in the paper.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A.Grothendieck*. Bull. Soc.math. France, **84**, 1, 1956, 1-7.
2. *H.Grauert*. Ann. of Math., **68**, 2, 1958, 460-472.
3. *A.Andreotti, A.Kas*. Ann.Scuola norm.super.Pisa, **27**, 2, 1973, 187-263.

У.К.Гогинава

## О кратном интеграле Римана-Стильтьеса

(Представлено членом-корреспондентом Академии А.В.Жижиашвили 26.11.1992)

В работе [1] доказано достаточное условие существования интеграла Римана-Стильтьеса. В настоящей статье приводится подобное утверждение для существования кратного интеграла Римана-Стильтьеса.

Введем некоторые обозначения и определения [1], [2], [3].

Пусть

$$\Phi = \left\{ \varphi_{r_1, \dots, r_n}(x) \right\}_{r_1, \dots, r_n = 1}^{l_1, \dots, l_n}$$

класс выпуклых функций на  $[0, \infty]$ , удовлетворяющих для любого  $r_1, \dots, r_n$  следующим условиям:

- 1)  $\varphi_{r_1, \dots, r_n}(0) = 0$  и  $\varphi_{r_1, \dots, r_n}(x) > 0$  при  $x > 0$ .
- 2)  $\varphi_{r_1, \dots, r_n}(x)$  неубывающая функция и  $\varphi_{r_1, \dots, r_n}(x) \rightarrow \infty$  при  $x \rightarrow \infty$ .
- 3) для любого  $x > 0$

$$\varphi_{r_1, \dots, r_n}(x) \leq \varphi_{r'_1, \dots, r'_n}(x), \text{ когда } r_1 \geq r'_1, \dots, r_n \geq r'_n$$

Для любых положительных  $A$  и  $B$  обозначим

$$\begin{aligned} &LCY(\Phi, \Psi, h_1, h_2, A, B) = \\ &= \sum_{r_1=1}^{\infty} \dots \sum_{r_n=1}^{\infty} \varphi_{r_1, \dots, r_n}^{-1} \left( \frac{A}{r_1 \dots r_n} \right) \psi_{r_1, \dots, r_n}^{-1} \left( \frac{B}{r_1 \dots r_n} \right) \times \\ &h_1(r_1, \dots, r_n) h_2(r_1, \dots, r_n), \end{aligned}$$

где  $h(r_1, \dots, r_n)$  функция целых аргументов, удовлетворяющих для любого  $r_1, \dots, r_n$  следующим условиям:

- 1)  $h(r_1, \dots, r_n) > 0$  при  $(r_1, \dots, r_n) \neq (0, \dots, 0)$   
 $h(0, \dots, 0) = 0$
- 2)  $h(r_1, \dots, r_n) \leq h(r'_1, \dots, r'_n)$  при  $r'_1 \geq r_1, \dots, r'_n \geq r_n$ .

Пусть функция  $f(x) = f(x_1, \dots, x_n)$  ( $n = 2, 3, \dots$ )

задана на  $n$ -мерном параллелепипеде  $D_n = [a_1, b_1] \times \dots \times [a_n, b_n]$ .

Введем обозначения

$$\Delta_{h_k}(f, x) = f(x_1, \dots, x_k + h_k, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_n), \quad k = 1, \dots, n$$

$$\Delta_{h_1, \dots, h_k}(f, x) = \Delta_{h_k}(\Delta_{h_1, \dots, h_{k-1}}; x).$$

Пусть  $\Pi$  – произвольное разбиение параллелепипеда гиперплоскости-  
ми

$$x_s = x_s^{(r_s)}, \quad x_s^{(r_s)} < x_s^{(r_s+1)}, \quad x_s^{(r_s+1)} - x_s^{(r_s)} = h_s^{r_s}$$

$$x_s^{(1)} = a_s, \quad x_s^{(l_s+1)} = b_s, \quad r_s = 1, \dots, l_s, \quad s = 1, \dots, n$$

на  $n$ -мерные параллелепипеды. Пусть

$$\Phi \vee [h] = \{f: \nu(l_1, \dots, l_n, f, [a_1, b_1] \times \dots \times [a_n, b_n])\} = O(h(l_1, \dots, l_n)),$$

где через  $\nu(l_1, \dots, l_n, f, [a_1, b_1] \times \dots \times [a_n, b_n])$  обозначим точную верхнюю грань сумм  
вида

$$\sum_{r_1=1}^{l_1} \dots \sum_{r_n=1}^{l_n} \varphi_{r_1, \dots, r_n} \left( \left| \Delta_{h_1^{(r_1)}, \dots, h_n^{(r_n)}}(f, x_1^{(r_1)}, \dots, x_n^{(r_n)}) \right| \right),$$

взятую по всевозможным разбиениям  $\Pi$

$$\Phi \vee [h]_0 = \{f \in \Phi \vee [h] : f(x_1, \dots, x_{i-1}, a_i, x_{i+1}, x_n) = 0, \quad i = 1, \dots, n\}.$$

Нами установлена следующая

**Т е о р е м а.** Пусть  $LCY(\Phi, \Psi, h_1, h_2, l, l)$

сходится  $f \in \Phi \vee [h_1]_0 \cap C$  и  $g \in \Psi \vee [h_2]$  в сегменте  $[a_1, b_1] \times \dots \times [a_n, b_n]$ . Тогда  
интеграл

$$\int_{a_1}^{b_1} \dots \int_{a_n}^{b_n} f(x_1, \dots, x_n) dg(x_1, \dots, x_n)$$

существует.

Тбилисский государственный  
университет  
им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 04.12.1992)

მათემატიკა

უ. გოგინავა

ჯერადი რიმან-სტილტიესის ინტეგრალის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ჯერადი რიმან-სტილტიესის ინტეგრალის არსებობის საკმარისი პირობა.

MATHEMATICS

Y.Goginava

## On the Multiple Integral of Riemann-Stieltjes

Summary

The sufficient condition for the existence of the multiple Riemann-Stieltjes integral is studied.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. P. Schembar, M. Schramm. Golloq. Math., LX/LXI, 1990.
2. Vitali G. Atti Accad. sci. Torino, 43, 1908.
3. M. Frochet. Nouv. anniv., ser. 4, 1910.

K. Bitsadze

## On Divergence of Fourier Series with Respect to Multiplicative Systems on the Sets of Measure Zero

(Presented by academician L.Zhizhiashvili 19.04.1995)

The problems of divergence for trigonometric series have been the subject of investigation for a long time (see [1] - [11]).

For the Walsh series E.Stein [12] constructed the integrable function Fourier-Walsh-Paley series of which diverges almost everywhere.

Sh.Heladze [13] constructed integrable function the Fourier-Walsh-Paley series of which diverges almost everywhere.

We shall now consider the Fourier series with respect to multiplicative systems. These systems were introduced by N.J.Vilenkin [14]. They are the generalisations of Walsh system.

Fourier series of a function  $f \in L(0,1)$  with respect to multiplicative system  $\{V_n\}_{n=0}^{\infty}$  has the form

$$f(x) \sim \sum_{n=0}^{\infty} a_n(f) V_n(x),$$

where  $a_n(f) = \int_0^1 f(t) V_n(t) dt$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$  (see [14] or [15]).

Sh.Heladze [13] proved that for any number  $p \in [1, \infty)$  and any set of measure zero there exists a function from  $L^p(0, 1)$  Fourier-Walsh-Paley series of which diverges on the set. Later Sh.Heladze [16] generalized this result for arbitrary multiplicative system of bounded type.

In connection with these results in review [17] on Walsh series W.R.Wade mentions that it is still unknown whether for any set of measure zero there exists a bounded function, the Fourier series of which with respect to given multiplicative system diverges on the set. For the Walsh system the answer was given by V.Bugadze [18].

We give the answer for multiplicative systems of bounded type.

**T h e o r e m.** For any multiplicative system of bounded type and any set of measure zero there exists a bounded measurable function, the Fourier series of which with respect to this system diverges on this set.

Tbilisi State University

(Received 15.05.1995)

კ. ბიწაძე

მულტიპლიკაციური სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივთა  
ნული ზომის სიმრავლეებზე განშლადობის შესახებ

რეზიუმე

შემოსაზღვრული ტიპის ნებისმიერი მულტიპლიკაციური სისტემისა და ნული ზომის ნებისმიერი სიმრავლისათვის არსებობს შემოსაზღვრული ზომადი ფუნქცია, რომლის ფურიეს მწკრივი ამ სისტემის მიმართ განშლადია ამ სიმრავლეზე.

МАТЕМАТИКА

К.Р.Бицадзе

О расходимости рядов Фурье по мультипликативным  
системам на множествах меры нуль

Резюме

Для произвольной мультипликативной системы ограниченного типа и произвольного множества меры нуль существует ограниченная измеримая функция, ряд Фурье которой по этой системе расходится на этом множестве.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Н.К.Бари*. Тригонометрические ряды. М., 1961,
2. *А.Зигмунд*. Тригонометрические ряды.Т. 1, 2. М.,1958.
3. *P.Du Bois-Reimond*. Abh.Akad., Wiss., Munchen, 1876, 1-103.
4. *N.Lusin*. Rend. circ. Vat. Palermo. 32, 1911,386-390.
5. *С.Б.Стечкин*. УМН, 6, вып.2(42), 1951, 148-149.
6. *С.Б.Стечкин*. Изв. АН СССР, сер.матем., 21, 5, 1957, 711-728.
7. *А.Kolmogoroff*. Fm,4, 1923, 324-328.
8. *А.Kolmogoroff*. C.r. Acad.Sci., Paris, 183, 1926, 1327-1328.
9. *А.В.Тайков*. УМН, 18, 5(113), 1963, 192-198.
10. *J.P.Kahane, I.Katznelson*. Studia math., 26, 1966, 305-306.
11. *В.В.Буздалин*. Мат. заметки, 7, 1, 1970, 7-18.
12. *E.Stein*. Ann. Math., 74, 1, 1961, 140-170.
13. *Ш.В.Хеладзе*. Сообщения АН ГССР, 77, 2, 1975, 305-307.
14. *Б.И.Голубов, А.В.Ефимов, В.А.Скворцов*. М., Наука, 1987.
15. *С.Качмаж, Г.Штеингауз*. Ортогональные ряды. М., 1958.
16. *Ш.В.Хеладзе*. Труды Тбилисского математ. ин-та АН ГССР, вып. 58, 1978, 225-242.
17. *W.R.Wade*. Internat. J. Math. Sci., 1982.
18. *В.М.Бугадзе*. Сообщения АН Грузии, 146, 3, 1992, 494-495.

ჭ. ავალიანი, მ. ავალიანი

## ოპტიკური სისტემა საპროექციო ტელევიზორებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი.ჯებაშვილმა 25.11.1992)

საპროექციო ტელევიზორებში ელექტროსხივური მილაკიდან გამოსახულება გადაიდებული სახით ოპტიკური მეთოდებით გადაიცემა სპეციალურ ეკრანზე. უახლესი ტიპის საპროექციო აპარატურაში გამოიყენება სამი ელექტრონული მილაკი: ლურჯი, მწვანე და წითელი. მათი საშუალებით საპროექციო ეკრანზე ხდება ფერადი გამოსახულების მიღება [1,2]. აღსანიშნავია, რომ სამივე ფერი თითქმის მონოქრომატულია, იმისათვის, რომ ეკრანზე გამოსახულება კარგად ჩანდეს, ელექტრონული მილაკების სიკაშკაშე საკმაოდ მაღალი უნდა იყოს, მით უმეტეს, ეს შეტად მნიშვნელოვანია დიდი ზომის ეკრანებისათვის (დიაგონალი  $> 1$  მ.).

ცნობილია, რომ გამოსახულების სიკაშკაშე უკუპროპორციულია გამადიდებლობის კვადრატისა. თავის მხრივ ეს მოითხოვს საპროექციო ტელევიზორებში მაღალი შექძალის მქონე ოპტიკის გამოყენებას. გარდა ამისა, ობიექტივი საკმაოდ დიდი უნდა იყოს, რადგან საპროექციო ტელევიზორებში იყენებენ ელექტრონულ მილაკებს, რომელთა დიაგონალი  $14 \pm 22$  სმ-მდეა. ეს რომ გადავითვალოთ ოპტიკური სისტემებისათვის, მივიღებთ: - გარჩევითობის შესაძლებლობა არ უნდა იყოს ნაკლები 12 ხაზი/მმ ობიექტივის ცენტრში და არანაკლები 8 ხაზი/მმ გვერდებზე.

ობიექტივი, ტრადიციული მეთოდებით დამზადებული მინისაგან, რომელიც დააკმაყოფილებს ზემოთ ჩამოთვლილ მოთხოვნებს, შედგება 5 ლინზისაგან, რომელთა დიამეტრები იქნება არანაკლებ 100 მმ და მათი საერთო წონა აღემატება 6 კგ-ს კორპუსთან ერთად.

ჩვენ მიერ, ტრადიციული მინის ლინზების ნაცვლად, გამოყენებულ იქნა გამჭვირვალე პოლიმერული მასალებისაგან დამზადებული ლინზები, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვექმნა ობიექტივი ბევრად ეკონომიური და ნაკლები ღირებულების, შემცირებული მასით. საპროექციო ტელევიზორების ობიექტივების გათვლის შემთხვევაში, სხვა აბერაციებისაგან განსხვავებით, ქრომატიული აბერაცია შესაძლებელია უგულვებელყოფილ იქნეს ზემოაღნიშნული პირობების გამო. ეს მნიშვნელოვნად აადვილებს ობიექტივისათვის გამოყენებული ლინზების მასალის შერჩევას, რადგან ყველა ლინზა შესაძლებელია ერთი მასალისაგან დამზადდეს. პლასტიკური მასალების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს, ტრადიციული კლასიკური სფერული ზედაპირები შევცვალოთ ასფერული ზედაპირებით, რომლებიც წარმოადგენენ რთული პროფილის ზედაპირებს და აღიწერებიან მაღალი ხარისხის განტოლებებით.

ობიექტივის გათვლის შემთხვევაში საწყის პარამეტრებად ითვლება მისი ფოკუსური მანძილი, მანძილი ელექტრონულ მილაკსა და ობიექტივის უკანასკნელ ლინზას შორის, ობიექტივის ფარდობითი ზვრელი და მანძილი ობიექტივისა და გამოსახულების სიბრტყეს შორის. ამ პარამეტრების შერჩევით საჭიროა მინიმუმამდე





შემცირდეს ოპტიკური სისტემის სფერული აბერაცია, დისტორსია, კომა, ასტიგმატიზმი და შემოწმებულ იქნეს ის დასაშვები გარჩევითობის საშუალება, რომელიც საჭიროა მკვეთრი გამოსახულების მისაღებად საპროექციო ეკრანზე.

მაღალი ხარისხის საპროექციო ობიექტივის დასაშვადებლად ჩვენ მიერ არჩეულ იქნა პოლიმერული მასალა „პოლიმეთილმეტაკრილატი“. მისი გამჭვირვალობა 92% აღწევს, იგი მდგრადია 70°-მდე ტემპერატურის პირობებში, მექანიკურად კარგად მუშავდება და შესაძლებელია მისგან ოპტიკური დეტალები დამზადდეს გადაღობით წნევის ქვეშ თერმოპლასტიკობაზე.

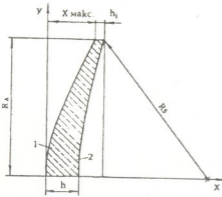
ობიექტივის ლინზების ზედაპირების ასარჩევად და მათი სისქეებისა და მათ შორის მანძილების განსაზღვრისათვის შედგენილ იქნა პროგრამა გამოსათვლელი მანქანისათვის. წინასწარ არჩეულ იქნა საჭირო რადიუსები ლინზის ზედაპირებისათვის. პირველი ლინზა, რომელიც მდებარეობს ელექტრონულ მილაკთან, წარმოადგენს უარყოფით მენისკს, რომლის მილაკისაკენ მიმართული რადიუსი უსასრულოდ დიდია, მეორე ლინზა ორმხრივ ამოზნექილია, ხოლო მესამე დადებითი მენისკია, მცირე რადიუსით გამოსახულების სიბრტყისაკენ მიმართული. მეორე და მესამე სფერული ლინზების ზედაპირების დეფორმაციით ზონების მეშვეობით ირჩეოდა ისეთი ასფერული ზედაპირი, რომელიც დააკმაყოფილებდა ყველა წინასწარ მოცემულ პარამეტრს. რაც უფრო მცირეა ზონის სიდიდე ფარდობითი დეფორმაციის შემთხვევაში, მით უფრო მაღალია სიზუსტის მიღების გარანტია. [3,4].

ქვემოთ მოყვანილია პროექციული ობიექტივის პარამეტრები, რომლებიც გვაძლევს საშუალებას გამოვიყენოთ იგი საპროექციო ტელევიზორებში მაღალი ხარისხის გამოსახულებით

$$\begin{aligned}
 &1,53|R_4| < R_3 < 1,62|R_4| \\
 &-1,2 < f_1 < -1,1 \\
 &1,1 < f_2 < 1,2 \\
 &0,33 < f_3 < 0,35 \\
 &0,49f < d_2 < 0,53f
 \end{aligned}$$

სადაც  $f$ -ობიექტივის ფოკუსური მანძილია;  $f_1, f_2, f_3$  -შესაბამისად პირველი, მეორე და მესამე ლინზების ფოკუსური მანძილები;  $R_3, R_4$  -რადიუსები შემოსაზღვრელი ზედაპირების მეორე ლინზისათვის,  $d_2$  -მანძილი პირველ და მეორე ლინზას შორის. ასფერული ზედაპირები  $R_3$  და  $R_6$  აღიწერებიან განტოლებით

$$x = ay^2 + by^4 + cy^6 + dy^8 + ey^{10}$$



სადაც  $x$  და  $y$  ასფერული ზედაპირის კოორდინატებია, ხოლო  $a, b, c, d, e$ -კოეფიციენტები.

ობიექტივი შედგება სამი ლინზისაგან და იძლევა საშუალებას დავაფოკუსიროთ გამოსახულება სხვადასხვა მანძილებზე, ე.ი. გამოყენებულ იქნეს ეკრანებისათვის დიაგონალი 0,6-დან 6 მ-მდე. გარდა ამისა, ობიექტივი იძლევა საშუალებას გამოსახულების ასეთივე ფოკუსირებისა როგორც ცენტრში, ასევე გვერდებზე. ეს უკანასკნელი ძალზე მნიშვნელოვანია სხვადასხვა სიდიდის



ეკრანების გამოყენების შემთხვევაში და ასევე იმ შემთხვევაშიც, როცა ეკრანის სფერული ამრეკლი ზედაპირი იცვლება ნახევრად გამჭვირვალე ან ბრტყილი ეკრანით. 1 სურათზე მოყვანილია საპროექციო ობიექტივის ობტიკური სქემა. ობიექტივის კორპუსი ისეა დამზადებული, რომ შესაძლებელია ყველა ლინზის ერთდროული გადაადგილება ელექტრონული მილაკის მიმართ, ამით წარმოებს გამოსახულების ცენტრალური ნაწილის ფოკუსირება. გვერდების დასაფოკუსირებლად ობიექტივის მესამე ლინზა ობტიკური დერძის გასწვრივ გადაადგილდება პირველი და მეორე ლინზების მიმართ. ასეთი ობიექტივის ობტიკური მახასიათებლები აკმაყოფილებენ საპროექციო ტელევიზორების მოთხოვნილებებს. ობიექტივის აპერტურა შეადგენს  $42^\circ$ , ხოლო ფარდობითი ხერხლის სიდიდეა  $1:1,15$ , გაბარიტული ზომებია  $140 \times 225$  მმ და მასა 1,2 კგ. ფოკუსური მანძილია 140 მმ.

სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი „ობტიკა“

(შემოვიდა 30.12.1992)

МЕХАНИКА

Д.И.Авалиани, М.И.Авалиани

## Оптическая система для проекционных телевизоров

### Резюме

Рассмотрена технология расчета и изготовления нетрадиционным методом объективов для проекционных телевизоров. Замена стекла полимера и использование асферических поверхностей, рассчитанных с помощью специальных программ, улучшили оптические и некоторые физические характеристики объектива. Конструкция объектива позволяет свободно фокусировать изображение как в центре, так и на краях.

MECHANICS

J. Avaliani, M. Avaliani

## Optical System for Projection Television Sets

### Summary

The technology of calculation and manufacture of the objectives for projection television sets is suggested. Surfaces calculation is executed by special computer programs. The aspherical surfaces application improves physical and optical characteristics of the objectives. The construction of the objectives makes it possible to focus the image both at the centre and at the edge.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.В.Новиковский*. Цвет в цветном телевидении. М., 1988.
2. *В.С.Бабенков*. Оптика телевизионных устройств. М., 1982.
3. *М.М.Русинов*. Несферические поверхности в оптике. М., 1973.
4. *Д.Т.Пурьев*. Методы контроля оптических асферических поверхностей. М., 1976.



УДК 621.3

КИБЕРНЕТИКА

М.И.Гваришвили, Н.Н.Глибовец

## Об одной модели построения распределенной базы данных

(Представлено академиком М.Е.Салуквадзе 10.05.1993)

Для создания экспертных систем, разработки эффективных методов программирования задач искусственного интеллекта (ИИ), разработки новых структурных схем хранения и использования знаний и многих других целей используются многопроцессорные вычислительные комплексы, работающие с распределенными базами данных (БД) [1]. В такой системе каждый процессор комплекса связан с отдельной компонентой распределенной базы данных.

В большинстве систем ИИ можно выделить три основные компоненты: глобальная база данных, операции над элементами базы и глобальное (централизованное) управление процессом применения операций [2]. Так как порядок применения правил, прекращение вычислений определяются системой управления, то выбор стратегии управления играет большую роль при построении системы ИИ [2].

Для разложимых систем искусственного интеллекта и систем, представленных семантическими сетями, характерна следующая архитектурная организация [2, 3, 4].

Система представляет собой совокупность довольно независимых подсистем, каждая из которых является либо системой продукций, либо системой, реализующей некоторые внутренние проблемы последовательного или параллельного вида. Для совместного решения проблем они могут взаимодействовать между собой с помощью внешнего управления.

Такую организацию работы адекватно описывает предлагаемая централизованная схема управления.

Централизованная схема управления распределенной базой данных реализуется как структура с буфером данных, перехватывающая на себя операции над данными и произвольное число „процессоров“ баз данных, осуществляющих по управляющему воздействию непосредственные операции над подмножеством данных.

Структура модели представлена на рис.

Концепция динамически изменяемой базы данных носит традиционный характер и представляет собой множество пар: <процессор, поле>, где „процессор“ - внутреннее имя процессора базы данных, а „поле“ - глобальное имя распределенной базы данных, обрабатываемое указанным процессором. Над этим множеством введены операции: добавления, удаления, редактирования поля базы данных. Операции осуществляются основной управляющей структурой.

Фактически изменение структуры БД осуществляется изменением вышеуказанного множества «процессор, поле» и выдачей управляющего воздействия по физическому изменению структуры на соответствующий процессор БД.



Рис.

Для определения структуры полей БД в основной управляющей структуре вводится отношение «структура - поля»: структура - поля (имя поля, тип, длина [, точность]), где:

- имя поля - глобальное имя поля базы данных;
- тип - целое, действительное, символьное, строка;
- длина - длина поля;
- точность - для действительных чисел.

Начальное состояние БД ассоциируется с состоянием «базы данных». При вводе пользователем определенных критериев выбора вводится новое состояние БД, которое является потомком состояния «базы данных», с которым связываются введенные критерии выбора.

Под виртуальной базой данных [5] понимается состояние базы данных с введенными критериями выбора, которые осуществляют «фильтрацию» основной базы данных. (Не изменяя физической структуры данных, получаем сужение БД).

Операция фильтрации над областью данных  $D$  в соответствии со множеством критериев  $K$  дает функцию  $f$ :

$$D \times (D \times K) \xrightarrow{f} D', \text{ где } D' \subseteq D.$$

Множество данных  $D$  можно представить тройками <процессор, поле, значение>, а множество критериев выбора  $K$  следующими четверками:



<процессор, поле, лог.функция, значение>, где лог. функция двурядная функция  $g$  над множеством значений  $v$ , имеющая два постоянных значения: true, false:

$$V \times V \xrightarrow{g} \{\text{true, false}\}.$$

В каждой локальной БД, управляемой процессором базы данных, вводится системное поле связи для обеспечения полноты распределенной базы данных. Оно вводится для обеспечения ассоциативности данных между различными процессорами и используется основной управляющей структурой для обеспечения правильной обработки данных.

Входные данные распределенной базы описываются следующей грамматикой  $G: G = \langle T, N, P, S \rangle$

$T = \{A, \dots Я, (, ), \text{and, or, not, } 0, \dots 9, <, \leq, >, \geq, =, \langle \rangle\}$

$N = \{x, 1', 2', 3', 4', \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}\}$ , поле, значение, процессор, лог. оператор, лог. связь, строка, символ, число, целое, действительное}

$P = \{x \rightarrow 1' / 2' / 3' / 4' / \bar{1} / \bar{2} / \bar{3}\}$

$1' \rightarrow$  (поле, значение) { (поле, значение)}

$2' \rightarrow$  (поле, значение, значение) { (поле, значение, значение)}

$3' \rightarrow 1'$

$4' \rightarrow$  (поле, лог. оператор, значение) {лог. связь (поле, лог. оператор, значение)}

Лог. оператор  $\rightarrow$   $< / \leq / > / \geq / = / \langle \rangle$

Лог. связь  $\rightarrow$  or / and / not

Поле  $\rightarrow$  строка

Значение  $\rightarrow$  строка / символ / число

Число  $\rightarrow$  целое / действительное

Целое  $\rightarrow 0 / . / 1 \{0 / . / 1\}$

Действительное  $\rightarrow$  целое, целое.

Строка  $\rightarrow A / \dots / Я \{A / \dots / Я\}$

Символ  $\rightarrow A / \dots / Я$

$\bar{1} \rightarrow$  (процессор, поле) { (процессор, поле)}

$\bar{2} \rightarrow$  (процессор, поле, поле) { (процессор, поле, поле)}

$\bar{3} \rightarrow \bar{1}$

Процессор  $\rightarrow$  строка

$S = \{X\}$ .

В модели можно выделить две категории функций:

- по управлению структурой базы данных и
- по обработке данных.

Функции по управлению структурой БД реализуют удаление  $\bar{1}$ , переименование  $\bar{2}$  и удаление  $\bar{3}$  полей базы данных.

Функции по обработке данных включают в себя:

добавление -  $1'$ , изменение -  $2'$ ,

удаление -  $3'$ , обработку запросов -  $4'$ .

Введенные критерии выбора группируются по отношению к процессору базы данных. Затем осуществляется последовательное

построение виртуальных баз данных с отсечением данных, не связанных ассоциативно с данными, подходящими по следующей группе критериев. Строится иерархическая система виртуальных БД, последняя из которых содержит все введенное множество критериев выбора.

Данная модель структуры распределенной БД была использована в Пролог- системе и хорошо показала себя.

Киевский государственный университет

(Поступило 11.05.1993)

კიბერნეტიკა

მ. გვარიშვილი, ნ. გლიბოვეცი

მონაცემების განაწილებული ბაზის აგების ერთი მოდელის  
შესახებ  
რეზიუმე

სტატია შეიცავს ხელოვნური ინტელექტის საკითხებს. მასში განხილულია მონაცემების განაწილებული ბაზის აგების ერთი მოდელი სინტაქსური მეთოდის გამოყენებით.

CYBERNETICS

M.Gvarishvili, N.Glibovets

On one Model of the Distributed Construction of the Data-Base

Summary

This article concerns the problems of artificial intelligence. It discusses the syntactical method for modelling distributed data- base.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Н.Н.Глибовец*. Автореф. канд. дисс. Киев, 1986.
2. *Х.Уэно, Н.Идзука*. Представление и использование знаний. М., 1989.
3. Алгоритмы, математическое обеспечение и архитектура многопроцессорных вычислительных систем. Под. ред. В.Е.Котова, И.Миклошко. М., 1982.
4. *В.М.Глушков, Г.Е.Цейтлин, С.Л.Ющенко*. Методы символьной мультиобработки. Киев, 1980.
5. *Т.Тиори, Дж. Фрайт*. Проектирование структур базы данных. М., 1985.



Г.Н.Белтадзе

## Распределение выигрышей принципом справедливости в лексикографических кооперативных играх

(Представлено членом-корреспондентом Академии М.Е. Салуквадзе 11.06.1993)

Известно, что (см., напр., [1]) любая скалярная кооперативная игра  $n$  лиц  $v$  имеет такое единственное решение

$$\Phi(v) = (\Phi_1(v), \Phi_2(v), \dots, \Phi_n(v)),$$

которое определяется однозначно тремя аксиомами Шепли и является дележом в игре  $v$ . В классической теории кооперативных игр такое распределение выигрышей между игроками принято называть принципом справедливого дележа.

В настоящей статье аксиоматический подход Шепли к понятию вектора значений Шепли игры  $v$  распространяется на лексикографические кооперативные игры.

Лексикографическая кооперативная игра в форме характеристической функции глубины  $m$  определяется как пара  $\langle J, v \rangle$ , где  $J = \{1, \dots, n\}$  – множество игроков, а  $v = (v^1, v^2, \dots, v^m)^T$  – вещественная вектор-функция, определенная на подмножествах множества  $J$  и удовлетворяющая условиям: 1)  $v(\emptyset) = 0$ , 2)  $L$  – супераддитивности –  $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$ , если  $S \cap T = \emptyset$ ,  $S, T \subseteq J$  [2]. Дележ в игре  $\langle J, v \rangle$  можно представить в виде

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}.$$

Чтобы сформулировать аксиомы Шепли для игры  $\langle J, v \rangle$ , нам потребуются некоторые определения и обозначения.

**О п р е д е л е н и е.** Игрок  $i \in J$  в игре  $\langle J, v \rangle$  называется болваном, если он в каждую коалицию вносит не более того, сколько он может выиграть в одиночку, т.е. для коалиции  $K$ , не содержащей  $i$ ,  $v(K \cup i) = v(K) + v(i)$ . Коалиция  $T \subseteq J$  называется носителем игры  $\langle J, v \rangle$ , если для любой коалиции  $S \subseteq J$  имеет место  $v(S) = v(S \cap T)$ .



**О п р е д е л е н и е.** Если  $\Pi$  – перестановка на множестве игроков  $J=\{1, \dots, n\}$ , т.е.  $\Pi J = \{\Pi(1), \dots, \Pi(n)\}$ , то через  $\Pi v$  обозначим такую игру  $\langle J, v \rangle$ , что для любой коалиции  $S = \{i_1, \dots, i_s\}$

$$u(\{\Pi(i_1), \dots, \Pi(i_s)\}) = v(S).$$

Матрицей Шепли игры  $\langle J, v \rangle$  мы назовем матрицу  $\Phi(v)$ , составленную из вектор-столбцов размерности  $m$

$$\Phi_{\cdot 1}(v), \Phi_{\cdot 2}(v), \dots, \Phi_{\cdot n}(v),$$

удовлетворяющую следующим аксиомам:

1. Если  $S$  – любой носитель игры  $\langle J, v \rangle$ , то

$$\sum_{i \in S} \Phi_{\cdot i}(v) = v(S);$$

2. Если  $\Pi$  – перестановка на  $J$  и  $i \in J$ , то

$$\Phi_{\Pi(i)}(\Pi v) \Phi_{\cdot i}(v);$$

3. Если  $\langle J, v \rangle$  и  $\langle J, u \rangle$  – две лексикографические кооперативные игры с глубинами  $m$ , то

$$\Phi_{\cdot i}(v+u) = \Phi_{\cdot i}(v) + \Phi_{\cdot i}(u).$$

Пусть  $v^p (p=1, \dots, m)$  – скалярная функция множество, а  $l_p = (0, \dots, 1, \dots, 0)^T$  – орт в  $\mathbb{R}^m$ , у которого компонента с номером  $p$  равна 1.

**Л е м м а.** Если в игре  $\langle J, v \rangle$  характеристическая функция  $v$  имеет вид  $v = v^p l_p$ , то для всякого отображения  $\Phi: v \rightarrow \Phi(v)$ , удовлетворяющего перечисленным выше аксиомам, должно быть

$$\Phi(v) = l_p \Phi(v^p).$$

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Пусть

$$\Phi(v) = \begin{pmatrix} \Phi_{1,1} & \dots & \Phi_{1,n} \\ \Phi_{p,1} & \dots & \Phi_{p,n} \\ \Phi_{m,1} & \dots & \Phi_{m,n} \end{pmatrix},$$

где  $\Phi_{j,i} = \Phi_{j,i}(v)$ . По аксиоме 1, для любого носителя  $S$  игры  $\langle J, v \rangle$  будет

$$\sum_{i \in S} \Phi_{j,i}(v) = \begin{cases} 0, & \text{если } j \neq p \\ v^p(S), & \text{если } j = p \end{cases} \quad (1)$$

Для произвольного набора чисел  $\lambda_p, \dots, \lambda_p, \lambda_{p+1}, \dots, \lambda_m$  рассмотрим вектор

$$\psi(v^p) = (\Phi_{p,1} + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{j,1}, \dots, \Phi_{p,n} + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{j,n}) = \Phi_{\cdot}(v^p) + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{\cdot j}(v^p)$$

Для функции  $\psi$  выполняются все аксиомы Шепли. Действительно, если  $S$  – носитель игры  $v^p$ , то, очевидно,  $S$  – носитель игры  $\langle J, v \rangle$ , поэтому из (1) находим, что

$$\psi_S(v^p) = \sum_{i \in S} \Phi_{p,i}(v^p) + \sum_{j \neq p} \lambda_j \sum_{i \in S} \Phi_{j,i}(v^p) = v^p(S).$$

Условие  $\psi_{\Pi}(\Pi v^p) = \psi(v)$  вытекает непосредственно из аксиомы 2:

$$\psi_{\Pi}(\Pi v^p) = (\psi_{\Pi(1)}(\Pi v^p), \dots, \psi_{\Pi(n)}(\Pi v^p)).$$

где



$$\Psi_{\Pi, l}(\Pi v^p) = \Phi_{p, \Pi, l}(\Pi v^p) + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{j, \Pi(l)}(\Pi v^p) = \Phi_{p, l}(v^p) + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{j, l}(v^p) = \psi_l(v^p).$$

Наконец, условие аддитивности функции  $\psi$ :

$$\Psi((v_1^p + v_2^p)) = \psi(v_1^p) + \psi(v_2^p)$$

является непосредственным следствием аксиомы 3.

Таким образом, согласно основной теореме Шепли (см., напр., [3]) вектор  $\psi(v^p)$  определен однозначно и является вектором Шепли в игре  $v^p$ :

$$\psi_l(v^p) = \Phi_l(v^p) = (\Phi_1(v^p), \dots, \Phi_n(v^p)),$$

т.е.

$$\Phi_l(v^p) = \Phi_{p, l}(v^p) + \sum_{j \neq p} \lambda_j \Phi_{j, l}(v^p).$$

Ввиду произвольности  $\lambda_1, \dots, \lambda_{p-1}, \lambda_{p+1}, \dots, \lambda_m$  это равенство может выполняться лишь при условии

$$\Phi_{j, l}(v^p) = \begin{cases} 0 & \text{для } j \neq p \\ \Phi_j(v^p) & \text{для } j = p. \end{cases}$$

т.е.  $l = 1, \dots, n$ .

Таким образом,

$$\Phi(v) = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ \Phi_1 & \dots & \Phi_n \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} = I_p \Phi(v^p),$$

что и требовалось доказать.

Доказанная лемма позволяет установить основной результат.

**Т е о р е м а.** Существует единственная функция  $\Phi$ , ставящая в соответствие каждой игре  $\langle J, v \rangle$  матрицу  $\Phi(v)$  и удовлетворяющая аксиомам 1, 2, 3. При этом векторы-строки  $\Phi(v)$ :

$$\Phi_{p, l}(v), \dots, \Phi_{p, n}(v)$$

совпадают с векторами Шепли компонент  $v^p$  ( $p = 1, \dots, m$ ) характеристической функции  $v = (v^1, \dots, v^m)^T$ .

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Запишем характеристическую функцию  $v = (v^1, \dots, v^m)^T$  в виде суммы компонент  $v = \sum_{p=1}^m I_p v^p$ . По аксиоме 3 должно

быть

$$\Phi(v) = \sum_{p=1}^m \Phi(I_p v^p),$$

и по лемме —

$$\Phi(v) = \sum_{p=1}^m I_p \Phi(v^p),$$

что и доказывает теорему.

Кутаисский технический университет  
им.Н.И.Мухелишвили

(Поступило 15.06.1993)

კიბერნეტიკა

გ. ბელთაძე

მოგებათა განაწილება სამართლიანობის პრინციპით  
ლექსიკოგრაფიულ კოოპერატიულ თამაშებში

რ ე ზ ი უ მ ე

ლექსიკოგრაფიულ კოოპერატიულ თამაშებზე გავრცელებულია შეპლის კლასიკური აქსიომატიკა. დამტკიცებულია, რომ შესაბამისი აქსიომატიკა ამ ზოგად შემთხვევაში საკმარისია მოგებათა განაწილების ცალსახად განსაზღვრისათვის.

CYBERNETICS

G.Beltadze

## The Distribution of Payoffs with Justice Principles in Lexicographic Cooperative Games

S u m m a r y

The Shepli's classical axiomatics has been widespread on the lexicographic cooperative games. It is proved that corresponding axiomatics in these common cases are sufficient for the one-sided determination of the distribution of payoffs.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Н.Н.Воробьев. Теория игр. Лекции для экономистов-кибернетиков. Л., 1974.
2. Г.Н.Белтадзе. Сообщения АН ГССР, 99, 2, 1980.
3. Г.Оуэн. Теория игр. М., 1971.



З.Ш.Кипшидзе

## Арифметический аналог кода Боуза-Чоудхури-Хоквингема

(Представлено академиком В.К.Чивинадзе 3.06.1993)

Со времени открытия кода БЧХ неоднократно предпринимались попытки построения его арифметического аналога. Об одной из попыток, предпринятой Цзяном и Хуаном, упоминают в своем обзоре *Месси и Гарсиа* [1]. Однако решения этой задачи, как нам известно, до сих пор найти не удалось, что безусловно свидетельствует о ее трудности [2].

В настоящей работе предпринимается очередная попытка решить эту более чем тридцатилетнюю проблему теории кодирования.

Пусть заданы натуральные числа  $P, 2, n$ , где  $P$  – простое число,  $2$  – основание системы счисления,  $n$  – порядок элемента  $2$  в поле  $GF(P)$ . Порядок элемента  $\alpha$  поля  $GF(P)$  обозначим через  $e(\alpha)$ .

Как известно [3], многочлен  $x^n - 1$  разлагается на круговые многочлены следующим образом:

$$x^n - 1 = \prod_{d|n} \Phi_d(x), \text{ где круговые многочлены } \Phi_d(x) = \prod_{\{d\}=d} (x - d).$$

Коэффициенты круговых многочленов, независимо от характеристики поля, являются целыми числами [3]. Основываясь на этом, стало возможным построить на принципах, подобных принципам построения кода БЧХ, вначале алгебраические коды, а затем, заменяя  $x$  на  $2$ , получить арифметические циклические коды, которые мы считаем арифметическими аналогами кода БЧХ.

Известно, что круговой многочлен  $\Phi_d(x)$  делит  $x^d - 1$  и не делит другие многочлены такого вида с меньшей степенью, где  $d$  – показатель элемента  $\alpha$  поля  $GF(P)$ , причем  $\alpha$  является корнем  $\Phi_d(x)$ .

Назовем число  $\Phi_d(2)$  минимальной „функцией“ элемента  $\alpha$ , что хотя и не совсем соответствует известному определению, но мы считаем его вполне оправданным для арифметических аналогов.

Рассмотрим последовательность элементов поля  $GF(P)$ :  $2, 2^2, 2^{2^i}$  (I) и круговые многочлены  $\Phi_{d_i}(x)$ , где  $i=1, 2, \dots, k, d_i=e(2^i), j=1, 2, \dots, 2i, k \leq 2i$ , корнями которых являются последовательности (I).

Теорема. Если в поле  $GF(P)$  числа  $\Phi_{d_i}(x)$ , где  $i=1, 2, \dots, k, d_i=l(2^i), j=1, 2, \dots, 2i, k \leq 2i$ , являются минимальными „функциями“ последовательности (I), то

генератор  $A = \prod_{d_i} \Phi_{d_i}(x)$  порождает арифметический циклический код

минимальным весом, не меньшим чем  $2t+1$ .

**Доказательство.** Пусть заданы многочлен  $g(x) = \prod_{d_i} \Phi_{d_i}(x)$

и матрица

$$H = \begin{bmatrix} 2^0 & 2^1 & \dots & 2^{n-1} \\ (2^2)^0 & (2^2)^1 & \dots & (2^2)^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (2^{2t})^0 & (2^{2t})^1 & \dots & (2^{2t})^{n-1} \end{bmatrix}$$

Легко показать, что многочлен  $g(x)$  порождает циклический код над полем  $GF(P)$ , проверочной матрицей которого является матрица  $H$ . Минимальный вес кода, являющегося нуль пространством матрицы  $H$ , не меньше  $2t$  [4].

Доказательство теоремы начнем с того, что матрица может быть рассмотрена как проверочная матрица циклического арифметического кода. Это не вызывает сомнения в тех случаях, когда двоичное представление кодовых чисел совпадает с последовательностями кода, порожденного многочленом  $g(x)$ . В таком случае минимальный вес кода не меньше чем  $2t$ . В общем же случае это утверждение неверно, так как возможны различные двоичные представления одного и того же числа при помощи последовательностей, содержащих 0, 1, -1, и матрицы  $H$ , которая в качестве проверочной для других представлений кодовых чисел не может быть использована. Исходя из этого, определение минимального веса кода по этой матрице невозможно.

**Лемма.** Если вес кода для некоторых двоичных представлений кодовых чисел не меньше чем  $2t+1$ , то и в других представлениях кодовых чисел вес кода не будет меньшим чем  $2t+1$ .

**Доказательство.** Легко заметить, что всякие записи двоичного числа можно получить из одного представления при помощи добавления или убавления единицы в определенных местах этого представления и соответствующим изменением младших разрядов рассмотренных участков. Можно заметить также, что этим операциям соответствует элементарная операция над соответствующими столбцами проверочной матрицы следующим образом.

Обозначим  $i$ -й вектор-столбец матрицы  $H$  через  $h_i$  и, когда перенос проходит в сторону старших или младших разрядов, вместо столбцов  $h_{ij}$  (где  $j = 0, 1, \dots, k-1$ ,  $k$  - длина изменяемого участка) матрицы  $H$  подставим столбцы  $-h_{ij}$ . Рассмотренные элементарные операции над столбцами матрицы не уменьшают числа ее линейно независимых столбцов. Этим доказательство леммы можно считать законченным. Справедливость леммы, со своей стороны, означает доказательство теоремы.

ზ. ყიფშიძე

ბოუზ-ჩოუდჰური-პოკეინგემის კოდის არითმეტიკული  
ანალოგი

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია მოცემული რაოდენობის არითმეტიკული შეცდომების  
გამასწორებელი კოდების კლასის აგების კონსტრუქციული მეთოდი.

CYBERNETICS

Z. Kipshidze

An arithmetic analog of the Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code

S u m m a r y

A constructive method of obtaining codes, correcting a given number of arithmetic errors is suggested.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *J.L.Massey, O.N.Garcia*. In: *Advances in information sciences*. N.Y.:Plenum Press, 1971, v.4, 273-326.
2. *Ю.Г.Дадаев*. Теория арифметических кодов. М., 1981.
3. *Б.Л. Ван дер Варден*. Алгебра. М., 1976.
4. *У.Пигерсон, Э.Уэлдон*. Коды, исправляющие ошибки. М., 1976.

Д.Г.Армор, Б.И.Кикиани, Г.Г.Месхи

## Эмиссия легких кластерных ионов при ионном распылении поверхностей

(Представлено академиком Н.С. Амаглобели 22.03.1993)

В масс-спектрах вторичных атомных частиц, эмиттированных при бомбардировке поверхностей твердых тел ионами в кэВ диапазоне энергии, кроме атомов и ионов основных и примесных элементов твердого тела и их сложных соединений, наблюдаются одноэлементные, многоатомные образования, т. е. кластеры –  $A_n^{0,+,-}$ , где  $A$  – химический элемент,  $n$  – число атомов в кластере, „0“, „+“, „-“ – заряд кластера. Исследование эмиссии кластеров при ионном распылении поверхностей позволяет получать важную информацию не только о механизме эмиссии кластеров и приобретении ими заряда, но и о типах связи в твердом теле и о его элементном составе. В настоящее время обнаружены кластеры с  $n \sim 100$ , представляющие большой научный интерес как неисследованное состояние материи, занимающее промежуточное положение между твердым телом и газом. В настоящее время интенсивно изучаются „фуллерены“ – стабильные кластеры углерода типа  $C_{60}, C_{70}, C_{76}, C_{84}$  в которых все атомы углерода находятся на сферической или сфероидальной поверхности, напоминающей покрывку футбольного мяча [1]. Исследование таких кластеров оказалось в эпицентре развития основных направлений современной физики после обнаружения сверхпроводимости при  $T \leq 33^\circ\text{K}$  поликристаллического  $C_{60}$ , легированного атомами щелочных металлов [2].

В настоящее время объем исследований по изучению механизма образования кластеров значителен и продолжает расти, но пока отсутствует общепринятое представление о процессах, приводящих к эмиссии кластеров при ионном распылении поверхностей. При объяснении этого явления обычно рассматривают две модели: рекомбинационную [3], согласно которой распыление происходит только в виде атомарных частиц, независимо эмиттированных в одном каскаде столкновений, и кластеры образуются в результате их рекомбинации в вакууме близ бомбардируемой поверхности; и модель прямой эмиссии [4], согласно которой при ионной бомбардировке кластерные соединения формируются на поверхности, которую они покидают полностью сформировавшимися, – т.е. составляющие атомы кластера были связаны до акта испускания. Качественное и частично количественное описание процессов ионного распыления в виде кластеров осуществляется с помощью одного из этих механизмов или же их комбинацией. Особенно сложным представляется определение



механизма эмиссии положительных и отрицательных ионных кластеров, и, несмотря на большое число работ в этом направлении, до настоящего времени нет определенного взгляда на процесс формирования заряда кластера. Из модели [3] следует, что формирование происходит в результате рекомбинации атомов, положительных и отрицательных ионов в вакууме, следовательно, суммарный заряд этих частиц будет определять заряд кластера. В модели [4] кластер покидает поверхность полностью сформировавшимся с определенным зарядом, аналогично случаям эмиссии нейтральных атомов, положительных и отрицательных ионов и их возбужденных состояний. Определение вероятностей выхода кластеров при ионном распылении поверхностей в зависимости от многих параметров позволит расширить представление о механизме их возникновения.

С этой целью в настоящей работе проведены экспериментальные исследования выхода кластерных ионов при распылении различных поверхностей в широком диапазоне энергии бомбардировки разными ионами. Измерения выполнены в зависимости от давления кислорода в камере взаимодействия и от угла  $\alpha$  между направлением первичных ионов и нормалью исследуемой поверхности.

Методом масс-спектрометрии вторичных положительных и отрицательных ионов (ВИМС) измерены выходы кластерных ионов при ионном распылении поверхностей. Измерения выходов кластерных ионов  $Y_n^{\pm}$  при бомбардировке ионами  $N^+, O^+, N_2^+, O_2^+, Ag^+$  поверхностей  $C, Al, GaAs$  в диапазоне энергии первичных ионов  $E_0=5\div 50$  кэВ, а также исследование поведения  $Y_n^+$  в зависимости от давления кислорода ( $P_{O_2}$ )

в камеру взаимодействия выполнены на экспериментальной установке Солфордского университета (Англия), состоящей из вторично-ионного масс-спектрометра, дополненного энергоанализатором [5]. Выходы  $Y_n^+$  при бомбардировке поверхностей  $NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs$  ионами  $Ag^+$  в диапазоне энергии взаимодействия  $E_0=0.5\div 10$  кэВ и в зависимости от угла бомбардировки  $\alpha$  первичных ионов  $Ag^+$  измерены методом ВИМС [6] на установке для исследования поверхностей твердых тел, созданной на базе УСУ-4 в Тбилисском университете.

Ионы  $N^+, O^+, N_2^+, O_2^+, Ag^+$  формируются в плазменном источнике ионов с высокочастотным разрядом, ускоряются до энергии в диапазоне  $E_0=5\div 50$  кэВ, выделяются по м/е магнитным масс-монохроматором, коллимируются щелями и бомбардируют вдоль нормали исследуемые поверхности. Эмиттированные при этом вторичные ионы попадают в полусферический энергоанализатор с радиусом 24 см и далее поступают в квадрупольный масс-спектрометр типа Finnigan 750 для анализа масс в диапазоне  $1\div 750$  а.е.м. Типичные интенсивности первичного пучка ионов составляют несколько десятков  $\mu A/cm^2$ . Остаточное давление в камере взаимодействия  $\sim 10^{-10}$  торр. Для исследования выхода кластерных ионов, в зависимости от состояния исследуемых поверхностей, в камеру взаимодействия напускался кислород до давления  $P_{O_2} \sim 10^{-6}$  торр. Экспериментально было определено время стабилизации давления кислорода и время

установления условия равновесия выхода кластерных ионов с началом напуска кислорода.

В работе [6] на поверхность исследуемого образца вдоль нормали к поверхности падает пучок первичных ионов  $Ar^+$  с  $E_0 = 0,5 \div 10$  кэВ при плотности тока в несколько  $\mu A/cm^2$ . Минимальный диаметр пятна пучка составляет 0,5 мм. Выбитые при бомбардировке вторичные положительные ионы анализируются моноионным масс-спектрометром, направленным под углом  $45^\circ$  к поверхности образца. В качестве источника ионов применяется дуоплазматрон, который представляет собой газоразрядный плазменный источник с холодным катодом и двойным

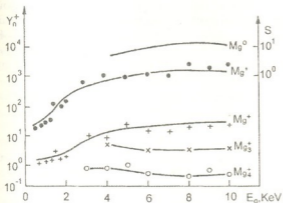


Рис.1. Выход кластерных ионов  $Mg_n^+$  ( $n=1, 2, 3, 4$ ) из поверхности  $Mg$  в зависимости от энергии первичных ионов  $Ar^+$ . Выход атомов  $Mg^0$  – из работы [7]

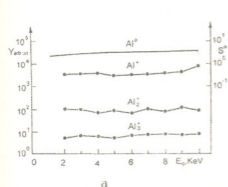


Рис.2.а. Выход кластерных ионов  $Al_n^+$  ( $n=1, 2, 3, 4$ ) при бомбардировке алюминия в зависимости от энергии ионов  $Ar^+$  в диапазоне  $E_0 = 0,5 - 10$  кэВ. Выход  $Al^0$  – из работы [7]

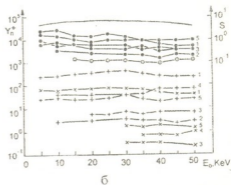


Рис.2.б. Выход ионов  $Al^+$  (●),  $Al^{2+}$  (+),  $Al^{3+}$  (x),  $Al^0$  (○) из алюминия в случае  $N^+, O^+, N_2^+, O_2^+, Ar^+ \rightarrow Al$  в зависимости от энергии первичных ионов. Цифрами на рисунке указаны: 1 –  $N^+ \rightarrow Al$ , 2 –  $N^+ \rightarrow Al$ , 3 –  $O^+ \rightarrow Al$ , 4 –  $N_2^+ \rightarrow Al$ , 5 –  $O_2^+ \rightarrow Al$ . Пунктиром обозначен выход  $Al^0$  из работы [7].





оптикой, обеспечивающей фокусировку и сканирование ионов на площади  $5 \times 5 \text{ мм}^2$  для обеспечения равномерного образования краев кратера при послойном анализе. Вторичные ионы анализируются монополярным масс-спектрометром MX7304A, трансформированным для ВИМСа и дополненным электронной оптикой для вытягивания вторичных ионов. Диапазон регистрируемых масс составляет 1–380 а.е.м., разрешающая способность 1M. Остаточное давление в камере взаимодействия  $10^{-9}$  торр. Методика позволяет также исследовать выход вторичных ионов в зависимости от угла бомбардировки первичных ионов ( $\alpha=0-45^\circ$ ).

Ошибки относительных измерений выхода кластерных ионов составляют 10–20%, а при низких интенсивностях последних выход определен с точностью до фактора 2.

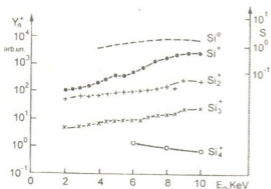


Рис.3. Выход ионов  $Si_n^+$  ( $n=1,2,3,4$ ) при бомбардировке Si ионами  $Ar^+$  в диапазоне  $E_0=2-10$  кэВ. Выход атомов  $Si^0$  - из работы [7]

В настоящей работе методом ВИМС [5,6] в условиях сверхвысокого вакуума измерены выходы кластерных ионов  $Y_n^+$ , нормированные на интенсивность первичного пучка ионов  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$ , бомбардирующих поверхности C, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs в диапазоне энергии взаимодействия  $E_0 = 0,5 \div 50$  кэВ. В качестве примера на рис.1,2,3 представлены измеренные в настоящей работе выходы кластерных ионов в зависимости от энергии взаимодействия  $E_0$  при бомбардировке поверхностей

Mg ионами  $Ar^+$  (рис.1), Al – ионами  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  (рис.2) и Si – ионами  $Ar^+$  (рис.3) соответственно. На рис.1,2,3 представлены также взятые из работы [7] расчетные значения коэффициента распыления нейтральных атомов S для Mg, Al, Si соответственно при их бомбардировке ионами аргона. Поведение выходов однозарядных ионов  $Al^+$  и  $Si^+$  в зависимости от  $E_0$  согласуется с данными из работы [8]. Как видно из рис., в исследованном энергетическом диапазоне наблюдается слабая зависимость выхода  $Y_n^+$  от энергии  $E_0$ . Такие же зависимости были обнаружены нами для выхода практически всех измеренных вторичных однозарядных ионов и для отрицательных ионов  $Al^-$  при облучении ионами  $Ar^+$  поверхности Al [9]. Незначительные изменения выхода фотонов, образующихся при распаде возбужденных состояний эмиттированных атомных частиц алюминия Al I, Al II, Al III, в зависимости от  $E_0$ , были также наблюдаемы нами для случая  $Ar^+-Al$  [9].

В теории распыления [7], основанной на рассмотрении каскада столкновений, для эмиссии требуется, чтобы энергия первичных частиц  $E_0$  была намного (на два-три порядка величины) больше средней поверхностной энергии связи, которая соответствует энергии сублимации. Следовательно, при низких  $E_0$  наблюдаются пороговые области энергии, особенно это видно из рис.1. Из измеренных припороговой области значений  $S$  можно получить важную информацию о поверхности твердого тела [7]. Для выхода вторичных ионов это осложняется незнанием вероятности ионизации распыленных частиц.

Как было отмечено выше, согласно модели [3], формирование кластера происходит в результате рекомбинации отдельных атомарных частиц. Следовательно, поведение выхода кластерных ионов в зависимости от  $E_0$  должно отражать поведение выходов их составляющих ионов, атомов в основном или возбужденных состояниях от  $E_0$ . Известно, что при ионном распылении поверхностной существенную часть составляют эмиттированные атомы, выход которых на несколько порядков величины превосходит выход ионов; особенно незначительную часть составляют ионы и атомы в возбужденных состояниях. Однако в образовании легких кластерных ионов выход атомов, ионов и возбужденных частиц приблизительно одинаково будет определять  $Y_n^+$ . Подобное поведение измеренных выходов атомов, ионов, их возбужденных состояний и кластерных ионов указывает, что образование легких кластерных ионов преимущественно реализуется по механизму согласно рекомбинационной модели.

На рис.4 приведена зависимость выхода ионов  $Al_n^+$  ( $n=1,2,3$ ) от числа атомов в комплексе при бомбардировке Al ионами  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  с  $E_0=5-50$  кэВ. Видно, что выход кластерных ионов монотонно

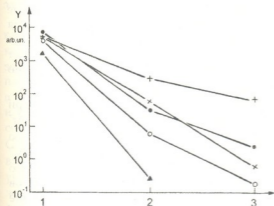


Рис.4. Зависимость выхода ионов  $Al_n^+$  ( $n=1,2,3$ ) от числа  $n$  в случае  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  → Al при  $E_0=40$  кэВ

уменьшается с увеличением числа атомов в кластере и с уменьшением массы бомбардирующих частиц соответственно уменьшается относительный выход вторичных ионов с большим  $n$ . Это связано, по-видимому, с большими пробегами легких ионов в веществе мишени (с увеличением протяженности каскада соударения) и, следовательно, с меньшей потерей энергии в приповерхностном слое. Относительно низкий выход димеров и тримеров при бомбардировке ионами  $O_2^+$  вероятнее всего, обуслов-



лен меньшей шероховатостью поверхности при распылении ее ионами химически активных элементов [10]. Показано, что экспериментальные данные согласуются с рекомбинационной моделью образования распыленных кластерных ионов [11]. В настоящей работе при бомбардировке поверхности Al ионами  $Ag^+$  с  $E_0=10\div50$  исследуемой поверхности путем напуска в камеру взаимодействия кислорода до давления  $10^{-6}$  торр. Обнаружено, что выход ионов  $Al^+$  увеличивается с ростом  $P_{O_2}$ , а выходы ионов  $Al_2^+$  и  $Al_3^+$  уменьшаются в несколько раз, особенно при низких энергиях соударения  $E_0$ . С повышением  $P_{O_2}$  наблюдается резкое увеличение выхода различных кислородсодержащих молекулярных ионов, что свидетельствует о процессах окисления поверхности Al. В работе [9] было наблюдеено аномальное увеличение выхода фотонов, образующихся при распаде возбужденных состояний эмиттированных частиц AlI при облучении их ионами  $Ag^+$ , с увеличением  $P_{O_2}$ . Возможной причиной такого роста при увеличении степени покрытия поверхности металла окисным слоем может быть уменьшение роли автоионизационных каналов релаксации возбужденных атомов при отлете от поверхности. Измеренный выход отрицательных ионов алюминия не зависит от изменения  $P_{O_2}$  и остается неизменным во всем диапазоне давления. В настоящее время в литературе отсутствуют данные о зависимости коэффициента распыления от давления кислорода. Несмотря на то, что с увеличением  $P_{O_2}$  при окислении поверхности алюминия в приповерхностных слоях уменьшается содержание Al, выходы ионов  $Al^+$  и атомов в возбужденных состояниях возрастают, что связано с влиянием состояния поверхности на формирование зарядовых и квантовых состояний эмиттированных атомных частиц. Из приведенных выше экспериментальных данных следует существенное влияние состояния поверхности на процесс эмиссии вторичных частиц. Разумно предположить, что степень ионизации распыленных частиц будет существенно меняться в зависимости от  $P_{O_2}$ . Именно поэтому трудно отдать предпочтение какому-либо механизму эмиссии кластеров.

На рис.5 приведены выходы кластерных ионов, образующихся при бомбардировке поверхностей C, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs ионами  $Ag^+$  при  $E_0=8$  кэВ в зависимости от числа атомов в кластере - n. Видно, что выход кластерных ионов  $Na_n^+$  ( $n=1,2$ ),  $Mg_n^+$  ( $n=1,\dots,4$ ),  $Al_n^+$  ( $n=1,2,3$ ),  $Si_n^+$  ( $n=1,\dots,5$ ),  $S_n^+$  ( $n=1,2$ ),  $Ga_n^+$  ( $n=1,2,3$ ) монотонно уменьшается с ростом n, что можно объяснить уменьшением вероятности выхода кластерных ионов с увеличением числа атомов в комплексе. Подобное поведение (уменьшение выхода положительных кластерных ионов от n) наблюдалось многими авторами для различных поверхностей и объясняется рекомбинационной моделью образования кластеров. Ионная, периодическая зависимость для выхода ионов  $Ti_n^+$  и  $C_n^-$  от n выявлена при бомбардировке ионами  $Ag^+$  поверхностей Ti и C. При незначительном изменении угла бомбардировки ( $\alpha\sim(5\div8)^\circ$ ) наблюдаемая

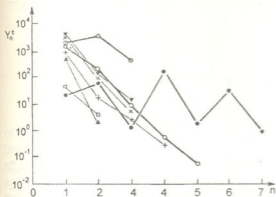


Рис.5. Выход кластерных ионов при бомбардировке поверхностей С, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs ионами  $Ar^+$ .  $Ga_n^+(\nabla)$ ,  $Al_n^+(x)$ ,  $Mg_n^+(+)$ ,  $Si_n^+(o)$ ,  $Na_n^+(\Delta)$ ,  $S_n^+(\square)$ ,  $Ti_n^+(\bullet)$ ,  $C_n^-(\theta)$

Полученные результаты свидетельствуют, что в общем потоке распыления поверхности Ti и С в виде положительных и отрицательных ионов (как и в других подобных случаях) доминирующим является распыление в виде кластеров [14].

В настоящей работе наблюдалось повышение соотношения выходов одно- и двухатомных ионов  $Y_{12}^+ = Y_1^+/Y_2^+$  с увеличением атомного номера исследуемых мишеней Na, Mg, Al, Si, соответственно составляя 200, 60, 40 и 10. Такое поведение в соотношении может быть связано с различной электронной конфигурацией эмиттированных частиц.

В работе [3], согласно рекомбинационной модели образования кластеров, выход двух- и одноатомных молекул прямо пропорционален коэффициенту распыления S, площади эмиссии, в пределах которой эффективны молекулярные силы f, и обратно пропорционален средней площади каскада. При увеличении угла бомбардировки в пределах  $\alpha = (0-45)^\circ$  слабо увеличивается выход вторичных частиц (атомов, ионов) и интенсивность излучения, возникающего при распаде возбужденных состояний эмиттированных частиц, а величина f остается постоянной. С ростом  $\alpha$  увеличивается площадь проекции объема каскада взаимодействия - F на поверхности мишени. При постоянном S с увеличением F уменьшается плотность потока эмиттированных частиц через F, следовательно, уменьшается число вторичных частиц, которые, рекомбинируя, могут образовать кластерные соединения.

В настоящей работе были исследованы соотношения выходов двух- и одноатомных  $Y_{21}^+$  и трех- и одноатомных  $Y_{31}^+$  кластерных ионов при различных углах  $\alpha$  ( $\alpha = 0^\circ$  и  $45^\circ$ ) (рис.6). Видно, что выходы двух- и трехатомных ионов уменьшаются с ростом  $\alpha$ , что согласуется с рекомбинационной моделью их образования.

для Ti структура сохраняется, однако соотношение выхода кластеров с четным и нечетным n при этом меняется. Такое поведение выхода кластерных ионов Ti и С, по-видимому, связано со скачкообразным изменением потенциала ионизации. Подобная периодическая структура была наблюдается для поверхностей Ag и Cu [12] при измерении выхода кластерных ионов в зависимости от n. Подобное поведение было обнаружено в [13] для выхода кластерных ионов  $C_n^-$  в результате бомбардировки  $C_s^+$  поверхностей С.

На основании измерения выхода положительных и отрицательных кластерных ионов  $Y_n^\pm$  при бомбардировке поверхностей С, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs ионами  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  в диапазоне  $E_0=0,5-50$  кэВ и  $Y_n^\pm$  при чистых и покрытых кислородом поверхностях и при различных углах бомбардировки сделан вывод, что в исследованных случаях основным является рекомбинационный механизм эмиссии легких кластеров при ионном распылении поверхностей.

Тбилисский государственный  
университет им.  
И.А.Джавახишвили

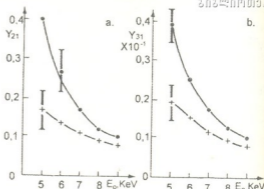


Рис.5. Соотношения выходов двух- и одноатомных  $Y_{21}^+$  (а) и трех- и одноатомных  $Y_{31}^+$  (б) кластерных ионов при различных углах бомбардировки (+ -  $45^\circ$ , • -  $0^\circ$ ) поверхности Si ионами  $Ar^+$

(Поступило 14.04.1993)

303033

დ. არმორი, ბ. კიკიანი, გ. მესხი

## მსუბუქი კლასტერული იონების ემისია ზედაპირების იონებით გაფრქვევისას

რ ე ზ ი უ მ ე

მეორეული იონების მასსპექტრომეტრიული მეთოდის გამოყენებით ზემალაღი ვაკუუმის პირობებში შესწავლილია  $E_0=0,5-50$  კეე ენერგიების მქონე  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  პირველადი იონებით C, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs ზედაპირების ბომბარდირებისას კლასტერული იონების ემისია. გაზომვები შესრულებულია სუფთა და დაქანგული ზედაპირებისთვის და პირველადი იონების დაცემის სხვადასხვა კუთხეების შემთხვევაში. ექსპერიმენტული შედეგები უჩვენებს, რომ მსუბუქი კლასტერული იონების ემისიაში ძირითადია სტატისტიკურ-რეკომბინაციული მექანიზმი.

D. Armour, B. Kikiani, G. Meskhi

LIGHT CLUSTER IONS EMISSION DURING ION  
SPUTTERING OF SURFACES

## Summary

The cluster ions emission during  $N^+$ ,  $O^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ ,  $Ar^+$  primary ions bombardment of C, NaCl, Mg, Al, Si, S, Ti, GaAs surfaces in the energy range  $E_0=0.5-50$  keV have been investigated under ultra high vacuum conditions using secondary ion mass-spectroscopy (SIMS) method. The measurements for clean and oxygen-covered surfaces and at the experimental primary ions incident angles were performed. The experimental research shows, that in light cluster ions emission statistical-recombination mechanism is dominant.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A.B. Елицкий, Б.М. Смирнов.* УФН, **163**, 1993, 33.
2. *M.J. Rosseinsky et al.* Phys. Rev. Lett., **66**, 1991, 2830.
3. *W. Gerhard.* Z. Phys., B.22, 1975, 31.
4. *A. Benninghoven.* Surf. Sci., **35**, 1973, 427.
5. *D.G. Armour et al.* Vacuum, **34**, 1984, 217.
6. *И.Н. Дубинский, В.И. Кикиани, Г.Г. Месхи, Г.К. Чрелашвили.* Тез. докл. VI Всесоюз. семинара „Вторично-ионная и ионно-фотонная эмиссия“. Харьков, 1991, 72.
7. *Р. Бериш.* Распыление твердых тел ионной бомбардировкой. М., 1984.
8. *K. Wittmack.* Surf. Sci., **53**, 1975, 626.
9. *R. Hernander et al.* La Recherche Aerospaciale, **6**, 1972, 313.
10. *Д.Г. Армор, Б.И. Макаренко, Г.Г. Месхи.* Материалы X Всесоюз. конф. „Взаимодействие ионов с поверхностью“. Т.2. М., 1991, 37.
11. *Н.Х. Джемилев, С.В. Верхотуров, Н.С. Савченко.* Тез. докл. IV Всесоюз. сем. „Вторичная ионная и ионно-фотонная эмиссия“. Харьков, 1983, 27.
12. *М.В. Кремков, У.С. Хасанов.* Поверхность, **6**, 1992, 71.
13. *Д.Г. Армор, Г.Г. Месхи, Б.И. Кикиани, Г.К. Чрелашвили.* Материалы XI Всесоюз. конф. „Взаимодействие ионов с поверхностью“. Т.2. М., 1993, 33.

A. Alabyad, N. Tsintsadze (Corr. Member of the Georgian Acad. Sci.)

### Anomalous Transport in Presence of Hot Electrons

In this paper we consider the stability of a plasma supporting a current under the condition where all electrons are drifting against the background ions. This problem is of great practical interest for controlled nuclear fusion research. We consider a plasma with two different electron components (hot-with equilibrium density  $n_{oh}$  and cold) and ions with  $n_{oi}$ . In this way our approach is different from others [1-4]. We simplify the following considerations by supposing that all electrons of the plasma drift (in an external electric field  $\vec{E}$ ) with a uniform velocity  $\vec{V}$  relative to the ions. We use the general expression of the longitudinal dielectric permeability of particles of kind (two kinds of electrons and the ions) in their own frame. We shall consider two cases, isotropic and non-isotropic plasmas.

1. For isotropic plasmas we investigate the stability making use of the dispersion equation.

$$1 + \frac{1}{k^2 r_h^2} \left( 1 - \mathfrak{Z}_+ \left( \frac{\omega - k\bar{v}_0}{kv_h} \right) \right) + \frac{1}{k^2 r_c^2} \left( 1 - \mathfrak{Z}_+ \left( \frac{\omega - k\bar{v}_0}{kv_c} \right) \right) + \frac{1}{k^2 r_i^2} \left( 1 - \mathfrak{Z}_+ \left( \frac{\omega}{kv_i} \right) \right) = 0, \quad (1)$$

$$\text{with } \mathfrak{Z}_+(x) = x e^{-x^2/2} \int_{-\infty}^{\infty} dz e^{-z^2/2};$$

where  $r_h$ ,  $r_o$  and  $r_i$  is the Debye radius for hot, cold electrons and ions respectively,  $v_h$ ,  $v_c$  and  $v_i$  is the thermal velocity of hot, cold electrons and ions respectively.

We now make the following approximations to solve the dispersion equation (1).

$$|\omega - k\bar{v}_0| \ll kv_h, \quad |\omega - k\bar{v}_0| \gg kv_c, \quad \omega \gg kv_i$$

which makes equation (1) to take the following form;

$$1 + \frac{1}{k^2 r_h^2} - \frac{\omega_{pc}^2}{(\omega - k\bar{v}_0)^2} - \frac{\omega_{pi}^2}{\omega^2} + i \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left\{ \frac{(\omega - k\bar{v}_0)}{k^2 r_h^2 kv_h} + \frac{(\omega - k\bar{v}_0)}{k^2 r_c^2 kv_c} \exp \left( -\frac{(\omega - k\bar{v}_0)^2}{2k^2 v_c^2} \right) \right\} + \frac{\omega}{k^2 r_i^2 kv_i} \exp \left( -\frac{\omega^2}{2k^2 v_i^2} \right) \quad (2)$$

where  $\omega_{pc}$ ,  $\omega_{pi}$  are the cold electrons and ions Langmuir frequencies respectively. The imaginary part is quite small (terms in the bracket) and for first estimate we ignore it. Because we are interested in unstable oscillations, we take the case where  $\omega \ll (k\bar{v})$ .

In the case when

$$(k\bar{v}_0)^2 \cong \frac{k^2 v_h^2}{1 + k^2 r_h^2} \left( \frac{n_c}{n_h} \right) \quad (3)$$

From equation (2), for oscillation instability, the growth rate  $\gamma$  is given by

$$\gamma = \frac{\sqrt{3}}{2} \left( \frac{m_e n_{0i}}{2m_i n_{0e}} \right)^{1/3} (\bar{k}\bar{v}_0). \quad (4)$$

When  $\bar{k}\bar{v}_0 \gg \omega_{pe}^2$ , the third term in equation (2) has been neglected, and the imaginary part becomes important, i.e., it can easily be shown that in this case we have a kinetic instability in the frequency range

$$\omega \approx \frac{kv_h}{\sqrt{1+k^2 r_h^2}} \left( \frac{n_{0i}}{n_{0e}} \right)^{1/2}; \quad (5)$$

and the growth rate is defined by hot electrons

$$\gamma = \sqrt{\frac{\pi}{8}} \frac{kv_0}{kv_h} \cdot \frac{\omega}{k^2 r_h^2}. \quad (6)$$

II. We now introduce a magnetic field ( $\bar{B}_0$ ) in the same direction as the applied electric field (both in z-direction). In presence of a magnetic field we must use the dispersion equation for longitudinal oscillations which will be solved with the following assumptions.

$$|\omega - \bar{k}\bar{v}_0| \ll \omega_{ce}, |k_z v_h, |\omega - \bar{k}\bar{v}_0| \gg |k_z v_c, \omega \gg |k_z v_i,$$

$$k_\perp^2 v_e^2 \ll \omega_{ce}^2, k_\perp^2 v_i^2 \ll \omega_{ci}^2, \text{ but for hot electrons}$$

$$k_\perp^2 v_n^2 \cong \omega_{ce}^2, \text{ (or } k^2 \rho_L^2 \cong 1 \text{ where } \rho_L \text{ -Larmour radius).}$$

In this frequency range, the dispersion equation takes the form

$$1 + \frac{1}{k^2 r_h^2} \left( 1 + i \sqrt{\frac{\pi}{2}} A_0 \frac{\omega - (\bar{k}\bar{v}_0)}{kv_h} \right) - \frac{k_z^2}{k^2} \frac{\omega_{pe}^2}{(\omega - \bar{k}\bar{v}_0)^2} - \frac{k_\perp^2}{k^2} \frac{\omega_{pi}^2}{\omega^2 - \omega_{ci}^2} - \frac{k_z^2}{k^2} \frac{\omega_{pi}^2}{\omega^2} = 0 \quad (7)$$

where  $A_0(x) = e^{-x} I_0(x)$ ,  $x = k_\perp^2 v_\perp^2 / \omega_c^2$ .

In order to allow ions to participate in oscillations, we suppose that  $\omega \ll (\bar{k}\bar{v}_0)$ . In this case, the dispersion equation (7) takes the form.

$$1 + \frac{1}{k^2 r_h^2} - \frac{\omega_{pe}^2}{kv_0^2} - \frac{\omega_{pi}^2 \sin^2 \theta}{\omega^2 - \omega_{ci}^2} - \frac{\omega_{pi}^2 \cos^2 \theta}{\omega^2} = 0 \quad (8)$$

but only when  $v_0^2 \neq \frac{v_h^2}{1+k^2 r_h^2} \left( \frac{n_{oc}}{n_{oh}} \right)$ .

Equation (8) has two imaginary roots if

$$v_0 < \frac{v_h}{(1+k^2 r_h^2)^{1/2}} \left( \frac{n_{oc}}{n_{oh}} \right). \quad (9)$$

In the particular case when  $w_{pe}^2 \gg k^2 v_0^2$ , equation (8) gives two solutions for the imaginary part of  $\omega$ . The first one is





$$\text{Im } \omega = \gamma = \omega_{ci} |\cos \theta|^{1/2},$$

when

$$\omega_{ci} \cong (m_e / m_i \cdot n_{oi} / n_{oc})^{1/2} k v_0. \quad (11)$$

The second one is when  $\omega_{ci}^2 \gg (m_e / m_i \cdot n_{oi} / n_{oc}) k^2 v_0^2$ .

We have a more interesting case when the following relation exists,

$$\beta (\bar{k} v_0) \cong \delta \omega_{pe}^2 \quad (12)$$

where

$$\beta = \begin{cases} 1 + \frac{1}{k^2 r_h^2}, & \text{for } \omega \gg \omega_{ci} \\ 1 + \frac{1}{k^2 r_h^2} - \frac{\omega_{pi}^2 \sin^2 \theta}{\omega_{ci}^2}, & \text{for } \omega \ll \omega_{ci} \end{cases}$$

and

$$\delta = \begin{cases} \cos^2 \theta, & \text{for } \omega \gg \omega_{ci} \\ 1, & \omega \ll \omega_{ci} \end{cases}$$

Under these conditions, we have the following growth rate for oscillation instability

$$\gamma = \frac{\sqrt{3}}{2} \left( \frac{1}{2} \frac{m_e n_{oi}}{m_i n_{oc}} \frac{1}{\delta} \right)^{1/3} (\bar{k} v_0). \quad (13)$$

In the above sections we have shown that in certain ranges of frequencies, plasma becomes unstable to the excitation of longitudinal waves. Electrons lose energy which goes into wave energy. Cold electrons lose energy to waves faster than hot electrons do. The wave energy may be estimated in the following way:

$$\sum_k n_{oi} \frac{e^2 |\varphi_k|^2}{2T_c} \cong \frac{1}{2} m_e \int v_z^2 [f_c(v_z) - f_M(v_z)] dv_z \cong m_e n_e v_0 v_c \quad (14)$$

where  $\varphi_k$  is the wave potential,  $T_c$  is the cold electron temperature,  $f_c$  is the cold electron distribution function and  $f_M$  is Maxwellian distribution function.

For many years transport phenomena had been investigated in the quasi-linear and weak-turbulence approximations for non-equilibrium plasma state [3,4]. The rising interest in turbulent transport or non-equilibrium plasma transport is caused by the fact that anomalous resistivity leads to anomalous Joule heating. In ref. [4], a turbulence particle collision frequency across magnetic field is given.

$$\nu_{\perp}^i = (\pi / 8mc)^{1/2} \frac{e^2}{T_e^{3/2}} \int dk |\bar{k}_{\perp}|^2 \frac{|\varphi_k|^2}{|\bar{k}_z|}. \quad (15)$$

It was also shown that the product  $\sigma^{\perp} D^{\perp}$  has the same form in both equilibrium and non-equilibrium plasma states, i.e.

$$\sigma^{\perp} D^{\perp} = \frac{T_e n_0 c^2}{B_0^2}$$

where  $\sigma^{\perp}$ ,  $D^{\perp}$  are the turbulent electric conductivity and diffusion coefficients across a magnetic field, respectively. From (13), (14) and (15), we may calculate a turbulent collision frequency ( $\nu_{\perp}^t$ ), for the case when  $k_{\perp} \sim \omega_{ce}/v^h$ , that is

$$\nu_{\perp}^t \equiv (\pi/2)^{1/2} (n_{oe}/n_{oi})(v_e/v_h)\omega_{ce} \quad (17)$$

and hence we may write

$$\sigma_{\perp}^t = e^2 n_{oe}/m_e \nu_{\perp}^t \sim I/B_0 \quad (18)$$

and for the diffusion coefficient,

$$D_{\perp}^t = 16(\pi/2)^{1/2} (n_{oe}/n_{oi})(v_e/v_h)D_B, \quad (19)$$

where  $D_B$  is the Bohm diffusion coefficient, we see from (19) that  $D_{\perp}^t \approx D_B$ . That is to say turbulent diffusion may explain Bohm diffusion if hot electrons are present. Finally, we note that hot electrons are practically always present in tokamak plasma, for example so called run away electrons are observed during the initial phase and throughout the tokamak discharge in most modes of operation, see for example [5].

Institute of Physics,  
Georgian Academy of Sciences

(Received on 15.03.1993)

შენიშვნა

ა. ალაბიადი, ნ. ცინცაძე

ანომალური გადატანითი მოვლენები ცხელი ელექტრონების  
არსებობის დროს  
რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში განხილულია ახალი ტიპის არამდგრადობები, დაკავშირებული ცხელი ელექტრონების არსებობასთან პლაზმაში. ნაჩვენებია მათი გავლენა გადატანით მოვლენებზე. კერძოდ, შეფასებულია დიფუზიის კოეფიციენტი.

ФИЗИКА

А.М.Алабиад, Н.А.Цинцадзе

Явление аномального переноса при наличии горячих  
электронов

Р е з ю м е

В работе рассмотрены неустойчивости нового типа, связанные с наличием горячих электронов в плазме. Показано их влияние на явления переноса. В частности, оценен коэффициент диффузии.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. O.Buneman. Phys Rev. **115**, 1959, 503-517.
2. A.I.Ahiezer, I.A.Ahiezer, R.V.Polovin, A.G.Sitenko, K.N.Stepanov. Collective oscillations of plasmas, Moscow 1964.
3. A.A.Galeev, R.Z.Sagdeev. Rev.Plasma Physics, 1973 1-175.
4. V.Petviashvili, R.Ramazashvili, N. Tsintsadze. Nuclear Fusion 5, 1965, 315.
5. A.Alabyad, A.Almagri, A.Letuchii, E.Mabruk, A.Nagorni. Proc.of 12 th Eur.Conf. on Cont.Fus. and Pl.Phys. vol.2, Budapest 1985, 706.

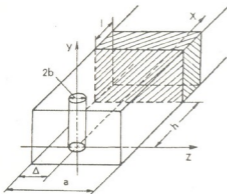
გ. ქვენიშვილი, ი. კეკელიძე, თ. ბელაგა, გ. კეკელია

## სწორკუთხა ტალღამტარში მოთავსებული მეტალური ცილინდრისა და დიელექტრიკული ფენისაგან შემდგარი სისტემის ზოგიერთი ელექტროდინამიკური თვისების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ბუიშვილმა 20.06.1993)

ზმს ნახევარგამტარული ხელსაწყოების განვითარებამ მეცნიერები მიიყვანა ზმს ინტეგრალური მიკროსტრუქტურების მიღებამდე.

ზმს ინტეგრალურ სტრუქტურებს არ გააჩნია ოპტიმიზაციისათვის საჭირო მარეგულირებელი ხელსაწყოები, ამიტომ აუცილებელია ასეთი სტრუქტურების მანქანური მოდელირება და ოპტიმიზაცია [1].



სურ. 1. სწორკუთხა ტალღამტარში მოთავსებული მეტალური ცილინდრისა და დიელექტრიკული ფენისაგან შემდგარი სისტემა.

მათემატიკური ამოხსნა. დავუშვათ, სწორკუთხა ტალღამტარში მოთავსებული დიელექტრიკული ფენისა და მეტალური ცილინდრისაგან შემდგარ სისტემას  $X > 0$  მიმართულებიდან ეცემა ელექტრომაგნიტური ტალღა, რომლის ელექტრული ველის მდგენელიცაა

$$E_z = \sin\left[\frac{\pi}{a}(y + \Delta)\right] e^{ik_x x}, \quad (1)$$

სადაც  $k_x = \sqrt{k_0^2 - (\pi/a)^2}$  ტალღამტარის ტალღური რიცხვია (დროითი დამოკიდებულება  $-e^{-i\omega t}$ , სისტემის გეომეტრიული პარამეტრები გამოსახულია 1 სურათზე).

მოდელირება წარმოადგენს სხვადასხვა აქტიური თუ პასიური კომპონენტების მათემატიკურ ანალიზს. აქტიური კომპონენტების როლში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნახევარგამტარული ხელსაწყოები, ხოლო პასიურისაში კი - ტალღამტარში მოთავსებული სხვადასხვა სახის არაერთგვაროვნებები.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს მეტალური ცილინდრისა და დიელექტრიკული ფენისაგან შემდგარ სისტემაზე ძირითადი ტალღამტარული ტალღის ( $H_{10}$ ) დიფრაქციის ამოცანის განხილვა.

ამოცანის დასმა და მისი

სარკული გამოსახულებების მეთოდის გამოყენებით [2] -ის ანალოგიურად განსახილველი სისტემა ტრანსპონირდება დიფერენციალური ფუნქციისა და უსასრულოდ გრძელი მეტალური ცილინდრებისაგან შედგენილ პერიოდულ მესერში (პერიოდით  $d=2a$ ), ამიტომაც ველები შეიძლება ჩაწერილ იქნეს [3]-ის ანალოგიურად. სასაზღვრო პირობების გამოყენების შედეგად მიიღება ამოცანის ადეკვატური ფუნქციონალურ განტოლებათა სისტემა, რომლის ნახევარშეჭეცვის შემდეგაც მიიღება წრფივ ალგებრულ განტოლებათა უსასრულო სისტემა მულტიპოლური ველის  $X_m$  კოეფიციენტებისათვის.

$$x_n + a_n + \sum_{m=-\infty}^{\infty} x_m \{ Q_{nm} + \sum_{j=1}^D q_{jn} g_{jm} + \sum_{m=[D]+1}^{\infty} P_{jn} t_{jm} \} = 0, \quad (2)$$

სადაც:

$$a_n = i^{-n} \frac{J_n(\alpha)}{H_n^{(2)}(\alpha)} \sin[\sigma - \text{narctg}(\pi/k_1 a) + \gamma_j q_{in}]$$

$$Q_{nm} = i^{-n} \frac{J_n(\alpha)}{H_n^{(2)}(\alpha)} \{ I^{n-m} H_{n+m}^{(2)}(2K_0 \Delta) + Z_{n-m}(K_0 d; 0) - (-1)^n Z_{n+m}(K_0 d; K_0 \Delta) \}$$

$$q_{jn} = i^{-n} \frac{J_n(\alpha)}{H_n^{(2)}(\alpha)} \sin(j\sigma + n\xi_j)$$

$$g_{jm} = \frac{4}{K_j a} i^{-m} \gamma_j \sin(j\sigma - m\xi_j)$$

$$P_{jn} = \frac{1}{i} \frac{J_n(\alpha)}{H_n^{(2)}(\alpha)} \left\{ e^{(j\sigma - n\xi_j)} - (-1)^n e^{-(j\sigma - n\xi_j)} \right\}$$

$$t_{jm} = \frac{\gamma_j}{i K_j a} \{ (-1)^m e^{(j\sigma + n\xi_j)} - e^{-(j\sigma - m\xi_j)} \}$$

$$\gamma_j = - \frac{(h_j^2 - K_j^2) \sin(h_j l) e^{-2iK_j h}}{(K_j^2 + h_j^2) \sin(h_j l) - 2iK_j h_j \cos(h_j l)}$$

$$Z_p(u, v) = i^p \sum_{v=1}^{\infty} H_p^{(2)}(\nu u + \nu) + i^{-p} \sum_{v=1}^{\infty} H_p^{(2)}(\nu u - \nu)$$

$$\alpha = K_0 b; \quad \sigma = \frac{\pi \Delta}{a}; \quad \xi_j = \arctg(\pi_j / K_j a); \quad \varepsilon_2 = \varepsilon' / \varepsilon_0$$

$$\xi_j' = \text{Arth}(K_j' a / \pi_j); \quad K_j = \sqrt{K_0^2 - \left(\frac{\pi_j}{a}\right)^2}; \quad K_j' = \sqrt{\left(\frac{\pi_j}{a}\right)^2 - K_0^2};$$

დანარჩენი კოეფიციენტები გამოისახება  $X_m$ -ების საშუალებით.

$$A_p = \begin{cases} \frac{4}{K_p a} \sum_{m=-\infty}^{\infty} i^{-m} \sin(P\sigma - m\xi_p) X_m; & P < D \\ \frac{2}{i K_p'} \sum_{m=-\infty}^{\infty} \{ e^{(iP\sigma - m\xi_p')} - (-1)^m e^{-(iP\sigma - m\xi_p')} \} X_m; & P > D \end{cases} \quad (3.ა.)$$

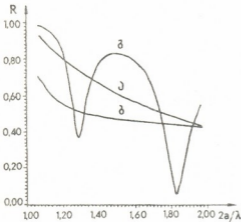
$$E_p = \begin{cases} \frac{4}{K_p a} \sum_{m=-\infty}^{\infty} j^{-m} \sin(P\sigma - m\xi_p) X_m; P < D \\ \frac{2}{iK_p'} \sum_{m=-\infty}^{\infty} \{e^{(iP\sigma - m\xi_p')} - e^{-(iP\sigma + m\xi_p')} \} X_m; P > D \end{cases} \quad (3.3)$$

$$B_n = N_n E_n^*; F_n = \gamma_n E_n^*; C_n = \frac{h_n + K_n}{2h_n} N_n e^{ih_n l} E_n^*;$$

$$Dn = \frac{h_n - K_n}{2h_n} N_n e^{-ih_n l} E_n^*; E_n = \delta_{n_0} + E_n$$

$$N_n = \frac{e^{-iK_n h}}{\cos(h_n l) + i/2(K_n/h_n + h_n/K_n) \sin(h_n l)}$$

(2) სისტემა არის ფრედჰოლმის მე-2 გვარისა, ამიტომ მისი ამოხსნა შეიძლება მოხდეს რედუქციის მეთოდით.



სურ. 2. არეკვლის კოეფიციენტის სიხშირულ პარამეტრზე დამოკიდებულების გრაფიკი, შემდეგი პარამეტრებისათვის:  $\Delta/a=0,5$ ;  $h/a=0,01$ ;  $h/a=1,2$ ;  $1/a=0,2$ ;  $\epsilon_g=2,1$ .  
 (ა) - მხოლოდ მეტალური ცილინდრისათვის  
 (ბ) - მხოლოდ დიელექტრიკული ფენისათვის  
 (გ) - მთლიანად სისტემისათვის

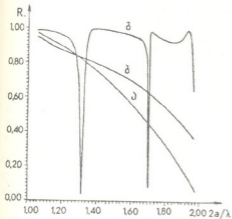
მთლიანად იქნება განპირობებული მეტალური ცილინდრის თვისებებით.

მეტალური ცილინდრის მცირე ელემენტული რადიუსისა და ტალღაგამტარის ცენტრიდან მისი საგრძნობი გადახრის შემთხვევაში  $x > h$  არეში ერთმანეთთან ურთიერთქმედებს ცილინდრიდან და დიელექტრიკული ფენიდან არეკვლილი ველები, რომელთა ფაზათა შორის სხვაობა იცვლება სიხშირის ცვლილებასთან ერთად, ამიტომ ამ არეში ხდება ველის ხან გაძლიერება, ხან შესუსტება, რაც განპირობებს

სისტემის ფიზიკური თვისებები. გამოთვლები გაკეთებულია პერსონალურ ეგზ IBM-AT 286/87-ზე, აგებულია არეკვლის კოეფიციენტის სხვადასხვა პარამეტრზე დამოკიდებულების გრაფიკები.

ცალკე აღებულ მეტალური ცილინდრის გამტარებლობის რეაქტიულ ნაწილს აქვს ინდუქტიური ხასიათი, რაც გამოწვეულია მის უშუალო სიახლოვეს არაგავრცელებადი  $H_{m0}$  ტალღების რეაქტიული ველის აღძვრით, რომელთათვისაც მაგნიტური ველის ენერგია მეტია ელემენტული ველის ენერგიაზე [4], ეს გავლენა მით უფრო მეტია, რაც მეტია ცილინდრის ელემენტული რადიუსი და რაც უფრო ახლოა იგი ტალღაგამტარის ცენტრთან. ამის გამო დიდი ზომის ცილინდრები პრაქტიკულად მთლიანად არეკვლავენ დაცემულ ენერგიას და განსაზღვრულ სისტემის თვისებებიც

არეკლის კოეფიციენტის სიხშირულ პარამეტრზე დამოკიდებულების რეზონანსურ ხასიათს. ასეთ შემთხვევაში ინფორმაცია სისტემის გამტარებლობასა და დიფრაქციული თვისებების შესახებ შეიძლება მოგვეცეს მხოლოდ რიცხვითმა ანალიზმა.



სურ. 3. არეკლის კოეფიციენტის სიხშირულ პარამეტრზე დამოკიდებულების გრაფიკი, შემდეგი პარამეტრებისათვის:  $\Delta/a=0.25$ ;  $b/a=0.1$ ;  $h/a=1.2$   $1/a=0.2$ ;  $\epsilon_p=5.4$ .  
 (ა) - მხოლოდ მეტალური ცილინდრისათვის  
 (ბ) - მხოლოდ დიელექტრიკული ფენისათვის  
 (გ) - მთლიანად სისტემისათვის.

2,3. სურ. -ზე მოცემულია არეკლის კოეფიციენტის (R) ფარდობით პერიოდზე ( $2a/\lambda$  - სიხშირული პარამეტრი) დამოკიდებულების გრაფიკები მხოლოდ მეტალური ცილინდრისათვის (ა), მხოლოდ დიელექტრიკული ფენისათვის (ბ) და მთლიანად სისტემისათვის (გ).

ცნობილია, რომ არაერთგვაროვნების გამტარებლობის რეაქტიული ნაწილის ხასიათი განაპირობებს სისტემის თვისებას დააგროვოს ენერგია: თუ გამტარებლობის რეაქტიული ნაწილი ატარებს ინდუქტიურ ხასიათს, მაშინ სისტემა უპირატესად აგროვებს მაგნიტურ ენერგიას, ხოლო ტევადობითი შემთხვევაში - ელექტრულს.

2,3 სურათებიდან ჩანს, რომ განსახილველი სისტემის არეკლის კოეფიციენტის ფარდობით პერიოდზე დამოკიდებულების გრაფიკებს გარკვეულ პირობებში აქვთ დაღმა-

ვალი შტოები (რაც შეესაბამება გამტარებლობის რეაქტიული ნაწილის ინდუქტიურ ხასიათს), ხოლო ზოგ შემთხვევაში - აღმაველი (ტევადობითი). აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ განსახილველ სტრუქტურაში სიხშირული პარამეტრის ცვლილების მიხედვით ხდება ელექტრული და მაგნიტური ველის ბალანსის რხევა და გამტარებლობის რეაქტიული ნაწილის ხასიათის ცვლილება.

როგორც წარმოდგენილი გრაფიკებიდან ჩანს, გრძელტალღოვან დიაპაზონში ( $2a/\lambda - 1 \ll 1$ ) სისტემა მთლიანად აირეკლავს მასზე დაცემულ ენერგიას. ეს განპირობებულია ამ დიაპაზონში მეტალური ცილინდრის ამრეკლი თვისებებით [5].

შემოვიტანოთ ე.წ. ანომალური რეზონანსის ცნება. მოვლენას, როდესაც სიხშირული პარამეტრის მცირე ცვლილება იწვევს ლოკალური ექსტრემუმების მონაცვლეობას, ანომალური რეზონანსი ვუწოდოთ, ხოლო სხვაობას ექსტრემუმების შესაბამის სიხშირეებს შორის - რეზონანსის სიგანე.

3 სურათზე მოცემული გრაფიკის მიხედვით გვაქვს 2 ანომალური რეზონანსი. ამასთან, მეორე რეზონანსის სიგანე ნაკლებია პირველისაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ 3 სურათზე გამოსახული შემთხვევის შესაბამისი პარამეტრებით აწყობილი სისტემა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ზმს ფილტრი.

Г.Ш.Кеванишвили, И.А.Киквадзе, Т.Н.Бжалава, Г.В.Кекелия  
 О некоторых электродинамических свойствах  
 системы из металлического цилиндра и  
 диэлектрического слоя, расположенных в  
 прямоугольном волноводе

Резюме

Рассмотрено строгое решение задачи дифракции основной волны прямоугольного волновода ( $H_{10}$ ) на системе из диэлектрического слоя и металлического цилиндра. Получены графики зависимости модуля коэффициента отражения от частотного параметра. Проанализированы некоторые электродинамические свойства рассматриваемой системы.

PHYSICS

G. Kevanishvili, I. Kikvadze, T. Bzhalava, G. Kekelia

On Certain Electrodynamic Properties of a System of Metallic  
 Cylinder and Dielectric Layer in the Rectangular Waveguide

Summary

The rigorous solution of the problem of diffraction of a waveguide fundamental wave ( $H$ ) on the metallic cylinder and dielectric layer system is presented. The curves of reflection coefficient modulus as a function of the frequency parameter have been obtained. The certain electrodynamic properties of the considered system is analysed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.Гунга, Р.Гардж, Р.Чадха*. Машинное проектирование СВЧ устройств. М., 1987.
2. *Ф.Г.Богданов, Г.Ш.Кеванишвили, Г.В.Кекелия*. Сообщения АН ГССР, **130**, 3, 1988, 537.
3. *Ф.Г.Богданов, Г.Ш.Кеванишвили, Р.Г.Кеванишвили, Г.В.Кекелия, Э.В.Медзмаришвили*. Тез. докл. IX Всесоюз симпозиума по дифракции и распространению волн. т. 2, Телави, 1985, 201.
4. *Ф.Г.Богданов*. Автореф. докт. дисс. Тбилиси, 1991.
5. *Г.В.Кекелия*. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1989.

УДК 550.831(479.22)

ГЕОФИЗИКА

В.Г.Абашидзе, И.Г.Вовк, Н.Н.Гугутишвили, И.А.Мелкадзе, Г.А.Ниаური,  
Т.А.Цагурия

## Результаты повторных гравиметрических измерений в районе Ингурской ГЭС

(Представлено академиком Б.К. Балавадзе 22.06.1993)

С целью изучения геодинамических процессов в районе Ингурского гидротехнического сооружения проводится комплекс сейсмологических, наклономерно-деформографических, сейсмических и других видов геофизических наблюдений.

Для получения дополнительных сведений о динамике деформационных процессов в районе водохранилища Ингурской ГЭС в 1976 году был создан гравиметрический полигон. Этот полигон представляет собой профиль, проложенный от побережья Черного моря (с. Анаклиа) через левый берег водохранилища до с. Хаиши, протяженностью 110 км (рис.1). На профиле выбрано 10 гравиметрических пунктов (ГП), в которых заложены бетонные постаменты размером  $0,8 \times 0,8 \text{ м}^2$  при глубине заложения 0,5 - 1,0 м в зависимости от грунтовых условий. Для удобства наблюдений постаменты возвышаются от дневной поверхности на 20 - 25 см.

Первые наблюдения по измерению ускорения силы тяжести были проведены в сентябре 1976 года семью гравиметрами ГАГ-2, которые транспортировались на микроавтобусе типа РАФ. Наблюдения выполнялись по методу „двойной петли“, причем разность силы тяжести  $\Delta g$  определялась как между соседними пунктами, так и с исходным пунктом, находящимся в пос. Джвари.

В 1978 году началось заполнение Ингурского водохранилища, и после стабилизации его уровня были выполнены повторные гравиметрические измерения [1]. Следующие наблюдения были проведены в 1980 и 1987 годах. В результате получено четыре ряда значений измеренных приращений ускорения силы тяжести относительно исходного пункта в пос. Джвари (табл.1).

При повторных определениях ускорения силы тяжести уровень воды в водохранилище был в 1978 году  $H = 410 \text{ м}$ , и объем составил  $V = 255 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , в 1980 году  $H = 420 \text{ м}$  и  $V = 310 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , а в 1987 году  $H = 498 \text{ м}$  и  $V = 953 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ . При этом следует помнить, что абсолютная высота основания плотины равна 240 м, а проектная высота уровня воды в водохранилище 510 м, при которой объем воды составляет  $V = 1,1 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ .

В повторных измерениях при той же методике наблюдения наряду с гравиметрами ГАГ-2 были использованы гравиметры ГНУ-КС и ГНУ-К2.



Чтобы судить о деформационных процессах в земной коре, следует оценить и исключить из наблюдений влияние массы водохранилища. Эта оценка была выполнена в Новосибирском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии по методике, изложенной в работе [2]. Результаты оценки приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

		Джвари ГП-1	Джвари ГП-2	Джвари ГП-3	Джвари ГП-4	Джвари ГП-5	Джвари ГП-6
1976	измеренные значения $\Delta g$ в мГал.	-78,941 $\pm 0,065$	-54,512 $\pm 0,057$	-53,305 $\pm 0,056$	-49,433 $\pm 0,055$	-56,684 $\pm 0,056$	-70,635 $\pm 0,065$
	исправленные значения $\Delta g$ в мГал.	-78,991 $\pm 0,063$	-54,442 $\pm 0,064$	-53,365 $\pm 0,062$	-49,542 $\pm 0,062$	-56,762 $\pm 0,062$	-70,672 $\pm 0,063$
1978	поправки за влияние водохранилища $\delta g$ в мГал.	0,045	0,053	0,006	0,002	-0,002	-0,003
	исправленные значения $\Delta g$ в мГал.	-79,036	-54,495	-53,371	-49,544	-56,760	-70,669
1980	измеренные значения $\Delta g$ в мГал.	-78,965 $\pm 0,044$	-54,424 $\pm 0,015$	-53,269 $\pm 0,051$	-49,525 $\pm 0,058$	-56,795 $\pm 0,066$	-70,698 $\pm 0,073$
	поправки за влияние водохранилища $\delta g$ в мГал.	0,053	0,067	0,010	0,001	-0,001	-0,002
	исправленные значения $\Delta g$ в мГал.	-79,018	-54,491	-53,279	-49,526	-56,794	-70,696
1987	измеренные значения $\Delta g$ в мГал.	-79,195 $\pm 0,038$	-53,991 $\pm 0,019$	-63,010 $\pm 0,044$	-49,556 $\pm 0,022$	-56,898 $\pm 0,003$	-70,983 $\pm 0,055$
	поправки за влияние водохранилища $\delta g$ в мГал.	0,132	0,296	0,304	0,088	-0,004	-0,004
	исправленные значения $\Delta g$ в мГал.	-79,327	-54,287	-53,314	-49,644	-56,894	-70,979

На основе этих данных составлено шесть рядов междуцикловых вариаций ускорения силы тяжести, уторые приведены в табл.2.

Анализируя полученные результаты, можно прийти к заключению,



Рис.1. Ингурский гравиметрический полигон

что при повторных определениях во всех циклах преобладает уменьшение поля силы тяжести за исключением пункта 2, который находится в районе Ингиришского разлома. Разница с исходным значением наблюдаемого поля становится значительной с увеличением уровня и объема воды в водохранилище. Так, например, наблюдаемые изменения ускорения силы тяжести за 1978 и 1980 годы относительно к 1976 году лежат в пределах точности их определения, тогда как наблюдаемые изменения за 1987 год в значительной степени выходят за пределы ошибок их определения.

Аномальное отклонение кривой  $\delta g_{1987-1976}$  относительно нулевого цикла (1976), возможно, связано с изменением деформационных процессов в земной коре при наполнении водохранилища, а также и с

неучтенным влиянием грунтовых вод, которое может достигать значительных величин [3]. К сожалению, отсутствие пьезометрических скважин по трассе полигона пока не дает возможности контролировать изменение уровня грунтовых вод.

Таблица 2

Связи Годы	Джвари ГП-1	Джвари ГП-2	Джвари ГП-3	Джвари ГП-4	Джвари ГП-5	Джвари ГП-6
$\Delta g$ (1978-1976)	-0,095 $\pm 0,091$	0,017 $\pm 0,086$	-0,066 $\pm 0,084$	-0,111 $\pm 0,083$	-0,076 $\pm 0,084$	-0,034 $\pm 0,091$
$\Delta g$ (1980-1976)	-0,077 $\pm 0,078$	0,021 $\pm 0,059$	0,026 $\pm 0,076$	-0,093 $\pm 0,080$	-0,110 $\pm 0,087$	-0,061 $\pm 0,098$
$\Delta g$ (1987-1976)	-0,386 $\pm 0,075$	0,225 $\pm 0,060$	-0,009 $\pm 0,071$	-0,211 $\pm 0,059$	-0,210 $\pm 0,056$	-0,344 $\pm 0,085$
$\Delta g$ (1980-1978)	0,018 $\pm 0,077$	0,004 $\pm 0,066$	0,092 $\pm 0,080$	0,018 $\pm 0,085$	-0,034 $\pm 0,091$	-0,027 $\pm 0,096$
$\Delta g$ (1987-1978)	-0,309 $\pm 0,058$	0,208 $\pm 0,067$	0,057 $\pm 0,076$	-0,100 $\pm 0,066$	-0,134 $\pm 0,062$	-0,310 $\pm 0,084$
$\Delta g$ (1987-1980)	-0,095 $\pm 0,091$	0,204 $\pm 0,024$	-0,035 $\pm 0,067$	-0,108 $\pm 0,062$	-0,100 $\pm 0,066$	-0,283 $\pm 0,091$

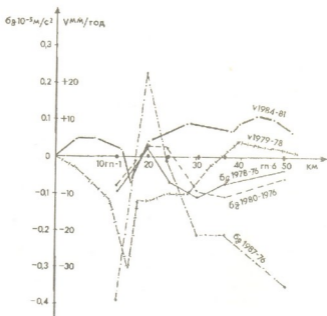


Рис.2. Сопоставление повторных гравиметрических данных и скоростей вертикальных движений земной коры в районе водохранилища Ингурской ГЭС



Результаты гравиметрических определений были сопоставлены с результатами повторного геодезического нивелирования (рис.2). При их сопоставлении явно видна качественная корреляция между ними: там, где скорости вертикальных движений положительны, наблюдаемое поле силы тяжести отрицательно и наоборот. Что касается различия пиков изменения поля силы тяжести и вертикальных движений между пунктами ГП-1 и ГП-2, то их можно объяснить несовпадением гравиметрических и нивелирных пунктов.

В заключение отметим, что последующие повторные определения ускорения силы тяжести при максимальных уровнях воды в водохранилище и совместный их анализ с другими данными внесут ясность в полученные результаты.

Академия Наук Грузии  
Институт геофизики

Новосибирский институт инженеров геодезии,  
аэрофотосъемки и картографии

(Поступило 24.06.1993)

გეოფიზიკა

ვ. აბაშიძე, ი. ვოვკი, ნ. გუგუტიშვილი, ი. მელქაძე, გ. ნიაური, თ. ცაგურია  
ენგურჰესის რაიონში განმეორებითი გრავიმეტრიული  
გაზომვების შედეგები  
რ ე ზ ი უ მ ე

ენგურჰესის ტერიტორიაზე შექმნილია გრავიმეტრიული პოლიგონი, სადაც წყალსაცავის ავსებამდე და მის შემდეგ რამდენჯერმე ჩატარდა სიმძიმის ძალის განმეორებითი გაზომვები. შრომაში გაანალიზებულია მიღებული შედეგები გეოდეზიური ნიველობის მასალასთან ერთად.

GEOPHYSICS

V. Abashidze, J. Vovk, N. Gugutishvili, J. Melkadze, G. Niauri, T. Tsaguria

## The Results of Recurrent Gravimetric Measurements in the Enguri HES Area

Summary

A gravimetric proving ground has been set up at the territory of the Enguri HES, where before and after the reservoir filling gravity recurrent measurements were carried out several times. The paper gives an analysis of the obtained results and the data on geodetic levelling.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Б.К. Балавадзе, В.Г. Абашидзе, И.М. Блуашвили, Г.А. Ниаури.* В кн.: Повторные гравиметрические наблюдения. Вопросы теории и результаты М., изд. ВНИИГеофизики (ротанпринт). 1980, 66-71.
2. *И.Г.Вовк.* Вариации гравитационного поля при изменении уровня водохранилища. Геодезия и картография. М., 9, 1982, 12-15.
3. *Б.В. Вихарев.* В кн.: Повторные гравиметрические наблюдения. М., изд. ВНИИГеофизики (ротанпринт), 1976, 5-23.



УДК 628.322

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Яхья Махлуль Аль-Зиннар, А.П.Масхарашвили, Н.А.Куцава, Т.А.Гвахария,  
 В.Д.Эристави

Изучение природного сорбента месторождений  
 Сирии

(Представлено академиком Т.Г.Андроникашвили 20.06.1993)

В последние годы для очистки металлсодержащих сточных вод, наряду с ионообменными смолами, успешно применяют в качестве сорбентов природные алюмосиликатные материалы - клиноптилолиты, диатомиты, филиппситы, ламантиты и т.д. [1].

Нами, с целью установления сорбционных свойств природного алюмосиликата Сирии, изучалась сорбция переходных элементов - никеля, кобальта, меди, хрома, цинка и железа - на алюмосиликате месторождения Талхажар.

Исследования проводились в динамических условиях путем фильтрации металлсодержащего раствора (с концентрацией 0,1 г/л по одному из вышеперечисленных металлов) через сорбционные колонки (диаметр колонки - 1,6 см, высота слоя сорбента - 10 см), заполненные изучаемым алюмосиликатом, отбора фракции по 10 мм, в каждой из которых определялось наличие элемента. Фильтрацию продолжали до проскока - появления в фильтрате изучаемого элемента.

Для количественной оценки эксперимента по результатам исследований были рассчитаны величины динамических сорбционных емкостей (ДСЕ) [2], которые приведены в таблице 1.

Для сравнительной оценки эффективности использования изучаемого алюмосиликата в качестве сорбента в таблице 1 приведены также данные по изучению сорбционного извлечения металлов на клиноптилолите месторождения Хекордзула, которые были получены нами ранее [3].

Таблица 1  
 Динамические объемные емкости сорбентов

Сорбент	Металл				
	Ni	Co	Zn	Cu	Fe
Алюмосиликат месторождения Талхажар	1,4	2,8	2,2	2,4	3,0
Клиноптилолит месторождения Хекордзула	1,6	3,2	2,4	1,4	2,6



Как видно из данных, приведенных в таблице, изучаемый алюмосиликат можно считать перспективным для использования в качестве сорбента при очистке металлосодержащих сточных вод.

В связи с этим, на следующем этапе работы ставилась задача изучения полного химического состава алюмосиликата и его структуры.

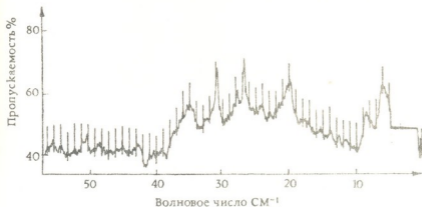


Рис. ИК-спектры поглощения алюмосиликата месторождения Талхажар (Сирия)

Для установления химического состава образец минерала весом в 1 г переводили в раствор кислотной обработкой, после чего анализировали его методом атомной абсорбции [4].

Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оксиды	Процентное содержание
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,2%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,4 %
SiO <sub>2</sub>	46,6 %
H <sub>2</sub> O	12,8 %
CaO	5,8 %
MgO	6,7 %
CO <sub>2</sub>	6,2 %
Na <sub>2</sub> O	0,13 %
TiO <sub>2</sub>	0,16 %

С целью установления структуры минерала проводили ИК-спектральные и рентгенографические исследования. ИК-спектральный анализ осуществлялся по методике, описанной в [5]. Исследования проводили на спектрометре UR-2 (прессованные таблетки, 2 мг образца + 50 мг KBr). Рентгенографические исследования [6] были проведены на дифрактометре УРС-50НМ (излучение Cu; скорость съемки – 1°/мин; напряжение – 45 кв; сила тока – 7 мА). Результаты ИК-спектрального анализа приведены на рис.

По характерным полосам поглощения 430, 475, 525, 780, 805, 920, 1040, 1640, 3440, 3620 см<sup>-1</sup> образец является минералом монтмориллонит - гидрослюдистого типа.

Рентгенографические исследования позволили уточнить, что образец является смешаннослоистым монтмориллонитом - гидрослюдистым образованием со структурой 1 Md.



იაზია მახლულ ალ-ზინარი, ლ.მასხარაშვილი, ნ.კუციავა, თ.გვახარია, ვ.ერისთავი

## სირიის საბადოს ბუნებრივი სორბენტის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია ტალხაჯარის საბადოს (სირია) ალუმოსილიკატის სორბენტად გამოყენების შესაძლებლობა მეტალშემცველ ჯამდინარე წყლების გასაწმენდად და, აგრეთვე, მისი ქიმიური შემადგენლობა და სტრუქტურა.

რენტგენოგრაფიული და ინფრაწითელი სპექტრული გამოკვლევის გამოყენებით დადგენილია, რომ მინერალი-შერეულფენოვანი ჰიდროქსიდოვანი მონტმორილონიტია 1Md სტრუქტურით. ნაჩვენებია მისი სორბენტად გამოყენების პერსპექტიულობა.

## ANALYTICAL CHEMISTRY

Yakhya Makhul Al-Zinnar, L.Maskharashvili, N.Kutsiava, T.Gvakharia, V.Eristavi

## Study of Natural Sorbent from the Deposit of Syria

S u m m a r y

The possibility of using the alumosilicate of the Talkhajara's deposit (Syria) as sorbent for purifying metallic sewage water as well as its chemical composition and structure have been studied.

With the help of roentgenographic and infra-red spectral analysis it is determined that the mineral is mixed-layer hydromicaceous montmorilonit 1Md by its structure. The perspective of its application as sorbent is shown.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Геология. Физико-химические свойства и применение цеолитов. Тбилиси, 1985.
2. *К.М.Сададзе, А.В.Пашков, В.С.Титов.* Ионобменные высокомолекулярные соединения. М., 1960.
3. *В.Д.Эристავи, Д.Э.Гугешидзе, Л.П.Масхарашвили.* Тезисы докладов XIII республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава ГПИ им.В.И.Ленина и работников производства. Тбилиси, 1981.
4. *В.Славин.* Атомно-абсорбционная спектроскопия. Л., 1971.



№3 547.912.665.662

ორბანული ძივია

კ.კვიციანი, ე.ბენაშვილი, შ.საბელაშვილი, თ.გურელიძე

**რეაქტიული საწვავის დემერკაპტანიზაცია  
 ბუნებრივი ალუმინსილიკატების გამოყენებით**  
 (წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ.ჩიქვამ 15.03.1992)

ნავთობში შემავალი ჰეტეროატომური ნაერთები - გოგირდის, ქანგბადის და აზოტის შემცველი ორგანული ნაერთების სახით მკვეთრად აუარესებენ ნავთობპროდუქტების ხარისხს - მის ძირითად ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს.

გოგირდორგანული ნაერთებიდან მერკაპტანები წარმოადგენენ აგრეთვე კოროზიულად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებიც ძირითადად რეაქტიული საწვავის დისტილატებში კონცენტრირდებიან. ამის გამო მათი რაოდენობა სახელმწიფო სტანდარტის (10227-86) მიხედვით რეაქტიულ საწვავში - TC-1 არ უნდა აღემატებოდეს 0,005%-ს. ნავთობგადამამუშავებელ მრეწველობაში არსებულ გოგირდორგანული ნაერთების გამოყოფის ქიმიურ და ჰიდროკატალიზურ მეთოდებთან შედარებით დიდი უპირატესობა აქვს მათ გამოყოფას ადსორბციული მეთოდებით.

ბუნებრივი ცეოლითების - კლინოპტილოლიტ - და შორდენიტშემცველი ტუფების, ანალიმიანი ქვიშა-ქვების და მათი მჟავათი და კათიონებით მოდიფიცირებული ფორმების ადსორბციული ეფექტურობა ნავთობპროდუქტებიდან ჰეტეროატომური ნაერთების გამოყოფის პროცესში პირველად დადგენილი იყო ე.ბენაშვილის მიერ თანამშრომლებთან ერთად [1-9]. ბუნებრივი ცეოლითები და მათი მჟავათი მოდიფიცირებული ფორმები წარმოადგენენ, კერძოდ, ნავთობის გოგირდორგანული ნაერთების ეფექტურ ადსორბენტებს და წარმატებით გამოიყენებიან სხვადასხვა სახის ნავთობპროდუქტების განგოგირდების პროცესში.

ბუნებრივი ცეოლითებით ნავთობპროდუქტებისაგან ჰეტეროატომების გამოყოფის პროცესი საფუძვლად დაედო ეკოლოგიურად სუფთა უნარჩენო ტექნოლოგიის დამუშავებას, რომელიც საშუალებას იძლევა ადსორბციული გაწმენდის შედეგად მიღებულ იქნეს მაღალხარისხოვანი თხევადი საწვავი, დესორბციის საშუალებით გამოიყოს სხვადასხვა ფუნქციონალური ჯგუფების შემცველი გოგირდორგანული ნაერთები უცვლელი სახით, ნაფტენური მჟავები და სხვა ქანგბადშემცველი ნაერთები, რომლებიც სახალხო მეურნეობის რიგი დარგებისათვის ქიმიურ ნედლეულს წარმოადგენენ, ხოლო მრავალციკლური მუშაობის შემდეგ ნამუშევარი ადსორბენტი რეგენერაციის გარეშე გამოყენებულ იქნეს როგორც შემავსებელი, რკინა-ბეტონის წარმოებაში.

ზემოაღნიშნული შრომებისაგან განსხვავებით წარმოდგენილ სტატიაში ბუნებრივი ცეოლითებთან ერთად ადსორბენტებად გამოყენებულია აგრეთვე ბუნებრივი მონტორილონიტური თიხა-თეთრი გუმბრინი (ГМБ) და კიევ-ჩერკასკის საბადოს პალიგორსკიტი (ПАЛ). ეს უკანასკნელი შეიცავს 95 % პალიგორსკიტს და 5 % კვარცს, ხოლო თეთრი გუმბრინი მინარეგების სახით  $\alpha$ -კრისტობალიტს, კვარცს, ქარსს, მინდვრის შპატს და სხვა. ბუნებრივი ცეოლითებიდან დემერკაპტანიზაციისათვის





გამოვიყენეთ ხეკორძულას საბადოს კლინობტილოლიტი (KAX) და კლინობტილოლიტი (KAT) და ქუთაის-გელათის საბადოს ანალიზი (AH). რენტგენოგრაფიული მონაცემების მიხედვით KAX შეიცავს კლინობტილოლიტის კრისტალურ ფაზას 80-85 %, ხოლო მინარეგების სახით კვარცს, კალციტს, მცირე რაოდენობით მონტმორილონიტს და სხვა, ხოლო KAT - კრისტალურ ფაზას 80 %-ის რაოდენობით და მინარეგების სახით ძირითადად კალციტს და მონტმორილონიტს. ანალიზშიან ქვიშა-ქვებში - AH ანალიზის შემცველობა აღწევს 70-80%-ს. მინარეგის სახით იგი შეიცავს კვარცს, მინდვრის შპატს, ქარსს, ლიმონიტსა და ნახშიროვან ნივთიერებებს. ზემოაღნიშნული ადსორბენტების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1  
ადსორბენტების ქიმიური ანალიზის შედეგები

№	ადსორბენტის დასახელება	ოქსიდი (წონითი %)							
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1	კლინობტილოლიტი (თეძაში)	74,90	12,70	1,40	--	3,02	1,38	5,40	1,20
2	კლინობტილოლიტი (ხეკორძულა-ძეგვი)	72,89	13,92	1,39	--	3,22	1,94	5,36	1,20
3	ანალიზი (ქუთაისი-გელათი)	55,76	22,00	6,42	1,54	1,33	0,81	10,03	1,70
4	პალიგორსკიტი	53,30	11,60	5,47	0,27	0,70	6,00	1,40	--
5	გუმბრინი	58,40	13,50	4,32	0,60	3,36	2,44	4,10	0,60

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის რეაქტიული საწვავის - TC-1 დისტილატი, რომელიც შეიცავს მერკაპტანებს 0,011 % რაოდენობით. დემერკაპტანიზაციის პროცესი ტარდებოდა 20 და 100°C ტემპერატურაზე დინამიურ პირობებში, მოცულობითი სიჩქარით 0,4 სთ<sup>-1</sup>, წონითი შეფარდება ნედლეული: ადსორბენტი = 1:1. ადსორბენტების მარცვლების ზომა ტოლი იყო 0,25 - 0,5 მმ. ცეოლითური ადსორბენტები წინასწარ ხურდებოდა 350°-ზე, ხოლო თიხები - 200°-ზე, დესორბცია წარმოებდა წყლით და შემდგომი გაშრობა ადსორბენტისა - გახურებით 300-350°-მდე. მერკაპტანების შემცველობა რაფინატებში - ადსორბციული გაწმენდის შემდეგ ისაზღვრებოდა პოტენციომეტრიული ტიტრაციის მეთოდით სახელმწიფო სტანდარტის 17323-71 მიხედვით.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია რეაქტიული საწვავის ადსორბციული დემერკაპტანიზაციის შედეგები. როგორც აღნიშნული მონაცემებიდან ჩანს, ბუნებრივ ცეოლითებს (KAT და KAX) როგორც 20, ისე 100°-ზე ახასიათებთ რეაქტიული საწვავის მაღალი დემერკაპტანიზაციის უნარი (92,1 - 98,0 %); შედარებით დაბალია ანალიზის ადსორბციის მაჩვენებელი 20°-ზე (85,9 %), ხოლო 100°-ზე 96,1 %-მდე იზრდება.

რეაქტიული საწვავის აღსორბციული დემერკაპტანიზაციის შედეგები

N	აღსორბენტის დასახელება	აღსორბენტის აღნიშვნა	ტემპერატურა (°C)	მერკაპტანის შემცველობა (წონითი %)	დემერკაპტანიზაციის ხარისხი %.
1	კლინოპტილოლიტი (თეძამი)	КЛТ	20 100	0,00030 0,00022	97,3 98,0
2	კლინოპტილოლიტი (ხეკორძულა-ძეგვი)	КЛХ	20 100	0,00087 0,00029	92,1 97,4
3	ანალიციმი (ჭუთისი-გელათი)	Ан	20 100	0,00155 0,00043	85,9 96,1
4	პალიგორსკიტი	Пал	20 100	0,00019 0,00032	98,3 97,1
5	გუმბრინი	Гмб	20 100	0,00118 0,00310	89,3 71,8

თიხებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია პალიგორსკიტი, რომელიც რეაქტიული საწვავის დემერკაპტანიზაციას მაღალი ხარისხით ახდენს როგორც 20, ისე 100°-ზე შესაბამისად 98,3 და 97,1 %-ით. თეთრი გუმბრინის აღსორბციის უნარი კი შედარებით დაბალია 100°-ზე (71,8%), ხოლო 20°-ზე მნიშვნელოვნად იზრდება 89,3 %-მდე. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ყველა აღსორბენტის შემთხვევაში ზემოაღნიშნულ პირობებში მიღებულია TC-1-ის უფრო დიდი ხარისხით დემერკაპტანიზაცია, ვიდრე ეს გათვალისწინებულია სახელმწიფო სტანდარტით (მერკაპტანების შემცველობა 0,005 %). მიღებული შედეგები იძლევა შესაძლებლობას გაიზარდოს ნედლეულის (TC-1 დისტრილატი) აღსორბენტთან შეფარდების ხარისხი, რაც გაზრდის იმავე პირობებში სტანდარტული რეაქტიული საწვავის გამოსავალს და აღსორბენტის მუშაობის ხანგრძლივობას. ეს შესაძლებლობა კი მნიშვნელოვანია როგორც ეკონომიკური, ისე ტექნოლოგიური თვალსაზრისით.

საქართველოს მეცნიერებათა

აკადემია

პ.მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და  
ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ა.თვალკერელიძის სახ.

კავკასიის მინერალური ნედლეულის  
ინსტიტუტი

(შემოვიღა 18.03.1992)

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К.Е.Квитаишвили, Е.М.Бенашвили, Ш.Д.Сабелашвили, Т.Р.Гуриелидзе

## Демеркаптаннизация реактивных топлив с применением природных алюмосиликатов

### Резюме

Исследована адсорбционная демеркаптаннизация реактивного топлива ТС-1 с применением природных клиноптилолитов месторождения Дзегви и Хекордзула, анализимовых песчаников месторождения Кутаиси-Гелати, белая разновидность гумбрина и



пальгорскит Киево-Черкасского месторождения. Демеркаптанизация проводилась при 20 и 100°C в проточной установке с объемной скоростью 0,4 час<sup>-1</sup>, при соотношении сырье:адсорбент = 1:1. Установлена высокая степень демеркаптанизации при 20 и 100°C соответственно на клиноптилолите Тедзами, равная 97,3 и 98,0%, пальгорските 98,3 и 97,1%, а на гумбрине 89,3 и 71,8%.

## ORGANIC CHEMISTRY

K.Kvitaishvili, E.Benashvili, Sh.Sabelashvili, T.Gurielidze

## Demercaptanization of Jet Fuel Using Natural Alumino Silicates

## Summary

Adsorption demercaptanisation of jet fuel TC-1 using natural clinoptilolites of Dsegi and Khekordzula deposits, analcime sandstones of Kutaisi-Gelati deposit, white variety of gumbrine and paligorskite of Kiev-Cherkasc deposit were studied. Demercaptanization was carried out at 20 and 100°C in the flowing system with volume velocity 0.4h<sup>-1</sup>, at the ratio of the basic material-adsorbent 1:1. High rate of demercaptanization is shown to occur at 20 and 100°C equaling to respectively 97.3 and 98.0 % (clinoptilolite), 98.3 and 97.1% (paligorskite), and 89.3 and 71.8 % (gumbrine).

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.М.Бенашвили, Т.Н.Чарквиани*. Сообщения АН ГССР, **88**, 3, 1977, 617.
2. *Е.М.Бенашвили, Т.Н.Чарквиани, К.И.Чхеидзе и др.* А.с. N 630908. Откр. изобр. пром. товарные знаки N 40, 1978.
3. *Е.М.Бенашвили, Т.Н.Чарквиани, Г.Ш.Джорбенадзе*. Сообщения АН ГССР, **90**, 2, 1978, 381.
4. *Е.М.Бенашвили, Т.Г.Учанейшвили, Т.Н.Чарквиани, Г.Ш.Джорбенадзе*. Изв. АН ГССР, сер. хим, **9**, 2, 1983, 107.
5. *Е.М.Бенашвили*. Разделение углеводородных и гетероатомных соединений нефти. Тбилиси, изд. „Мецნიერება“ 1987, 152.
6. *Е.М.Бенашвили, Н.И.Схиртладзе, К.Е.Квитаишвили*. А.с. N 1475144.
7. *Е.М.Бенашвили, К.Е.Квитаишвили, Н.И.Черкезишвили*. Сообщения АН ГССР, **135**, 2, 1989, 361.
8. *E.Benashvili et al.* Intern. Conf. on the Occurrences, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Vol of Abstracts. Budapest-Hungary, 1985, 53.
9. *E.Benashvili et al.* 9th Intern. Congr. on Chem. Engineering, Chem. Equipment, Design and Automation. Chisa, 87, Praha, Czechoslovakia. Program, 62, D. 3.32 1181.



УДК 541.133:548.7

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г.О.Чивадзе (член-корреспондент АН Грузии), Р.Ш.Зедгинидзе, Г.В.Антошин,  
 В.Г.Метрели, И.Г.Борисович

Каталитические свойства цеолитов Fe-Y, -L, -M в  
 реакции окисления окиси углерода

Важным направлением в практическом использовании катализа является очистка технологических газов от вредных примесей превращением их в безвредные или легкоудаляемые продукты. В качестве модельной реакции было выбрано окисление CO, в одном случае молекулярным кислородом, в другом – окисью азота. Использование окиси азота в качестве окислителя привлекает как эффективный путь удаления из выхлопных и отходящих газов одновременно двух компонентов. В качестве катализаторов такого процесса используются металлы [1], окислы [2], металлы и окислы на носителях [3-5].

В данной работе изучены каталитические свойства цеолитов Y, L, M, модифицированных железом в реакциях  $CO+O_2$  и  $CO+NO$  в зависимости от метода введения Fe в цеолит и предварительной обработки катализатора. Были сопоставлены две серии образцов:

- 1) образцы, приготовленные ионным обменом через раствор нитрата железа;
- 2) образцы, приготовленные газоадсорбционным методом из паров  $Fe(CO)_5$ .

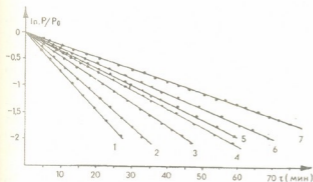


Рис.1. Падение давления  $2CO+O_2$  в координатах  $\ln p/p_0-t$ .  
 1 – Fe, Na-Y адс. (8,6); 2 – Fe, Na-Y и.о. (11,2);  
 3 – Fe, Na-Y и.о. (7,2); 4 – Fe, Na-Y и.о. (4,5);  
 5 – Fe, K-L и.о.; 6 – Fe, K-L адс. (1,67);  
 7 – Fe, Na-M адс. (0,29)

Реакции изучали в циркуляционно-статической установке в интервале температур 450-250°C при начальном давлении стехиометрической смеси 23-26 тор, с вымораживанием продуктов реакции при температуре жидкого азота в случае  $CO+O$  и парами азота при температуре -155°C в случае реакции



NO+CO. В ловушке минусовую температуру подерживали автоматической подачей паров азота с помощью криостата, а измеряли платиновым термометром сопротивления. Изменение давления реакционной смеси измеряли наклонным ртутным манометром с точностью 0,1 тор.

Результаты опытов приведены на рис.1,2 и в таблице.

Как видно из рис.1, кинетика реакции CO+O<sub>2</sub> для всех образцов описывается уравнениями первого порядка:  $\ln p/p_0 = -Kt$ . В данном температурном интервале механизм реакции не меняется (нет изломов на линиях в аррениусовых координатах), что видно из рис.2.

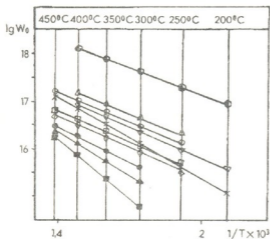


Рис.2. Зависимость логарифма начальной скорости от обратной температуры:

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ● Na-M                | ○ Fe, Na-Y адс.        |
| ▲ K-L                 | X Fe, K-L и.о.         |
| ■ Na-Y                | △ Fe, Na-Y и.о. (7,7)  |
| ◇ Fe, Na-M адс.       | ○ Fe, Na-Y и.о. (11,2) |
| □ Fe, Na-Y и.о. (4,5) | △ Fe, K-L адс.         |

Введение железа резко увеличивает активность цеолитов как в реакции CO+O<sub>2</sub>, так и CO+NO, тогда как исходные цеолиты в реакции CO+NO не активны. Кинетические данные приведены в таблице.

Увеличение количества железа в цеолите повышает активность, но метод введения железа влияет более значительно, чем изменение концентрации. Так, образцы, приготовленные из газовой фазы Fe(CO)<sub>5</sub> и последующим разложением, на порядок более активны ( $W_0=7,7 \cdot 10^{17}$ ), чем катализаторы, полученные ионным обменом ( $W_0=7,4 \cdot 10^{16}$ ).

Такая же закономерность наблюдается и в реакции CO+NO, но надо отметить, что на всех изученных катализаторах реакция CO+O<sub>2</sub> протекает быстрее, чем реакция CO+NO.

Предварительная обработка цеолитов влияет также на активность. После стандартной обработки катализаторов на воздухе при 450°C (I) прогревали при этой же температуре в атмосфере H<sub>2</sub> (II) и откачивали до вакуума 10<sup>-5</sup> тор.

Т а б л и ц а

Цеолиты	Метод пригот.	Fe % мас.	$w_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}}^{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}}$ молекул/г.с. $\times 10^{-16}$	E (CO+O <sub>2</sub> ) ккал/моль	предв. обработ.	$w_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}}^{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}}$ молекул/г.с. $\times 10^{-15}$	E (CO+NO) ккал/моль
Na-Y исх.	-	-	6,6	13	-	-	-
K-L исх.	-	-	4,67	14,5	-	-	-
Na-M исх.	-	-	2,48	17,6	-	-	-
Fe, Na-Y	и.о.	4,5	32,2	10	I II	12,2 22,5	16 15
Fe, Na-Y	и.о.	7,7	55,3	10,4	-	-	-
Fe, Na-Y	и.о.	11,2	74,1	10	I II	17,5 24	16 15
Fe, Na-Y	адс.	8,6	773,0	10	I II	20 55	16 14
Fe, K-L	и.о.	7,2	45,6	11,8	I II	14,3 21	17,5 15
Fe, K-L	адс.	1,67	94,2	10	I II	25 52	15 14
Fe, Na-M	адс.	0,29	26,7	10	I II	10 13,2	20 16



Восстановленные образцы (II) имеют более высокую активность в реакции  $\text{CO}+\text{NO}$ , чем образцы (I). Кроме того, реакция на образцах (II) протекает почти полностью в сторону образования  $\text{N}_2$  и  $\text{CO}_2$ .

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

Академия наук России  
Институт органической химии им.  
Н.Д.Зелинского

(Поступило 2.03.1993)

ფიზიკური ქიმია

გ. ჩივაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ. ზედგინიძე,  
გ. ანტოშინი, ბ. მეტრეველი, ი. ბორისოვიჩი

## Fe-Y, -L, -M ცეოლითების კატალიზური თვისებები CO-ს დაქანგვის რეაქციაში

რეზიუმე

შესწავლილია რკინაშემცველი Y, L და M ცეოლითების კატალიზური თვისებები ნახშირჟანგის დაქანგვის რეაქციაში. ერთ შემთხვევაში დამქანგველად აღებულია ქანგბადის მოლეკულა, მეორე შემთხვევაში კი აზოტის ქანგი.

ორივე შემთხვევაში შედარებულია კატალიზატორთა ორი ჯგუფი: მიღებული იონური მიმოცვლის მეთოდით რკინის ნიტრატის ხსნარიდან და რკინის პენტაკარბონილის აღსორბტციით და შემდგომი მისი დაშლით. ნაჩვენებია, რომ ორივე რეაქციის შემთხვევაში მეორე მეთოდით მომზადებული ნიმუშები გაიცილებით მეტი აქტიურობით ხასიათდებიან. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ყველა ნიმუშზე ნახშირჟანგის ქანგბადით დაქანგვა მეტი სიჩქარით მიმდინარეობს, ვიდრე აზოტის ქანგი.

გარდა ამისა,  $\text{CO}+\text{NO}$  რეაქციის შემთხვევაში შესწავლილი იყო ნიმუშები, რომლებიც სტანდარტული დამუშავების შემდეგ აღდგენილ იქნა წყალბადის არეში. ასეთი მეთოდით მომზადებული ნიმუშები ავლენენ მეტ აქტივობას და რეაქცია მიმდინარეობს უპირატესად აზოტისა და ნახშირორჟანგის წარმოქმნით.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. Chivadze, R. Zedginidze, G. Antoshin, B. Metreveli, I. Borisovich

## Catalytic Properties of Fe-Y, -L, -M Zeolites in CO Oxidation Reaction

Summary

Catalytic properties of iron-containing Y, L and M zeolites in the oxidation reaction of carbon monoxide were studied. In one case the oxidizer was oxygen molecule, in another - one-nitrogen oxide.

In both cases two types of catalysts are compared: a solution, obtained by ion exchange from iron nitrate, and by adsorption of iron pentacarbonile and its consequent decomposition. It is shown that in cases of both reactions the samples prepared by



means of the second method are rather active. It should be also noted that oxidation of carbon monoxide by oxygen on all samples goes on with higher velocity than by nitrogen oxide.

Besides, in case of CO+NO reaction the samples were studied which were restored in hydrogen medium after standard treatment. The samples prepared by this method manifest more activity and the reaction proceeds mainly by the formation of nitrogen and carbon dioxide.

## ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *M.Shelef*. *Cat. rev.*, 11, 1, 1975.
2. *Г.В.Глазиева, И.С.Сазонова, Н.П.Кейер, И.Е.Богданчикова*. Материалы III Междунар. конф. по гетерогенному катализу. Варна, 1975.
3. *Lorimer D'Arcy, A.T.Bell*. *J. of Catalysis*, 59, 223, 1979.
4. *I.M.London, A.T.Bell*. *J. of Catalysis*, 31, 96, 1973.
5. *В.М.Белоусов, Д.А.Дулин, А.И.Гельбштейн*. Катализ и катализаторы, вып.10, 1973, 37-42.
6. *В.М.Белоусов*. Катализ и катализаторы, вып.26, 1989, 8-16.





დ. მოგილიანსკი, ი. ნახუცრიშვილი, მ. კაციაშვილი, გ. ბაგრატიშვილი

## გერმანიუმის ნიტრიდის თერმოგამოწვის პროდუქტების რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თანდრონიკაშვილმა 20.05.1993)

გერმანიუმის ნიტრიდის ( $\text{Ge}_3\text{N}_4$ ) თერმული მდგრადობის საკითხი დაკავშირებულია ამ ნაერთის სუბლიმაციის გზით თხელი დიელექტრიკული ფირების მიღების ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმალური რეჟიმის დადგენასთან [1]. ამიაკის ან ჰიდრაზინის ორთქლის არეში  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის თერმოგამოწვისას აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს  $650-750^\circ\text{C}$  უბანში, ხოლო უფრო მაღალ ტემპერატურებზე კი შესაძინევი ხდება მისი დისოციაცია. წინამდებარე ნაშრომში ჩატარებულია  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის თერმული გამოწვა სხვადასხვა არეში (წყალბადი, წყლის ორთქლი, ვაკუუმი) და რენტგენოგრაფიული მეთოდით შესწავლილია ამ არეებში მისი გარდაქმნის პროდუქტები (რაც საშუალებას იძლევა თვისობრივად შევაფასოთ ნიტრიდის ამა თუ იმ გარდაქმნის მიმდინარეობის ინტენსიურობა).

ექსპერიმენტებში ვიყენებდით გერმანიუმის ნიტრიდის ორი ტიპის საწყის ნიმუშებს: პირველი ტიპის, - რომელთაც ვიღებდით გერმანიუმისა და ამიაკის ურთიერთქმედებით  $750^\circ\text{C}$ -ზე, წარმოადგენდნენ  $\alpha$ - და  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის ნარევეს.  $\beta$ -ფაზის უპირატესი შემცველობით; ხოლო მეორე ტიპის, გერმანიუმისა და ჰიდრაზინ-ჰიდრატის ორთქლის იმავე ტემპერატურაზე ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ნიტრიდის ნიმუშები კი წარმოადგენდნენ თითქმის მთლიანად  $\alpha$ -ფაზას. ამოსავალი ნიმუშების (მათი რენტგენული შტრიხ-დიագრამები წარმოდგენილია 1ა, 2ა სურ.-ზე. თერმოგამოწვას ვატარებდით კვარცის ვაკუუმურ რეაქტორში  $450-950^\circ\text{C}$  ტემპერატურულ უბანში. გამოწვარ პროდუქტებს ანალიზს ვუკეთებდით რენტგენულ დიფრაქტომეტრზე, DPOH-2.0  $\text{CuK}_\alpha$  გამოსხივებით.

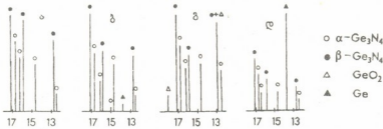
ექსპერიმენტებმა უჩვენა, რომ გერმანიუმის ნიტრიდის ყველა გამოსაკვლევი ნიმუში სტაბილურია წყალბადის არეში  $600^\circ\text{C}$ -მდე, ხოლო წყლის ორთქლის არეში კი  $900^\circ\text{C}$ -მდე. რაც შეეხება ვაკუუმს, ჩვენ მიერ მიკროგრაფიკული მეთოდის საშუალებით ნაჩვენები იყო, რომ ამ არეში ნიტრიდი სტაბილურია  $750^\circ\text{C}$ -მდე [2]. შესაბამისად, ამოსავალი ნიმუშების აღნიშნულ არეებში გამოწვა მითითებულ ტემპერატურებამდე არ იწვევს მათ რენტგენულ სპექტრებში რაიმე ცვლილებას.

$T \geq 600^\circ\text{C}$ -ზე წყალბადის არეში გამოწვარი ნიმუშების რენტგენულ სპექტრში ჩნდება ელემენტური გერმანიუმის სიგნალები (სურ. 1ბ, 2ბ), ვინაიდან აღნიშნულ პირობებში მიმდინარეობს ნიტრიდის ალდგენა ელემენტურ გერმანიუმამდე:

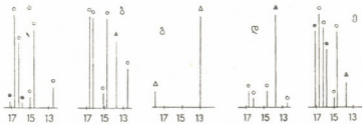
\* დადგენილია, რომ გერმანიუმის ნიტრიდი ორი მოდიფიკაციის სახით არსებობს ( $\alpha$ - და  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ ); ამასთან, ორივე მოდიფიკაცია კრისტალიზებულია ჰქსაგონალურ სინგონიაში და შედგება  $\text{GeN}_2$  ტეტრაედრებისაგან. განსხვავება მათ შორის აღნიშნული ტეტრაედრების შეკავშირებაშია C ღერძის მიმართულებით.



(გერმანიუმისა და ამიაკის ურთიერთქმედებით ნიტრიდის მიღების საპირისპირო რეაქცია). განხილულ სურათებზე მოყვანილი შტრიხ-დიაგრამების შედარებიდან ჩანს, რომ ეს რეაქცია უფრო სწრაფად მიმდინარეობს  $\alpha\text{-Ge}_3\text{N}_4$ -ის უპირატესი შემცველობის მქონე ნიმუშისათვის, რასაც მოწმობს გერმანიუმის სიგნალების ფარდობითი ინტენსივობის შესამჩნევი განსხვავება გამოსაკვლევი ნიმუშებისათვის (შდრ. გამოწვის ხანგრძლივობა ერთსა და იმავე ტემპერატურაზე).

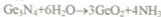


სურ.1 (ა) ამიაკთან გერმანიუმის ურთიერთქმედებით მიღებული ნიტრიდისა და მისი (ბ) წყალბადში ( $T=600^\circ\text{C}$ ,  $t=10$  სთ), (გ) წყლის ორთქლსა ( $T=950^\circ\text{C}$ ,  $t=0,5$  სთ) და (დ) ვაკუუმში ( $T=820^\circ\text{C}$ ,  $t=4$  სთ) გამოწვის პროდუქტების რენტგენული შტრიხ-დიაგრამები.



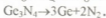
სურ.2 (ა) ჰიდრაზინ-ჰიდრატის ორთქლთან გერმანიუმის ურთიერთქმედებით მიღებული ნიტრიდისა და მისი (ბ) წყალბადში ( $T=600^\circ\text{C}$ ,  $t=3$  სთ), (გ) წყლის ორთქლში ( $T=950^\circ\text{C}$ ,  $t=0,5$  სთ), (დ) ვაკუუმსა ( $T=820^\circ\text{C}$ ,  $t=4$  სთ) და (ე) აზოტში ( $T=820^\circ\text{C}$ ,  $t=4$  სთ) გამოწვის პროდუქტების რენტგენული შტრიხ-დიაგრამები.

1გ და 2გ სურ.-ზე წარმოდგენილია საწყისი ნიმუშების წყლის ორთქლში გამოწვის შედეგად მიღებული პროდუქტების ტიპური რენტგენული შტრიხ-დიაგრამები.  $T \geq 900^\circ\text{C}$ -ზე აღნიშნულ არეში მიმდინარეობს ნიტრიდის დაეანგვის რეაქცია გერმანიუმის დიოქსიდამდე:



(ამიაკისა და გერმანიუმის დიოქსიდის ურთიერთქმედებით ნიტრიდის მიღების საპირისპირო რეაქცია). როგორც დიაგრამების შედარება გვიჩვენებს, ეს რეაქციაც მეორე ნიმუშის შემთხვევაში მიმდინარეობს უფრო სწრაფად.

განხილულ მონაცემებს ეთანადება ვაკუუმში ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებიც, სადაც  $T \geq 750^\circ\text{C}$ -ზე მიმდინარეობს ნიტრიდის დისოციაცია:





1დ და 2დ სურ.-ზე წარმოდგენილი ტიპური შტრიხ-დიაგრამების მიხედვით გვიჩვენებს, რომ ნიტრიდის დაშლის ხარისხი გაცილებით უფრო მაღალია  $\alpha$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის უპირატესი შემცველობის მქონე ნიმუშის შემთხვევაში გამოწვის ერთსა და იმავე ხანგრძლივობისა და ტემპერატურისათვის.

განზილული შედეგები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ გერმანიუმის ნიტრიდის ორ კრისტალურ მოდიფიკაციას შორის უფრო მდგრადია  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$   $\alpha$ - და  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის განსხვავებული რეაქტიულობის გამოწვეული იყო [3]-ში, სადაც ატარებდნენ ნიტრიდის გამოწვას აზოტის არეში. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ნაშრომში იყენებდნენ ერთი ტიპის ნიმუშს, რომელიც პრაქტიკულად ტოლფასი იყო ჩვენ მიერ გამოკვლეული ნიმუშისა  $\alpha$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის უპირატესი შემცველობით. ამასთან, აზოტი გამოყენებული იყო. როგორც ინერტული, არე გერმანიუმის ნიტრიდის მიმართ. ხსენებულ ნაშრომში მიღებული შედეგი - აზოტის არეში ნიტრიდის გამოწვის პროდუქტის რენტგენული შტრიხ-დიაგრამა - ნაჩვენებია 2 სურ.-ზე. როგორც ამ დიაგრამის ანალიზი უჩვენებს,  $820^\circ\text{C}$  ტემპერატურაზე 4 სთ-ის განმავლობაში გამოწვისას ადგილი აქვს ნიტრიდში  $\alpha$ -ფაზის შემცველობის შემცირებას 90-დან 55%-მდე ელემენტური გერმანიუმისა და  $\beta$ -ფაზის შემცველობის გაზრდის ხარჯზე. ე.ი. ამ შემთხვევაში ფაქტიურად ხორციელდება  $\alpha \rightarrow \beta$  გადასვლა.

1და 2 სურ.-ზე წარმოდგენილი ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ არც წყალბადში, არც წყლის ორთქლსა და არც ვაკუუმში არა აქვს ადგილი  $\alpha \rightarrow \beta$  გადასვლას. ამასთან, როგორც 2დ და ე სურ.-ზე წარმოდგენილი შტრიხ-დიაგრამების შედარებიდან ჩანს, გერმანიუმის სიგნალის ფარდობითი ინტენსივობა ვაკუუმში გამოწვარი ნიმუშისათვის დაახლოებით ერთი რიგით უფრო მეტია აზოტის არეში გამოწვარი ნიმუშში შესაბამისი სიგნალის ინტენსივობაზე ექსპერიმენტის ერთსა და იმავე ხანგრძლივობისა და ტემპერატურისათვის. ეს კი მიუთითებს, რომ აზოტის არე აფერხებს გერმანიუმის ნიტრიდის დისოციაციის პროცესს. უფრო მეტად კი ნიტრიდი სტაბილურია წყლის ორთქლის არეში. სადაც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული,  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ -ის ნიმუშები არავითარ გარდაქმნას არ განიცდიან  $900^\circ\text{C}$ -მდე.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 27.05.1993)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д.Н.Могиланский, И.Г.Нахуцишвили, М.Р.Кациашвили, Г.Д.Багратишвили

## Рентгенографическое исследование продуктов термоотжига нитрида германия

Резюме

Рентгенографическим методом исследованы продукты термоотжига смесей  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификаций нитрида германия в средах водорода, паров воды, а также в вакууме. Показано, что из двух модификаций нитрида более устойчив  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ .

D. Mogilianski, I. Nakhutsrishvili, M. Katsiashvili, G. Bagratishvili

## X-rays Graphical Investigations of Thermal Annealing Products of Germanium Nitride

### Summary

With the x-rays graphical method it is investigated the thermal annealing products mixtures of  $\alpha$ - and  $\beta$ -modifications of the germanium nitride in the hydrogen, and in the water vapor, and in the vacuum as well.

It is shown that between two modifications  $\beta$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$  is more stable than  $\alpha$ - $\text{Ge}_3\text{N}_4$ .

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.Д.Багратишвили*. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1984.
2. *Г.Д.Багратишвили, И.Г.Нахуцишвили, М.Р.Кациашвили, Б.Т.Жоржолани*. Неорганические материалы. 3,1992,946.
3. *M. Billy, J.C.Labbe*. Comptes Rendus, Ser. C, 273, 1971, 813.



УДК 543:547

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К.Д.Амирханашвили, А.Т.Николаишвили,  
Т.Г.Андроникашвили (академик АН Грузии)

## Моделирование хроматографического разделения адамантана и его производных на жидкокristаллических капиллярных колонках

Значительные успехи газовой хроматографии за последние годы связаны с появлением как новых высокоэффективных капиллярных колонок, так и высокоселективных стационарных фаз. Особое место среди фаз, характеризующихся высокой разделяющей способностью по отношению к смеси изомеров, занимают жидкие кристаллы со свойственным им метаморфизмом — переходным состоянием между кристаллической и жидкой фазами [1].

Аналитическое описание хроматографического процесса (расчет уравнений динамики сорбции) представляет значительные трудности [2], преодолеваемые с помощью специальных методов и алгоритмов расчета, одним из которых является послыйный или тарелочный метод расчета динамики сорбции.

Продолжая систематические исследования в области математического моделирования хроматографических процессов, нами были проведены хроматографические эксперименты на жидкокristаллической колонке LC-1, для разделения адамантана и его производных смесей, при разных температурах колонки и фиксированном давлении газа-носителя  $P=1.2 \text{ kgf/cm}^2$ , с целью сравнительного анализа модельных и экспериментальных хроматограмм.

Эксперименты проводились на автоматизированном газовом хроматографе M 3700 с жидкокristаллической капиллярной колонкой LC-1. В качестве газа-носителя использовался гелий. Проба жидкой смеси адамантана и его производных вводилась микрошприцем с ценой деления 0,01 мкл. Капиллярная колонка имела следующие параметры: длину  $L=28.65 \text{ м}$ , диаметр  $d=0.2 \text{ мм}$ , толщину пленки  $s=0.24 \text{ мкм}$ .

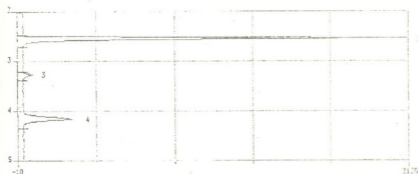
Эксперименты проводились при фиксированных температуре и давлении (скорости газа-носителя) для разных величин проб (концентраций) смесей веществ. Смесь состояла из равных количеств бензола, адамантана и 1-метил-3-этил-адамантана. Температура менялась с интервалом  $10^\circ$  от  $t_0=160^\circ\text{C}$  до  $t=180^\circ\text{C}$ .

К хроматографу был подключен ПЭВМ, с помощью которого хранились и происходили обработка и анализ экспериментальных данных. Обработка и запись данных осуществлялась по программе SUPERCHROM, созданной автором [3]. Она рассчитывала для каждого компонента смесей следующие величины: время удерживания,

площадь и высоту пика, число теоретических тарелок, коэффициент асимметрии и т.д., и все данные выдавала либо на экран, либо на печать.

SuperChrom System V3.0  
 Time : 07:23:40 Date : 24/02/93  
 File : 01

Phase of column : 1pc1  
 Length of column,m : 28,65  
 Diameter of column,mm : 0,2  
 Thickness of film : 0,2um  
 Temperature of column : 160  
 Temperature of injector : 280  
 Temperature of detector : 250  
 Linear velocity : 17  
 Frequency discretization : 20  
 Time of non-sorption gas : 160  
 Elapsed time : 900.00  
 Date : 29/5/1991  
 Mixture : 1-methyl-3-ethylADM



N	Time	Area	Height	% Area	% Height	Type	Asymmet.	Width	Index	Plate
1	0.15	0.2	1.7	0.003	0.067	B-B	0.260	0.7	0	74
2	2.50	5687.3	2128.6	77.351	85.892	B-B	1.388	2.3	571	354
3	3.24	157.9	55.9	2.147	2.255	B-B	1.208	2.5	593	439
4	4.13	1507.1	292.1	20.498	11.786	B-B	0.598	4.4	714	306

Рис.1а. Экспериментальная хроматограмма смеси адамантана и его производных при температуре колонки 160°C. Компоненты смеси 2.бензол, 3.адамантан, 4.1-метил-3-этил-адамантан

На рис. 1а представлена одна из экспериментальных хроматограмм адамантана и его производных смесей в условиях научного разделения этих компонентов.

После обработки для моделирования каждой компоненты экспериментальных данных использовались следующие величины: концентрация  $c$ , коэффициент Генри  $G$ , длина колонки  $L$ , скорость газа-носителя  $V$  и число теоретических тарелок  $n$ .

На рис. 1б представлена модельная хроматограмма для адамантана и его производных смесей, взятая из экспериментальных данных для случая, представленного на рис. 1а.

В таблице представлены следующие данные: коэффициенты Генри, теоретические и экспериментальные времена удерживаний для

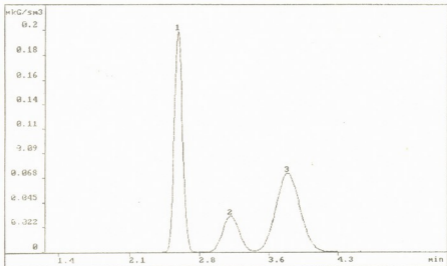


Рис.16. Модельная хроматограмма смеси адамантана и его производных при температуре колонки  $160^{\circ}\text{C}$ . Компоненты смеси: 1.бензол, 2.адамantan, 3. 1-метил-3-этил-адамantan

каждого компонента при фиксированном давлении  $P=1.2 \text{ kgfsm}^2$ , при разных значениях температур.

При сопоставлении экспериментальных и теоретически результатов обнаружено, что совпадение между временами удерживания компонентов лежит в пределах погрешности.

#### Т а б л и ц а

Теоретические ( $t_{Rt}$ ) и экспериментальные ( $t_{Re}$ ) значения времен удерживания адамантана и его производных ( $c_n$  – концентрация,  $P$ -давление,  $t_C$  -температура колонки,  $G$  – коэффициент Генри)

$P=1.2 \text{ kgfsm}^2$				
$T^{\circ}\text{C}$	Substances	$G$	$t_{Re}$	$t_{Rt}$
160	benzene	0.034	152.0	155.0
	adamantan	0.34	194.0	193.8
	1-methyl-3-ethyl-ADM	0.7	247.8	246.0
170	benzene	0.084	157.2	157.1
	adamantan	0.348	195.6	195.2
	1-methyl-3-ethyl-ADM	0.66	240.6	239.9
180	benzene	0.088	157.8	157.5
	adamantan	0.311	190.2	189.2
	1-methyl-3-ethyl-ADM	0.555	225.6	225.0

Как видно из таблицы, расчетные, данные модельных хроматограмм адамантана и его производных находятся в хорошем согласии экспериментом, что доказывает пригодность данной программы для теоретической хроматографии.

Институт физической и органической химии им.П.Г.Меликишвили АН Грузии

(Поступило 4.04.1995)

კ. ამირხანაშვილი, ლ. ნიკოლაიშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი  
(საქ. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ადამანტანისა და მისი წარმოებულების ქრომატოგრაფიული  
დაყოფის მათემატიკური მოდელირება თხევადკრისტალურ  
კაპილარულ სვეტზე

რეზიუმე

ავტორების მიერ შექმნილი პროგრამის საფუძველზე განხორციელებულია ადამანტანისა და მისი წარმოებულების ქრომატოგრაფიული დაყოფა. მიღებული შედეგები შედარებულია ექსპერიმენტულ მონაცემებთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

K. Amirkhanashvili, L. Nikolaishvili, T. Andronikashvili

Mathematical Modelling of Chromatographic Division of  
Adamantane and Its Products on the Liquid-Cristal Capillary  
Column

Summary

According the program created by authors the chromatographic division of adamantane and its products has been developed. Results have been compared to the experimental data.

ლიტერატურა-LITERATURA-REFERENCES

1. Z. Witkiewicz. Chromatography, **466**, 1989, 37-87.
2. E.В.Венецианов, P.Н.Рубинштейн. Динамика сорбции из жидких сред. М., 1983, 237.
3. K.А.Амирханашვილი, E.Б.Глазиринი. Тез.докл. IX Всесоюз. конф. „Химическая информатика“, 11-15 янв. 1992, ч.1, 140.





А.Т.Николаишвили, К.Д.Амирханашвили,  
Т.Г.Андроникашвили (академик АН Грузии)

## Универсальный алгоритм для моделирования хроматографических процессов с помощью ПЭВМ

Традиционным методом в исследовании хроматографических процессов является решение уравнений динамики сорбции [1]. Однако математическое описание хроматографического процесса (динамической сорбции смеси веществ) даже для простейших случаев представляет значительные трудности, связанные с проблемой численных значений коэффициентов, детализирующих механизм динамики сорбции, и т.п.

При наличии данных об исходных концентрациях веществ хроматографируемой смеси и природе взаимодействия веществ с сорбентом, задача состоит в нахождении функции распределения концентраций вдоль колонки. В процессе решения этих задач динамики сорбции возникло и получило дальнейшее развитие особое направление, основанное на тарелочном методе расчета [2-11].

В рамках тарелочной модели хроматографическая колонка представляется в виде последовательно соединенных ступеней, на каждой из которых устанавливается термодинамическое равновесие между подвижной и неподвижной фазами. Моделирование заключается в последовательном переносе подвижной части предыдущей тарелки на последующую и перераспределении каждого компонента на данной тарелке.

Основное уравнение теории равновесной хроматографии [4] связывает линейную скорость  $U_c$  перемещения вдоль колонки концентрации  $C$  вещества в газовой фазе с объемной скоростью газового потока  $W$  и наклоном изотермы распределения  $dc_s/dc$ :

$$U_c = W / (V_g + V_s dc_s/dc), \quad (1)$$

где  $V_g$  и  $V_s$  – объемы газовой фазы и адсорбционного слоя соответственно на единицу длины колонки,  $c$  – концентрация вещества в газовой фазе,  $c_s$  – концентрация вещества в адсорбционном слое.

Как видно из уравнения (1), скорость перемещения газа вдоль колонки зависит от формы изотермы распределения (адсорбции).

Если изотерма линейная (подчиняется закону Генри), то производная  $dc_s/dc$  в уравнении (1) постоянна и все концентрации в газовой фазе передвигаются вдоль колонки с одной и той же постоянной скоростью  $U_c$ . В этом случае хроматографическая полоса имеет симметричную форму, т.е. симметричный пик. При отклонении изотермы от закона Генри величина производной  $dc_s/dc$  в уравнении (1) изменяется с изменением концентрации  $c$ .

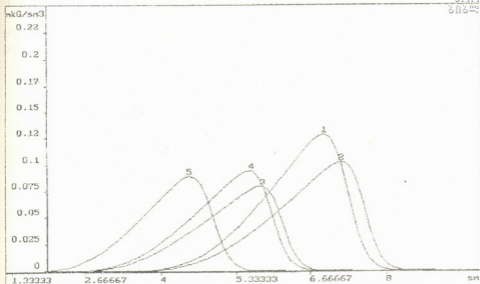


Рис.1а. Модельная хроматограмма пятикомпонентной смеси для изотермы БЭТ

Для случая нелинейных изотерм компоненты хроматографируемого вещества взаимодействуют друг с другом и пики их асимметричны.

Линейные процессы возникают в основном при малых концентрациях  $c$ , при высоких же концентрациях вводимых в колонку веществ появляются нелинейные эффекты. Для расчета формы хроматографического пика при нелинейной изотерме сорбции необходимо решать систему нелинейных дифференциальных уравнений.

Учет взаимного влияния компонентов смеси при хроматографическом разделении затрудняется тем, что по мере продвижения веществ по колонке их относительные концентрации меняются.

При реальных хроматографических процессах надо учитывать также и предел чувствительности анализа.

Чувствительность хроматографического анализа связывают, главным образом, с чувствительностью детектора. Однако сам процесс элюирования может существенно влиять на результат измерения за счет размывания хроматографических полос. В частности, размывание может приводить к тому, что достаточно большая часть пробы на выходе из колонки попадает в зону нечувствительности детектора.

Для решения вышеуказанных задач нами был предложен алгоритм хроматографического разделения смесей [12], а также составлена схема и алгоритм расчета для определения чувствительности анализа [13].

С помощью этих алгоритмов был составлен универсальный алгоритм для моделирования хроматографических процессов на основе тарелочной модели. Составленная на базе этого алгоритма программа включает все типы и этапы хроматографического разделения и сопоставима с реальными процессами, начиная от ввода пробы в



колонку, элюирования, детектирования и анализа хроматографируемой смеси.

Моделирование производилось на ПЭВМ типа IBM PC для изотерм типа Генри, Лэнгмюра, БЭТ [14], Арановича [15]. Изотермы имели следующий вид:

$$\begin{aligned} \text{а) Генри} & \quad a = G \cdot C; \\ \text{б) Лэнгмюра} & \quad a = G \cdot C / (1 + BC); \\ \text{г) БЭТ} & \quad a = \frac{A_m C c / P_s}{(1 - c / P_s) (1 + (c - 1) c / P_s)}; \\ \text{д) Арановича} & \quad a = \frac{A_m C c / P_s}{(1 - c / P_s) \text{Sqrt}(1 - c / P_s)}. \end{aligned}$$

На рис.1 представлены соответствующие модельные хроматограммы приведенных изотерм в случае пятикомпонентных систем для изотерм БЭТ (Рис.1а) и Арановича (Рис. 1б).

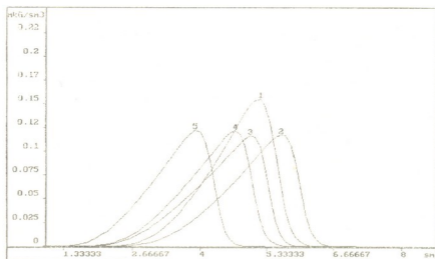


Рис.1б. Модельная хроматограмма пятикомпонентной смеси для изотермы Арановича

Нами проведено теоретическое моделирование хроматографических процессов для изотерм различного типа. Проведен анализ распределения концентраций в подвижной, неподвижной фазах и суммарной по длине колонки.

В заключение необходимо отметить, что разработанный нами алгоритм, с одной стороны, позволяет достаточно эффективно моделировать процесс элюирования при нелинейной изотерме сорбции для многокомпонентных смесей, а с другой стороны – проводить стыковку между предыдущим и последующим этапами хроматографического процесса.

Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили АН Грузии

(Поступило 4.04.1995)

ლ. ნიკოლაიშვილი, კ. ამირხანაშვილი,  
 თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

უნივერსალური ალგორითმი ქრომატოგრაფიული პროცესების  
 მათემატიკური მოდელირებისათვის პერსონალურ ეგმ-ზე  
 რეზიუმე

ავტორების მიერ შექმნილია უნივერსალური ალგორითმი, რომელიც საშუალებას  
 იძლევა მათემატიკურად აღიწეროს, ქრომატოგრაფიული პროცესი იზოთერმის  
 მთლიან უბანში (გენრი, ლენგმიური, ბეტი) ალგორითმის საფუძველზე დაიწერა  
 პროგრამა, რომელიც მკვლევარს აძლევს საშუალებას ჩაატაროს თეორიული  
 კვლევები ქრომატოგრაფიული პროცესების აღწერისას. მიღებულია თეორიული  
 ქრომატოგრამები.

PHYSICAL CHEMISTRY

L. Nikolaishvili, K. Amirkhanashvili, T. Andronikashvili

Universal Algorithm for Mathematical Modulation of  
 Chromatographic Processes on Personal Computer

Summary

Universal algorithm been created by authors. This provides the chromatographic  
 process to be described mathematically in the entire field of isotherm (Henry,  
 Loungmuir, Bet). The program was written on the basis of algorithm that gives a  
 chance to the researcher to provide theoretical researches for the description of  
 chromatographic processes. Theoretical chromatograms have been accepted.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.В.Велицкианов, Р.Н.Рубинштейн.* Динамика сорбции из жидких сред. М., 1983, 237.
2. *А.В.Стрельцов, В.Ю.Зальвенский, С.А.Волков, К.И.Сакодынский.* ТОХТ, 8, 5, 1974, 770-774.
3. *А.А.Самарский.* Введение в теорию разностных схем. М., 1971.
4. *Г.А.Аранович.* ЖФХ, 59, 11, 1985, 2778.
5. *Е.Б.Гуля, Г.А.Аранович.* Теор. основы химич технол., 23, 4, 1989, 483-488.
6. *A.J.P.Martin, R.L.Synge.* Biochem. J., 35, 1941, 1358.
7. *S.W.Mayer, T.R.Tompkins.* J. Amer. Chem. Soc., 69, 11, 1947, 2866.
8. *Е.И.Гапон, Т.Б.Гапон.* ДАН СССР, 49, 5, 1948, 921.
9. *В.В.Рачинский.* ДАН СССР, 88, 4, 1953, 701-704.
10. *А.Э.Ариинштейн.* ЖФХ, 57, 7, 1983, 1773.
11. *A.S.Said.* Separ. Sci. Technol., 16, 1, 1981, 113.



12. *Л.Т.Николаишвили, К.Д.Амиранашвили, Т.Г.Андроникашвили, Г.Л.Аранович, А.М.Толмачов. ДАН СССР, 316, 5, 1991, 1156.*
13. *Л.Т.Николаишвили, К.Д.Амиранашвили, Т.Г.Андроникашвили, Г.Л.Аранович, А.М.Толмачев. ДАН СССР, 316, 3, 1991, 664-666.*
14. *S.Brunauer, P.N.Emmett. J. Am. Chem. Soc., 60, 1938, 309.*
15. *Г.Л.Аранович. ЖФХ, 62, 11, 1988, 3000.*

დ. სათირიშვილი, ვ. ბიბილიეშვილი, ვ. ერისთავი, ნ. კუციავა, იაბია მახლულ ალ-ზინარ

## რძის წარმოების უნარჩენო ტექნოლოგია წყალმომარაგების შეკრული ციკლით მემბრანული პროცესების საფუძველზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ - კორესპონდენტმა გ. ჩიქაძემ 10.08.93)

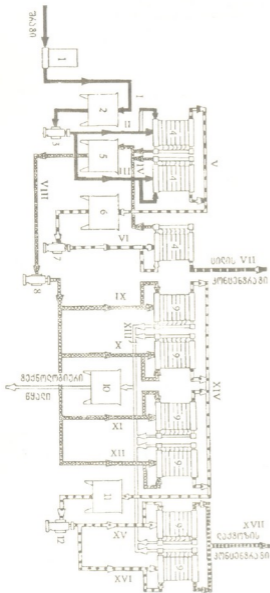
როგორც ცნობილია, ხსნარების გაწმენდის, გაკრიალების, სტერილიზაციის, გაყოფის, ფრაქციონირებისა და კონცენტრირებისათვის ყველაზე პერსპექტიულია მემბრანული პროცესები - მიკროფილტრაცია, ულტრაფილტრაცია და უკუოსმოსი [1]. ეს პროცესები ზორციელდება პილდოსტატიკური წნევის (მამოძრავებელი ძალა) ზემოქმედებით ოთახის ტემპერატურის დროს ენერგოტევადი ფაზური გარდაქმნების გარეშე, რაც უზრუნველყოფს მიღებული პროდუქტის მაღალ ხარისხს და მცირე ენერგოხარჯებს.

მემბრანული მეთოდები პერსპექტიულია სახალხო მეურნეობის პრაქტიკულად ყველა დარგისათვის, სადაც აუცილებელია გაყოფა, გაწმენდა, სიკაჟამე, სტერილიზაცია, ფრაქციონირება და კონცენტრირება. განსაკუთრებით აღნიშვნის ღირსია ის ეფექტი, რომელსაც იძლევა მემბრანული ტექნოლოგიისა და ტექნიკის გამოყენება თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანესი ეკოლოგიური და ტექნიკური პრობლემის - გარემოს დაცვის გადასაწყვეტად [2].

გაწმენდის ტრადიციული მეთოდებისაგან განსხვავებით ულტრაფილტრაცია და უკუოსმოსი საშუალებას იძლევა გაიწმინდოს კვების, რძისა და ხორცის, ცელულოზა - ქაღალდის, გალვანური, ქიმიური და სხვა საწარმოების ჩამდინარე წყლები ერთდროულად ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებისაგან. მემბრანული ტექნოლოგიის გამოყენება საშუალებას იძლევა ერთდროულად გადაიწყდეს წყლის გაწმენდის და გარკვეული ღირებულების მქონე ნარჩენების უტილიზაციის პრობლემები, შეიქმნას უნარჩენო ტექნოლოგიები წყალმომარაგების შეკრული ციკლით [3-5].

ჩვენს მიერ, წლების განმავლობაში ჩატარებულ სამუშაოთა საფუძველზე, შექმნილია რძის შრატის გადამუშავების ორსაფეხურიანი მემბრანული ხაზი, რომელიც უზრუნველყოფს I საფეხურზე ულტრაფილტრაციის მეშვეობით ცილის 35%-იანი კონცენტრატის მიღებას, ხოლო II საფეხურზე, მიღებული ულტრაფილტრაციის ფილტრატის უკუოსმოსით დამუშავების გზით, ლაქტოზის 25%-იანი კონცენტრატის გამოყოფას. ამავე დროს უკუოსმოსის ფილტრატი-სუფთა ტექნოლოგიური წყალი, რეცირკულირდება წარმოებაში. ხაზის წარმადობა შეადგენს 500 ლ/სთ და მისი დანერგვა წარმოებაში გათვალისწინებულია 1993 წელს.

დამუშავებული ხაზის პრინციპული სქემა მოცემულია 1 სურათზე. მემბრანული დანადგარი შედგება წინასწარი გაწმენდის ფილტრისაგან-1, ავზისაგან-2, ულტრაფილტრაციის სექციისაგან, რომელიც შედგება სამი ულტრაფილტრაციული აპარატისაგან-4, ავზებისაგან - 5 და 6, ტუმბოებისაგან - 3 და 7, უკუოსმოსის სექციისაგან, რომელიც შედგება ექვსი უკუოსმოსური



აპარატისაგან -9, ავზში-10 და 11, ტუმბოებისაგან-12, მილგაყვანილობებისაგან I...XVII.

რძის შრავი წინასწარი გაწმენდის ფილტრის I-ის გავლით მილგაყვანილობით-1 ჩაედინება ავზში-2, საიდანაც ტუმბოს-3 საშუალებით II და III მილგაყვანილობით მიეწოდება პარალელურად ულტრა-ფილტრაციის სექციის ორ ულტრაფილტრაციულ აპარატში-4 ორ ნაკადად, გაივლის რა აპარატებში გამოყოფილი ფილტრატი-ლაქტოზის წყალხსნარი ჩაედინება მილის-IV გავლით ავზში-5, ხოლო ნაწილობრივ დაკონცენტრირებული ცილის კონცენტრატი ორივე აპარატიდან V-მილგაყვანილობით ჩაედინება ავზში-6. ტუმბოს-7 საშუალებით და მილგაყვანილობის VI გავლით ნაწილობრივ დაკონცენტრირებული ცილის კონცენტრატი ორ ნაკადად მიეწოდება ულტრა-ფილტრაციის სექციის მესამე აპარატში-4, საიდანაც საბოლოოდ კონცენტრირებული ცილა მიეწოდება მომზარებელს, ხოლო გამოყოფილი ფილტრატი-ლაქტოზის წყალხსნარი, მილგაყვანილობით IV ჩაედინება ავზში-5.

ავზიდან-5 ლაქტოზის წყალხსნარი მილგაყვანილობით VIII და ტუმბოს-8 საშუალებით მიეწოდება უკუოსმოსის სექცი-აში მილგაყვანილობით IX, X და

XI, XII პარალელურად ოთხ უკუოსმოსურ აპარატში-9 ორ ნაკადად თითოეულში. გაივლის რა ლაქტოზას წყალხსნარი აპარატებში გამოყოფილი ფილტრატი - სუფთა წყალი XIII მილგაყვანილობით ოთხივე აპარატიდან ჩაედინება ავზში-10, ხოლო ნაწილობრივ კონცენტრირებული ლაქტოზის კონცენტრატი ოთხივე აპარატიდან XIV მილგაყვანილობით ჩაედინება ავზში-11.



ავზიდან-11 ტუმბოს-12 საშუალებით მიღგაცვანილობებით XV და ნაწილობრივ კონცენტრირებული ლაქტოზის კონცენტრატი პარალელურად მიეწოდება უკუოსმოსის სექციის ორ უკუოსმოსურ აპარატში-9 ორ ნაკადად თითოეულში. აპარატიდან გამოყოფილი ფილტრატი მიღგაცვანილობით XIII ჩედიდება ავზში-10, ხოლო საბოლოოდ დაკონცენტრირებული ლაქტოზის კონცენტრატი მიღგაცვანილობით XVII მიეწოდება მომხმარებელს.

ავზიდან-10 გამოყოფილი წყალი ბრუნდება წარმოებაში ტექნოლოგიურ პროცესში ხელშეორედ გამოყენებისათვის.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
(შემოვიდა 28.09.1993)

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Д. Сатиришвили, В. Бибелишвили, В. Эристави, Н. Кустява,  
Яхья Махлуль Аль-Зиннар

Безотходная технология производства молока с замкнутым циклом водоснабжения на основе мембранных процессов

Резюме

Изучены мембранные процессы переработки сыворотки. Установлены оптимальные мембраны и режимные параметры фракционирования сыворотки и концентрирования растворов лактозы. Разработана технология переработки сыворотки с замкнутым циклом водоснабжения на основе мембранной технологии и исходные требования к созданию двухступенчатой мембранной установки.

CHEMICAL TECHNOLOGY

D. Satirishvili, V. Bibelishvili, V. Eristavi, N. Kustiava, Yakhya Makhluul Al-Zinnar.

Wasteless Technology of Milk Production with Closed Cycle Water Supply on the Basis of Membrane Processes

Summary

Membrane processes of whey remaking have been studied. Optimal membranes, optimal regime parameters, fractionating of whey and concentrating of lactoze solution have been established.

Wasteless technology of whey remaking with closed cycle water supply on the membrane technology base and initial requirements on creation of two-stepped membrane installation have been elaborated.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Ю.И.Дитперский. Обратный осмос и ультрафильтрация. М., 1987.
2. И.И.Лопатов. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов, М., 1976.
3. А.Г.Храмцов. Промышленная переработка вторичного молочного сырья. Воронеж, 1986.
4. Известия вузов. Пищевая технология, № 3, М., 1987, 14-18.
5. ფირმა „სარტორიუსის“ მასალები. რძის მრეწველობის საბაზრო პოტენციალის მიმოხილვა 1989 - 1990 წწ.



Г.Н.Салуквадзе

## Новые данные по стратиграфии верхнеэоценовых и нижнеолигоценовых отложений междуречья Чанисцкали-Абаша (Западная Грузия)

(Представлено академиком И.П.Гамкрелидзе 13.05.1993)

Анализ печатных и рукописных работ показал, что ряд существенных вопросов стратиграфии позднеэоценовых и раннеолигоценовых образований Грузинской глыбы, в том числе и рассматриваемой полосы, является малоисследованным или невыясненным. Среди них особый интерес вызывают вопросы, касающиеся биостратиграфии и взаимоотношения пограничных слоев эоценового и олигоценового отделов, так как относятся к наиболее дискуссионным вопросам стратиграфии палеогеновой системы вообще.

Верхнеэоценовые и нижнеолигоценовые отложения описываемого участка прослеживаются вдоль северного борта Одишской депрессии (Центрально-Мегрельский синклиниорий по некоторым авторам). Они представлены эгрисской, аргветской и хадумской (майкопская серия) свитами. Литологические границы между ними, а также со смежными подразделениями отбиваются довольно четко. Каждая из них характеризуется устойчивостью литологического состава на значительных площадях. Названные стратоны можно причислить к выдержанным стратиграфическим реперам, позволяющим уверенно сопоставлять эоценовые и олигоценовые разрезы Грузинской части Закавказского межгорного прогиба.

В строении эгрисской свиты принимают участие коричневато-серые и темно-серые, часто тонкослоистые плитчатые мергели. Породы местами характеризуются повышенным содержанием сапропелевого органического вещества. Присутствие последнего свидетельствует о формировании вмещающих его слоев в придонных застойных участках седиментационного бассейна в условиях отсутствия свободного кислорода. Высказывается предположение и о сероводородном заражении этой части морского водоема. Все это, вероятно, послужило причиной ухудшения абиотических условий обитания морской бентосной, а возможно, и планктонной фауны эгрисского времени. В осадках свиты, кроме остатков рыб, были встречены (в нижней половине) сравнительно немногочисленные в видовом отношении фораминиферы — *Globigerina turcmenica*, *Globigerina praebulloides*, *G. subtriloculinoides*, *Pseudohastigerina micra* (с. Мухури). В них найден представитель икhtiофауны — *Lyrolepis caucasica* (с. Курзу). Мощность свиты 20-25 м (с. Медани), 18-22 м (с. Джгали), 25-30 м (с. Мухури), 35-40 м (р. Чачхури).

Приведенный выше состав сообщества мелких фораминифер, на наш взгляд, достаточен для выделения зоны *Globigerina turcmenica*. Ряд геологов предлагает проводить нижнюю границу этой зоны по появлению вида-



индекса. В изученном разрезе этот вид начинает присутствовать в нижних слоях эгрисской свиты. В пределах описываемой части Одишской депрессии отложения этого стратона без видимого несогласия налегают на зеленовато-серые мергели ("нижняя фораминиферовая свита") среднего эоцена. Однако в ряде мест Самегрело, согласно Е.К.Вахания и др. [1], свита "трансгрессивно и несогласно" налегает на более древние осадки.

Отмеченная зона установлена в битуминозных коричневатых-серых мергелях кумской свиты Северного Кавказа, а также в ее предполагаемых аналогах юга Украины [2]. Состав фауны описываемой зоны сходен с фауной одноименной зоны, установленной в ряде разрезов Закавказья и Малого Кавказа [3-5]. Некоторые исследователи считают, что зона *Globigerina turkmenica* Кавказа и Крыма соответствует зоне *Truncorotaloides rohri* Средиземноморья, области Тихого, Атлантического и Индийского океанов.

Следует отметить, что в определении возраста рассматриваемой зоны нет единодушия. Ряд исследователей ее относит к среднему эоцену, другие - к верхнему эоцену. В некоторых разрезах Закавказья в слоях зоны обнаружены верхнеэоценовые нуммулиты [6]. Следовательно, есть основание считать, что нижнюю границу верхнего эоцена предпочтительнее проводить под данной зоной.

Стратиграфически выше согласно залегает аргветская свита, представленная, в основном, зеленовато-серыми мергелями и, в меньшей степени, известковыми глинами. Глинистым материалом породы обогащаются преимущественно в верхней части. Хороший разрез свиты наблюдается между рр.Чанисцкали и Хобисцкали. По дороге Мухури-Цаленджиха (с.Джгали) непосредственно над эгрисской свитой пластуются зеленовато-серые и серые мергели и известковые глины рассматриваемой свиты. Мощность 72-75 м ( в других разрезах мощность свиты изменяется от 25 до 55 м).

Нижние слои свиты содержат фауну планктонных фораминифер - *Globigerapsis index*, *G. tropicalis*, *Globigerina praebulloides*, *G. subtriloculinoides*, *G.corpulenta*, *G.galavisi*, *G.tripartita*, *G.ouachitaensis*, *Globorotalia centralis*, *Pseudohastigerina micra* и др. Состав комплекса указывает на принадлежность вмещающих пород к зоне *Globigerapsis tropicalis*. Характерной особенностью зоны можно считать присутствие глобигераписов и крупных глобигерин. Ассоциация названных ископаемых организмов мало отличается от состава зоны *Globigerapsis tropicalis* и крупных глобигерин разрезов рр.Кубань и Хев Северного Кавказа [2]. Она, по-видимому, соответствует зоне *Globigerapsis semiinvoluta* Армении [7] и зоне *Globigerapsis index* Аджара-Триалети [4].

В верхних слоях аргветской свиты присутствуют *Globorotalia centralis*, *Pseudohastigerina micra*, *Globigerina praebulloides*, *G.subtriloculinoides*, *G.corpulenta*, *G.galavisi*, *G.tripartita*, *G.ouachitaensis*, *G.gortanii*, *G.officinalis*, *G. ampliapertura* и др. Аналогичный состав фораминифер в смежном литофациальном районе выделяется как зона *Globorotalia centralis* [5]. По положению в разрезе и по набору ископаемых фораминифер данные слои, по всей



вероятности, параллелизуются с верхней частью белоглинской свиты Северного Кавказа. Обращает на себя внимание указание В.А.Крашенинникова и Н.Г.Музылева [2] об отсутствии в этой части разреза представителей *Globigerapsis*. Здесь совместно находятся эоценовые и олигоценые (*Globigerina ampliapertura*, *G. officinalis* и др.) виды. Подобная картина наблюдается и в разрезе с.Мухури. На этом уровне, по утверждению В.А.Крашенинникова и А.Е.Птухяна [7] в Армении прослеживается зона *Globorotalia centralis-Globigerina gortanii*.

В разрезах сс. Джгали и Мухури в самой верхней части описываемой свиты(верхние 0,15-0,2 м) непосредственно под типичными хадумскими породами в слое известковистой глины совместно с единичными чешуями рыб обнаружена моллюсковая фауна – *Pseudomussium corneum* (*Chlamis cornea*), *Variamussium fallax* (здесь и далее моллюски опр.Казахашвили). Близ с.Салхино (бассейн р.Чачхури) эта часть свиты обогащена глауконитовым и песчаным материалом. Здесь найдены - *Variamussium fallax*, *Ostrea queteleti*, *Pycnodonta brongniarti* (*Ostrea brongniarti*). Названные представители моллюсков характерны для слоев (зоны) с *Variamussium fallax* (верхняя часть верхнего эоцена) некоторых регионов Северного Кавказа и Закавказья [9].

Хадумскую свиту слагают темно-серые и коричневато-серые преимущественно известковистые глины с многочисленными остатками иктиофауны и *Planorbella*. Наблюдаются редкие прослои песчаников и алевролитов. В разрезах исследованного участка Одишской депрессии данная свита согласно налегает на аргетские образования верхнего эоцена. В интервале 1,2-2,0 м от основания свиты определены – *Globigerina tapuriensis*, *G.praesaepis*, *G.galavisi*, *G.praebulloides*, *G.tripartita*, *G.ouachitaensis*, *G.officinalis*, *G.ampliapertura*, *Pseudohastigerina micra*. Все виды за исключением первых двух известны и в подстилающей зоне. Они здесь представлены в небольшом количестве экземпляров. Комплекс в целом характеризуется сравнительно небольшим разнообразием в родовом и видовом отношении. Однако, на наш взгляд, состав позволяет сопоставить его с зоной *Globigerina tapuriensis* Западной Грузии, Северного Кавказа и Армении [2,5,7].

По рр. Хобисцкали (с.Мухури) Очхамури и Чачхури в нижней части хадумской свиты обнаружена моллюсковая фауна – *Nucula comta*, *Lucina cf. batalpaschinica*, *Corbula cf.conglobata*, *Cassidaria buchi*, *Chlamis cf. bifida*, *Ch. Chadumica*. По данным Е.К.Вахания [9,10] и А.Г.Лалиева [11] в осадках свиты совместно с *Planorbella* присутствуют следующие представители моллюсков (сс. Джгали, Мухури, Напичху, Курзу, Салхино, Скурды) – *Nucula comta*, *Dentalium novaki*, *Cuspidaria variocostata*, *Dacridium cf. rugmeum*, *Arca (Batiarca) saxonica* и др. Многие из перечисленных видов являются характерными для хадумского комплекса (рюпельский ярус Западной Европы) Северного Кавказа и Ахалцихской депрессии. Иногда эту часть олигоцена в разрезах Грузинской глыбы выделяют как слои с *Nucula comta*.

გ. სალუკვაძე

ახალი მონაცემები ჭანისწყალი-აბაშის შუამდინარეთის ზედა  
ეოცენური და ქვედა ოლიგოცენური ნალექების  
სტრატиграფიის შესახებ

რეზიუმე

ეგრისის და არგვეთის წყებებში გამოიყოფა ზონები: *Globigerina turcmenica*,  
*Globigerapsis tropicalis*, *Globorotalia centralis*. ხადუმის წყებაში გამოიყოფა ზონა  
*Globigerina Tapuriensis*.

GEOLOGY

G. Salukvadze

### New Data on Stratigraphy of the Upper Eocen and Lower Oligocene Deposits of the Chanistskali-Abasha Interflow

Summary

In the Egrisi and Argveti suites the following zones have been distinguished;  
*Globigerina turcmenica*, *Globigerapsis tropicalis*, *Globorotalia centralis*. The  
*Globigerina tapuriensis* zone is in the Khadum suite.

#### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.К.Вахания, Д.Ю.Папава, Д.Е.Вахания*. Сообщения АН ГССР, **79**, 2, 1975.
2. *В.А.Крашенинников, Н.Г.Музылев*. Вопросы микропалеонтологии, вып. 18, 1975.
3. *Г.С.Годердзишвили*. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1979.
4. *М.В.Качарава*. Стратиграфия палеогеновых отложений Аджара-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1977.
5. *Н.Ш.Салуквадзе, Е.А.Цагарели, Т.Т.Гавтадзе*. Сообщения АН ГССР, **137**, 3, 1990.
6. *Н.Ш.Салуквадзе*. Труды ГИН АН ГССР, нов.сер.вып. 89, 1985.
7. *В.А.Крашенинников, А.Е.Птухян*. Вопросы микропалеонтологии, вып. 28, 1986.
8. *И.А.Коробков*. Ежегодник ВПО, **XXI**, 1978.
9. *Е.К.Вахания*. Сообщения АН ГССР, **XXVII**, 5, 1961.
10. *Е.К.Вахания*. Труды ВНИГРИ, вып. 151, 1973.
11. *А.Г.Лалиев*. Майкопская серия Грузии. М., 1964.



გ. ბუაჩიძე, ი. ბუაჩიძე (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

## შავი ზღვის გოგირდწყალბადიანი ზედაპირის მდგომარეობა აჭარის სანაპიროსთან

შავი ზღვის დიდი და რთული ისტორიის [1] შედეგად მიღებული უნიკალური აღნაგობა - მძლავრი გოგირდწყალბადიანი შრე, რომელზედაც განლაგებულია თხელი ფენა ქანგბადიანი წყლისა (სიციცხლის ზონა) - განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს გამყოფი ზედაპირის მდგომარეობას.

საქართველოს მიმდებარე აკვატორიუმში ამ ზედაპირის სიღრმის პირველი სისტემატური გაზომვები ჩატარდა 1973 წელს ყოფილ საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის ექსპედიციასთან ერთად [2]. ნაპირიდან სხვადასხვა დაშორების წერტილებში (ზღვის სიღრმე მერყეობდა 300-1800 მ) იგი შეადგენდა 200-220 მ და მთლიანად შეესაბამებოდა აუზისათვის დადგენილ საშუალოს. შემდგომი 15 წლის მანძილზე სხვა სამუშაოების დროს ტარდებოდა ერთეული გაზომვები, რომელთა მნიშვნელობა თავსდებოდა აღნიშნულ ინტერვალში. მოულოდნელად, 1988 წელს, ბათუმის ტრავესზე ნაპირიდან 5კმ დაშორებით გაზომვებმა გვიჩვენა სიღრმე 150 მეტრი (სამი გაზომვის საშუალო). დაიგეგმა სისტემატური სამუშაოები მთელ სანაპიროზე, რომლებიც გასაგები მიზეზების გამო ვერ ჩატარდა. მოვახერხებ მხოლოდ 1989 წლის ნოემბერში ათი დღის განმავლობაში გამოგვეკვლია აჭარის სანაპიროს მიმდებარე ზოლი.

მიუხედავად მოპოვებული მასალის ფრაგმენტულობისა, მიზანშეწონილად მივიჩნით წინასწარი შედეგების გამოქვეყნება, ვითვალისწინებდით რა გამოვლენილ ტენდენციასა და მომავალი ანალიტიური კვლევების მნიშვნელობას.

მოკლედ შევხებით საკვლევი საკითხის არსს. გოგირდწყალბადის არსებობა შავი ზღვის ღრმა წყლებში პირველად ნ. ანდრუსოვმა აღნიშნა გასული საუკუნის ბოლოს. იმ დროს არსებული კონცეფციის მიხედვით იგი წარმოადგენდა ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგს. თუმცა, ნ. ზელინსკიმ და ი. ბრუსილოვსკიმ ჯერ კიდევ 1893 წელს აღნიშნეს ბაქტერიების მიერ სულფატრედუქციის შესაძლებლობა, რაც შემდეგ დაამტკიცეს პ. დანილიჩენკომ და ნ. ჩიგირინმა [3], ორგანულ გოგირდს მაინც ეძლეოდა უპირატესობა სამოციან წლებამდე, როდესაც იზოტოპური კვლევებით განისაზღვრა გოგირდწყალბადში მათი მცირე წილი [4].

სულფატების ინტენსიური გარდაქმნა სპეციფიკური ანაერობული ბაქტერიების ცხოველმოქმედების შედეგად ვითარდება სელიმენტური შრის ზედა ნაწილში, და სწორედ ფსკერთან არის გოგირდწყალბადის გაზრდილი კონცენტრაცია (13,5 მლ/ლ) [5]. მეორე, უფრო მცირე მაქსიმუმი განლაგებულია ქანგბადიანი და გოგირდწყალბადიანი შრეების გამყოფი ზედაპირის ქვეშ (7 მლ/ლ), სადაც ზედა ფენაში არსებული ორგანული ნივთიერების 20% ჩაედინება (დანარჩენი იჟანგება იმავე ფენაში).

აღნიშნულ პროცესთან მჭიდროდაა დაკავშირებული ქანგბადის ხარკვა ანაერობულ პირობებში, რაც გამოიხატება ორგანული და არაორგანული ნახშირბადისა და სულფიდების დაქანგვაში [6]. მასშტაბის წარმოსადგენად



საკმარისია აღვნიშნოთ, რომ ზღვის სიღრმეში ნახშირბადის მარაგი 3 ათასჯერ აღემატება ქანგბადისას.

გოგირდწყალბადიანი უქანგბადო ზონის გაჩენა-არსებობის აუცილებელი პირობაა ინტენსიურ სელიმენტაციასთან ერთად წყალში ვერტიკალური მოძრაობის (კონვექციის) მეტად პატარა სიჩქარე. უქანასკნელად შავი ზღვის აუზში ასეთი პირობები შეიქმნა ჰოლოცენის დროში [7].

პლეისტოცენში იგი წარმოადგენდა აბალეექსტურ წყალსატევს თითქმის მტკნარი წყლით, რომლის მარილიანობა შეადგენდა - 8-12%, ხოლო დონე კი თანამედროვეზე დაბლა იყო 30-40 მეტრით (ზოგი მკვლევარი 60 მ და მეტსაც ასახელებს) [8]. თუ გავითვალისწინებთ ბოსფორის სრუტის აღნაგობას (სამხრეთი საფეხურის სიღრმე 24მ შეადგენს), მხოლოდ მსოფლიო ოკეანის დონის აწევამ თანამედროვემდე (ან ცოტა მეტზეც) მისცა საშუალება ხმელთაშუა ზღვის მარილიან (38,5 %) წყალს შემოსულიყო შავ ზღვაში 200 კმ<sup>3</sup> წელიწადში ოდენობით (გაედინება თითქმის ორჯერ მეტი განმარჩილებული 17,5 % წყალი).

ამ მოვლენას პრინციპული მნიშვნელობა ჰქონდა შავი ზღვის ისტორიაში, რადგანაც მოხდა წყლის სტრატოფიცირება სიმკვრივის მიხედვით, ე.ი. გამწვლდა ვერტიკალური კონვექცია, რამაც დასაბამი მისცა უქანგბადო შრეს [9]. ასე წარმოიქმნა გოგირდწყალბადიანი ზონა, რომელიც დღეს წარმოადგენს ზღვის 90% (აუზის მოცულობას განსაზღვრავენ როგორც 534 კმ<sup>3</sup>), რამაც იგი მსოფლიოში უდიდეს უქანგბადო წყალსატევად აქცია.

განვიხილოთ გოგირდწყალბადისა და ქანგბადის ზონების გამყოფი ზედაპირი. თუ პლეისტოცენისა და ჰოლოცენის საზღვარს განვსაზღვრავთ 7-9 ათასი წლით [10, 7], მაშინ ქანგბადის „დაშლის“ მუდმივა აუზისათვის შეადგენს 3,8·10<sup>17</sup>/წელი [9]. ბათიგრაფიული მრუდი (ზღვის ფართობი და მოცულობა შეფარდებული სიღრმესთან) საშუალებას გვაძლევს გამოვსახოთ აღნიშნული ზედაპირის ჩაწოლის სიღრმე როგორც დროის ლოგარითმული ხასიათის ფუნქცია. გათვლებით გამოდის, რომ ზღვის უღრმესი ნაწილები გადაიქცა უქანგბადოდ 7300 წლის წინათ. შემდეგ ეს ზონა გავრცელდა ძლიერ სწრაფად, დაფარა ფსკერის 30 % 100 წლისა, ხოლო 50 % კი 400 წლის განმავლობაში. მომდევნო პერიოდში სიჩქარე კლებულობს და ბოლო 2000 წელი ეს ზედაპირი ამოიზიდება 400 მ სიღრმიდან. თანამედროვე პერიოდი შეიძლება განისაზღვროს როგორც მუდმივი დონისადმი ასიმპტოტური მიახლოება.

აღსანიშნავია, რომ 80-იანი წლებიდან იწყება გოგირდწყალბადიანი წყლების სპორადული შემოჭრა შვედის ზონაში, აგრეთვე ერთეული „აფეთქებები“, როდესაც, მაგალითად, ამ ტიპის წყლების უეცარი ამოსვლის შედეგად 1984 წელს იალტის პლაჟთან ივლისში შუა დღისათვის მოკლე დროით წყლის ტემპერატურა 12°C-მდე დაეცა (ზეპირი შეტყობინება).

განვიხილოთ ბოლო კვლევების შედეგები. სადგურების განლაგება მოცემულია 1 სურათზე, ხოლო გოგირდწყალბადიანი შრის ზედაპირის სიღრმე - 1 ცხრილში (განსაზღვრის ინტერვალი არ აღემატება 5 მეტრს).

საკვლევი წერტილები მკვეთრად იყოფა ორ ჯგუფად, პირველი, განლაგებული მწვანე კონცხის ტრავერსზე და მის ჩრდილოეთით (195 მ) და ორი ანომალური წერტილი ბათუმისა და მახინჯაურის ტრავერსებზე (155 და 160 მ). აღსანიშნავია, რომ საკვლევი სიდიდე არ ავლენს დამოკიდებულებას არც ნაპირიდან მანძილზე და არც ზღვის სიღრმეზე; სხვათა შორის, არც შვედის აგებულებაზე, რადგანაც ციხისძირთან გადის ორი დიდი ზონის საზღვარი [11]. გამყოფი ზედაპირის სიღრმის

შეცვლა შეიძლება დავუკავშიროთ ორგანული მასალის ჩატანის ზრდას. ამრიგად, საშუალო სიღრმის შემცირება 5 მ-ით (200-დან 195 მ) დაახლოებით 15-20 წლის განმავლობაში ვერ აიხსნება კანონზომიერი ცვლებადობით და გამოწვეული უნდა იყოს ხმელეთიდან ჩამონატანის მიერ ზღვის დაბინძურების ინტენსიური ზრდით. საკითხის საბოლოო გადაწყვეტისათვის საჭიროა ჩატარდეს გოგირდის იზოტოპური ინტენტიფიცირება.

ცხრილი 1

დაკვირვების წერტილი, #	ტრავერსის კურსი, გრად	მანძილი ნაპირიდან, მ	ზღვის სიღრმე, მ	გოგირდწყალბადიანი ზედაპირის სიღრმე, მ
1	335	2000	330	192-197
2	315	5600	290	152-157
3	330	4000	410	158-163
4	335	4600	380	189-193
5	335	4300	480	194-199
6	335	4200	400	192-197

ანომალურად გამოიყურება ბათუმისა და მახინჯაურის წერტილები. ვინაიდან ისინი არ გამოირჩევიან არც მორფოლოგიურად და არც ჰიდროლოგიურად, უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ჩანადენში ვითარდება ორგანული მასალის კონცენტრაციის



სურ. 1 საღვურების განლაგება

მკვეთრი ზრდა. და მართლაც, ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის ეზოში გაყვანილმა ქაბურღილებმა უჩვენეს რამდენიმე ათეული მეტრის სიღრმეზე ნავთობპროლუქტებით დასვრა; ქარხნის ტრავერსზე 2-3 კმ მანძილზე ფსკერი დასვრილია მაშუთით.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ უკანასკნელ წლებში მოხდა გოგირდწყალბადიანი ზედაპირის ნიშნადი ამოწევა, რაც აიხსნება ორგანული ნივთიერებით ზღვის დაბინძურების გაზრდით. გამყოფი ზედაპირის ანომალური (მთელი რიგით მეტი) ამოზიდვა ბათუმთან და მახინჯაურთან დაკავშირებული უნდა იყოს სისტემატურ

ინტენსიურ საწარმოო დაბინძურებასთან. ამრიგად, გვეძლევა საფუძველი, რომ გამყოფი ზედაპირის ცვლებედობა მივიჩნიოთ სანაპირო ზოლის დაბინძურების უნივერსალურ მაჩვენებლად.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
საინჟინრო გეოლოგიისა და ჰიდროგეოლოგიის  
ინსტიტუტი

Г.И.Буачидзе, И.М.Буачидзе

## Положение сероводородной поверхности Черного моря у побережья Аджарии

Резюме

Даются результаты измерений глубин поверхности раздела кислород-сероводород с связи с изменениями за 20 лет (начальный интервал 200-220 м).

Современная средняя глубина значительно уменьшена на 5 м и составляет 195 м, что указывает на увеличение скорости подъема поверхности раздела; у Батумского порта исследуемая величина меньше на 40-50 м из-за аномального увеличения внедрения органического материала (вероятно промышленное загрязнение). Т.о. имеется основание считать глубину залегания поверхности раздела универсальным показателем загрязнения прибрежной полосы.

GEOCHEMISTRY

G. Buachidze, I. Buachidze

## Hydrogen Sulphide Surface Disposition in the Black Sea within Adjara Shore

Summary

The results of the depth measurements of the oxygen-hydrogen sulphide interface are given in terms of the changes which have taken place for the last 20 years (the previous interval was 200-220 m). Nowadays the average depth is 5 metres less, and in Batumi port environs this value is even 40-50 metres less due to increased penetration of the organic matter (pollution is possible). So, the depth of this interface could be universal index of pollution on the seashore.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.И.Буачидзе. Геотектоника, 2, 1977.
2. А.В.Месхетели, Г.И.Буачидзе и др. Результаты исследований комплексной экспедиции в восточной части Черного моря. Фонды ИВП АН СССР, М. 1974.
3. П.Т.Данильченко, Н.И.Чигирин. Труды Севастопольской биостанции АН СССР, сер. 2, 10, 1926.
4. W.Deuser. Science, 168, 3939, 1970.
5. K.Emery, J.Hunt. In: The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology. AAPG, Tulsa, USA, 1974.
6. H.Jannasch, H.Truper, H.Tuttle. In: The Black Sea. AAPG, Tulsa, USA, 1974.
7. E.Degens, D.Ross. Oceanographic expedition in the Black Sea: a preliminary report, No 24300, 1969.
8. R.Scholten. In: The Black Sea. AAPG, Tulsa, USA, 1974.
9. W.Deuser. In: The Black Sea. AAPG, Tulsa, USA, 1974.
10. А.П.Виноградов, А.Л.Девирци и др. Геохимия, 9, 10, 1968
11. I.Buachidze. In: The Black Sea. AAPG, Tulsa, USA, 1974.



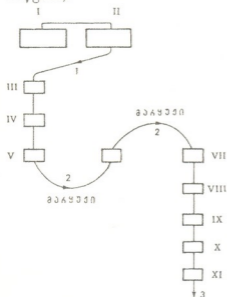


გ. ქაშაყაშვილი, ვ. ჭეიშვილი, ვ. ბააკაშვილი, გ. ქობალავა, გ. კაპანაძე

### რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის წვრილსორტული დგან „320“-ის რეკონსტრუქცია

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. გორდანიამ 14.06.1993)

რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის წვრილსორტული საამქროს დგან „320“-ის რეკონსტრუქცია ითვალისწინებს მოდერნიზაციის ორ ეტაპს: პირველი ეტაპით გათვალისწინებულია დგან „320“-ის სუფთა ხაზში დაიდგას ახალი მგლინავი 7-11 უჯრები და გლინვისათვის გამოყენებულ იქნეს ამჟამად მოქმედებაში მყოფი პირველი ექვსი უჯრა. წვრილსორტული პროფილების გლინვა რეკონსტრუქციის I ეტაპის შესაბამისი ტექნოლოგიით განხორციელდება I სურათზე მოცემული სქემის მიხედვით. მე-3 და მე-4 მუშა უჯრები, რომლებიც განლაგებულია ერთმანეთის მიყოლებით, ქმნიან ორუჯრიან უწყვეტ ჭვავს საერთო რედუქტორით, ხოლო მე-5 და მე-6 უჯრები განლაგებულია ერთ ხაზში და აქვთ, რა თქმა უნდა, ერთი საერთო რედუქტორი. აღსანიშნავია, რომ მოქმედებაში მყოფი 3-6 უჯრები მოიყვანება მოძრაობაში საერთო ამძრავის მეშვეობით, რომლის სიმძლავრეა 1800 ცხ. ძალა (600 ბრ/წუთში).



დგანის სრულ მოდერნიზაციასთან შედარებით არსებული პროდუქციის სორტამენტი შეზღუდულია. დგანზე იგლინება მხოლოდ Ø16-დან 30 მმ-მდე მრგვალი ფოლადი, №16 და №28 არმატურა, ანუ პერიოდული პროფილი და კვადრატული ფოლადი 18 მმ.

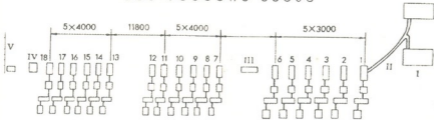
თითქმის ხუთი ათეული წელი ექსპლუატაციაში მყოფი საგლინავი დგანი „320“ ამჟამად ვერ აკმაყოფილებს იმ მოთხოვნებს, რომლებსაც მას უყენებენ ნაგლინის ხარისხისა და სორტამენტის მიხედვით. ამიტომ დაისვა საკითხი ამ დგანის რეკონსტრუქციის შესახებ.

წვრილსორტული დგანი რეკონსტრუქციის შემდეგ (სურ. 2) წარმოდგენილ იქნება მომჭიმავი შავი „400“/„370“. შუალედური, ანუ მოსამზადებელი „320“ და სუფთა „270“ სამი უწყვეტი ექვსუჯრიანი ჭვავებით. ყველა მუშა უჯრა შედგება ჰორიზონტალურად განლაგებული წვრილი გლინებისაგან. ხაზური ტიპის დგან „320“-ის ნაცვლად,

სურ.1. წვრილსორტული ნახევრადუწყვეტი დგან „320“-ის I-XI მუშა უჯრები; 1. ნაგლინის მიწოდების მიმართულება; 2. მარჯუეთი; 3. ნაგლინის ზოლი.

რომელიც მოქმედებაშია 1954 წლიდან, დაიდგმება და გაიშვება თანამედროვე მალალ სიჩქარეებზე მომუშავე ფართო ასორტიმენტის უწყვეტი ღგანი „270“.

სრულად მოდერნიზებული ღგან „320“-ის ნაცვლად უწყვეტი ღგან „270“-ის  
გ ა ნ ლ ა ბ ე ბ ი ს ს ქ ე მ ა



სურ. 2 I ნაშადების გამზურბელი მოწყობილობა; II მიმწოდებელი როლგანგები; III მურინავი მაკრატლები; IV თერმული განმტკიცების უბანი; V მაცივარი; 1-18 მუშა უჯრების ნომრები.

უნდა აღინიშნოს, რომ გლინვის მოქმედი ტექნოლოგიური სქემით (რეკონსტრუქციის შემდეგ), ფოლადის ზოლი პირველი, მესამე და მეხუთე უჯრებიდან გამოსვლისთანავე მოითხოვს მობრუნებას 90°-ით, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეუძლებელი იქნება პროფილის სიზუსტის დაცვა ფორმისა და ზომების მიხედვით. ნათქვამის გათვალისწინებით, ღგან „320“-ის სრული რეკონსტრუქციის შედეგად პირველ მუშა უჯრასა და II-ს შორის, მესამესა და მეხუთე მუშა უჯრებთან მიერთებულია მიმყოლი გადაწყვირებელი უჯრები.

რეკონსტრუქცია ტექნიკურად შესაძლებელს ხდის ღგან „270“-ზე გაიგლინოს, 2590-71 სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით, მრგვალი ფოლადი Ø 12-30 მმ, 5781-82 მიხედვით საარმატურე პერიოდული ფოლადი № 12- № 28 და 2591-71-ის შესაბამისად კვადრატი Ø 18 მმ. ზემოთ აღნიშნული პროფილების მისაღებად გამოიყენება ჩვეულებრივი ხარისხის ნაბშირბადოვანი ფოლადი, ხარისხული კონსტრუქციული და მცირედლირებული ფოლადები, მიღებული შემდეგი სახელმწიფო სტანდარტების შესაბამისად, 3080-71, 1050-74 და 5781-82.

ყველა ანგარიში (კალიბრების და ენერგოძალოვანი პარამეტრების) ჩატარებულია ფოლად 45-დან დამზადებულ მრგვალ პროფილებზე: 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30. ასევე კვადრატულ ფოლადზე Ø 18-ზე და 35/2 ფოლადისაგან დამზადებული საარმატურე პროფილების წარმოების მხედველობაში მიღებით.

ყველა ჩამოთვლილი პროფილის საწარმოებლად გამოიყენება კვადრატული განივი კვთის მქონე პროფილი 100-100 სიგრძით 2,6-დან 2,8-მდე, ხოლო ნაშადის გაბურების ტემპერატურა 1180-1200°C.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16.06.1993)



Г. Кашакашвили, В. Чеишвили, В. Баакашвили, Г. Кобалава, Г. Капанадзе

## Реконструкция прокатного стана Руставского металлургического комбината

### Резюме

В настоящем излагается реконструкция прокатного стана, которая выполняется двумя этапами. На первом этапе предусмотрено с использованием шести начальных клетей установление дополнительных рабочих клетей в виде непрерывной группы. Полная реконструкция мелкосортного стана предусматривает полную замену данного стана новым, современным, непрерывным станом „270“ в виде трех групп: черновой, подготовительной и чистовой.

METALLURGY

G. Kashakashvili, V. Cheishvili, V. Baakashvili, G. Kobalava, G. Kapanadze

## Reconstruction of the Mill "320" at the Small-Range Shop of the Rustavi Integrated Metallurgical Plant

### Summary

The reconstruction of the rolling mill "320" at the small-range shop of the Rustavi integrated metallurgical plant is supposed to be carried out in two stages. The first stage plans the usage of the first six stands of the existing or operating mill "320", and the mounting of working stands 7-11 on its continuation. The second stage of reconstruction supposes the entire replacement of the stand "320" with the new, modern rolling mill "270", having three continuous groups.

გ. კონიაშვილი, ო. კერვალიშვილი

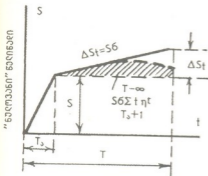
სამრეწველო საწარმოთა ელექტრომომარაგების სისტემის  
 პარამეტრების განსაზღვრა დატვირთვის პერსპექტიული  
 დინამიკის გათვალისწინებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ.გომელაურმა 2.06.1993)

ენერგეტიკაში ტექნიკურ-ეკონომიურ განვარიშებათა მოქმედი ტიპური მეთოდოლოგია [1] არ ითვალისწინებს დატვირთვის პერსპექტიულ დინამიკას სამრეწველო საწარმოთა სისტემის პარამეტრების შერჩევასთან დაკავშირებულ გამოთვლებში. შედეგად ირღვევა საკითხის გადაწყვეტის ოპტიმალობა, რასაც მოსდევს ელექტრული ენერჯის წლიური ჭარბი დანაკარგები. ამ საკითხზე ყურადღება გამახვილებულია [2] და [3] ლიტერატურულ წყაროებში.

[3] -ის მიხედვით დატვირთვის დინამიკასთან დაკავშირებული სიმძლავრის შესწორება რეკომენდებულია  $\mu S$  სიდიდის სახით, სადაც  $S$  არის საპროექტო სიმძლავრე, ხოლო  $\mu$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთვის მატების ტემპს ( $\delta$ ), დროის ფაქტორს ( $\eta$ ) და სიმძლავრის ნაზრდთა დაყვანას უსასრულო

პერსპექტიული პერიოდიდან ( $T \rightarrow \infty$ ) „ნულოვან“ წელიწადზე, ე.ი.  $\mu = \delta \sum_{T_i}^{\infty} \eta^i$



(სურ.1). წლიური დანაკარგების შესაბამისი ხარჯები მიღებულია წლიურ დაყვანილ ხარჯებად და დაშვებულია მათი გათანაბრება დაყვანილ წლიურ EK კაპიტალდაბანდებასთან, სადაც  $K$  არის კაპიტალდაბანდება, ხოლო  $E$  - მისი წლიური ეკონომიური ეფექტიანობის კოეფიციენტი. ასეთი მიდგომის ნაკლად მიგვაჩნია: დაყვანის პერიოდის უსასრულობისაკენ მისწრაფება ( $T \rightarrow \infty$ ); მატების ტემპის შეზღუდვა მხოლოდ ხაზოვანი კანონზომიერებით; დატვირთვის ნაზრდთა „ნულოვან“ წელიწადზე დაყვანილი სიდიდის წლიურ დაყვანილ სიდიდედ დაშვება.

სურ.1 დატვირთვის დინამიკის გათვალისწინების მოდელი 3-ის მიხედვით

[2] გვთავაზობს დატვირთვის დინამიკა გავითვალისწინოთ  $I_s \sum_{T_0}^{T_s} \eta^t$  სიდიდის

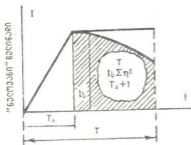
სახით (სურ.2), რაც, რა თქმა უნდა, ნაკლებად ასახავს რეალურ სურათს, ვინაიდან დაშვებულია საპროექტო სიმძლავრის მუდმივობა პერსპექტივაში ( $I_s = const$ ).

თუ დატვირთვის დენის ძალით ავსახავთ, მისი პერსპექტიული დინამიკის წარმოდგენა შეიძლება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$I_t = \lambda(t)I_s, \tag{1}$$

სადაც  $I_s$  არის საპროექტო სიმძლავრის შესაბამისი დენის ძალა, ა,

$\lambda(t)$  დინამიკურობის ამსახველი ფუნქცია.  $\lambda(t)$  სიდიდე დამოკიდებულია დატვირთვის დინამიკის კანონზომიერებაზე.



სურ.2 დატვირთვის დინამიკის გავითვალისწინების მოდელი [2]-ის მიხედვით.

საქართველოს ზოგიერთი დიდი საწარმოს დატვირთვის პერსპექტიული დინამიკისათვის დამახასიათებელი სტატისტიკური მასალის დამუშავების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ამ დინამიკის კანონზომიერება საკმარისი სიზუსტით შეიძლება აისახოს  $\lambda(t)$  ფუნქციის შემდეგი სამი გამოსახულებით: სწორხაზოვანი -  $\lambda(t) = 1 + (t - T_s)\delta$ ; ჩაზნექილი მრუდი -  $\lambda(t) = \delta^{(t - T_s)}$ ; ამოზნექილი მრუდი -  $\lambda(t) = [1 + (t - T_s)]^\delta$ . ამ გამოსახულებებში  $T_s$  არის სიმძლავრის ათვისების პერიოდი,  $t$  - წლების რაოდენობა „ნულოვანიდან“ ნებისმიერ წლამდე,  $\delta$  - დატვირთვის მატების ტემპის

ამსახველი კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობები საქართველოს ზოგიერთი სამრეწველო საწარმოსათვის დადგენილია ჩვენ მიერ და წარმოდგენილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

№	საწარმოს დასახელება	დატვირთვის მატების კანონზომიერება	$\delta$
1	საწარმოო გაერთიანება „ზოტი“	სწორხაზოვანი	0,170
2	საწარმოო გაერთიანება „ჭიათურის მარგანეცი“	„	0,260
3	რუსთავის ცემენტის ქარხანა	„	0,050
4	ტყიბულის „ქვანახშირი“	„	0,320
5	რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა	ამოზნექილი მრუდი	0,170
6	კასპის ცემენტის ქარხანა	„	0,600
7	ქუთაისის საავტომობილო ქარხანა	ჩაზნექილი მრუდი	1,045
8	რუსთავის ქარხანა „ქიმბოქო“	„	1,036
	ზეესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა	„	1,073

დატვირთვის დინამიკის გავლენის შედარებით უფრო ობიექტურად გათვალისწინება შეიძლება საინჟინრო გადაწყვეტის ეკონომიურობის დაყვანილი ჯამური ხარჯების მიხედვით შეფასებისას, რომლის შესაბამის საანგარიშო ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$Z = K \sum_1^I \gamma_i \eta^{i-1} + K_0 \sum_1^T \eta^i + eK \sum_1^T \eta^i + C_0 \left( \sum_1^T \beta_i \eta^i + \sum_{T_i+1}^T \lambda(t) \eta^i \right) \quad (2)$$

საპროექტო სიმძლავრის შესაბამის წლიურ დანაკარგებთან დაკავშირებული ხარჯები

$$C_0 = 3I_0^2 \rho \omega^{-1} m.$$

ამ ფორმულაში:  $K$  არის კაპიტალდაბანდება, გაღებული მშენებლობის პერიოდში, მან;  $K_0$  - კაპიტალდაბანდება, გაღებული ეტაპურად ექსპლუატაციის პერიოდში, მან;  $\gamma_i$  - კაპიტალდაბანდების ხვედრითი ნაწილი, რომელიც გათვალისწინებულია მშენებლობის რომელიმე  $i$  წელიწადს არაერთდროული კაპიტალდაბანდებისას;  $\eta = 1/(1+E)$  - დაყვანის, ანუ დროის ფაქტორის კოეფიციენტი;  $K_i$  - ეტაპური კაპიტალდაბანდება ექსპლუატაციის პერიოდში, მან;  $e$  - ამორტიზაციული ანარიცხები;  $\rho$  - ხვედრითი წინაღობა, ომი მმ<sup>2</sup>/მ;  $\omega$  - სადენის ან კაბელის კვეთი, მმ<sup>2</sup>;  $m$  - ერთი კვტ-ის წლიური დანაკარგების ღირებულება, მან/კვტ;  $\beta_i$  - დატვირთვის ხვედრითი ნაწილი, რომელიც გათვალისწინებულია სიმძლავრის ათვისების რომელიმე  $i$  წელიწადს;  $T$  - ექსპლუატაციის პერიოდი, რომლის შესაბამისად განისაზღვრება  $Z$  სიდიდე, მიღებულია ელექტრომომარაგების სისტემის სამსახურის ვადის ტოლი (20+30 წელიწადი);  $\alpha_i$  - ექსპლუატაციის პერიოდში ცალკეულ ეტაპებზე გაღებული კაპიტალდაბანდების ნაწილი.

ჯამური დაყვანილი ხარჯების მიხედვით ეკონომიურობის შეფასების სქემის მოდელი წარმოდგენილია მე-3 სურათზე დროის ფაქტორის გაუთვალისწინებლად.

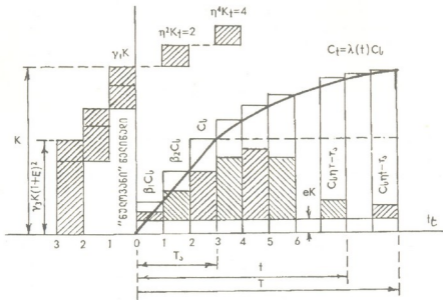
ოპტიმალური გადაწყვეტის მისაღებად ვისარგებლოთ მათემატიკის ცნობილი ხერხით, კერძოდ  $\frac{dZ}{dx} = 0$ . აქ  $x$  არის არგუმენტი, რომლის ფუნქციებია  $K$  და  $C$ .

მაგალითად, დენგამტართა კვეთის შერჩევისას  $K(\omega) = b+a\omega$ , ხოლო  $C_0(\omega) = 3I_0^2 \rho \omega^{-1} m$  თუ შევიტანთ აღნიშნულ მნიშვნელობებს (2) გამოსახულებაში და გავაწარმოებთ, გვექნება

$$\frac{dZ}{d\omega} = a \left( \sum_1^I \gamma_i \eta^{i-1} + \sum_1^T \alpha_i \eta^i + e \sum_1^T \eta^i \right) - 3I_0^2 \rho \omega^{-1} m \left( \sum_1^T \beta_i^2 \eta^{i-1} + \sum_{T_i+1}^T \lambda^2 \eta^i \right) = 0,$$

საიდანაც დენგამტართა ოპტიმალური კვეთი მმ<sup>2</sup>

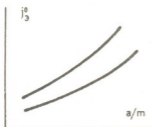
$$\omega = I_0 \sqrt{\frac{3 \rho m \left( \sum_1^T \beta_i^2 \eta^i + \sum_{T_i+1}^T \lambda^2(t) \eta^i \right)}{a \left( \sum_1^I \gamma_i \eta^{i-1} + \sum_1^T \alpha_i \eta^i + e \sum_1^T \eta^i \right)}}$$



სურ.3 ეკონომიურობის შეფასების სქემის მოდელი დაყვანილი ჯამური ხარჯების მიხედვით შემოვიტანოთ აღნიშვნა

$$j_3^0 = \sqrt[3]{\frac{a}{3 \rho m}} \tag{3}$$

რომელსაც დენის ეკონომიურ სიმკვრივეს უწოდებენ და შეიძლება მისი დადგენა  $\frac{a}{m}$  შეფარდების მიხედვით მე-4 სურათიდან,  $a$  არის ერთეული სიგრძის დენგამტარის ღირებულების ის ნაწილი, რომელიც დამოკიდებულია კვეთზე.



სურ.4  $j_3 = f(a/m)$  მრუდები ალუმინის და სპილენძის დენგამტარებისათვის.

გათვალისწინებული ( $\gamma_i = 1$ )

$$\xi = \sqrt{\frac{\sum_1^t \gamma_i \eta^{t-1} + \sum_1^T \alpha_i \eta^t + e \sum_1^T \eta^t}{\sum_1^{T_1} \beta_i \eta^t + \sum_1^T \lambda^2(t) \eta^t}} \tag{4}$$

წარმოადგენს კოეფიციენტს, რომელიც ითვალისწინებს დროის ფაქტორსა და დატვირთვის დინამიკას. ერთდროული ( $\gamma_i = 1$ ) და უეტაპო ( $\alpha_i = 0$ ) კაპიტალდაბანდებისას, როცა საპროექტო სიმძლავრეზე გასვლა მშენებლობის დამთავრებისთანავე არის

$$\xi = \sqrt{\frac{1 + e \sum_l^T \eta^l}{\sum_l^T \alpha^2(t) \eta^l}} \quad (5)$$

ეკონომიურად ოპტიმალური კვეთი, ცხადია, შეადგენს

$$\omega = \frac{T_0}{\xi J_0^0} \quad (6)$$

დენგამტარის კვეთზე დატვირთვის დინამიკის ზეგავლენის შემოწმების მიზნით განვიხილეთ რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ელექტროფოლადსადნობი საამქროს რეალური პროექტის ელექტროტექნიკური ნაწილის მუშა დოკუმენტაცია, რომელიც დამუშავებულია „მძიმე მრეწველ ელექტროპროექტის“ თბილისის განყოფილების მიერ.

პროექტის მიხედვით, რომელიც არ ითვალისწინებს არც დროის ფაქტორს და არც დატვირთვის დინამიკას, გათვალისწინებულია ერთ ხაზში ორი კაბელის ჩაწყობა, თითოეულის შერჩეული კვეთი შეადგენს 150 მმ<sup>2</sup>. დროის ფაქტორისა და დატვირთვის დინამიკის გათვალისწინებით აღნიშნულმა კვეთმა შეადგინა 185 მმ<sup>2</sup>, ხოლო ამის შედეგად ელექტრული ენერჯიის წლიური დანაკარგები მცირდება 20%-ით. შედეგი, რა თქმა უნდა, საგულისხმოა.

იმავე მსგელობის საფუძველზე არის მიღებული ტრანსფორმატორული ქვესადგურების ეკონომიური სიმძლავრის საანგარიშო ფორმულა

$$S_{x(t)} = \frac{\sqrt[3]{\sigma}}{DEF\beta \sqrt{\alpha}} \quad (7)$$

სადაც  $\sigma$ -არის დატვირთვის სიმკვრივე, კვა/კმ<sup>2</sup>;  $\alpha$  - მკვებავი ქსელის კონფიგურაციის კოეფიციენტი.

(7) ფორმულაში შემავალი დანარჩენი სიდიდეები ერთდროული, ერთეტაპიანი კაპიტალდაზანდებისას და საპროექტო სიმძლავრეზე ექსპლუატაციის პერიოდის დასაწყისშივე გასვლის პირობებში განისაზღვრება შემდეგი ფორმულების დახმარებით:

$$D = \sqrt{\frac{a_{\text{ექ}}(1 + e_{\text{ექ}} \sum_l^T \eta^l) \sum_l^T \lambda^2(t) \eta^l}{a_{\text{ბს}}(1 + e_{\text{ბს}} \sum_l^T \eta^l) + b_{\text{ბს}}(1 + e_{\text{ბს}} \sum_l^T \eta^l)^2}}$$

$$E = \sqrt[3]{\left(\frac{\lambda_3}{2} + 1\right)^2}$$

$$F = \sqrt[3]{\frac{0,25 \rho}{u_6^2}}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{m}{(1 + tm)^2}}$$



$$t = \frac{\Delta P_0 \sum_1^T \eta^t}{a_{33} (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t) + b_{33} L_{33} (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t)}$$

ამ ფორმულაში: აღნიშვნები - ქვ - ქვესადგურია, მქ - მაღალძაბვიანი ქსელი, დქ - დაბალძაბვიანი ქსელი,  $u_6$  - ძაბვა საამქროს ქსელში, კვ;  $b$  - დენგამტარის ღირებულების კვეთზე დამოუკიდებელი ნაწილი, მან/კმ;  $\Delta P_0$  - ტრანსფორმატორებში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ნაწილი, რომელიც არ არის დამოკიდებული მის სიმძლავრეზე, კვტ/ტრ;  $\lambda_j = \frac{b_{ej}}{a_{ej} \omega}$ , აქ  $\omega$  - დენგამტარის

ეკონომიური კვეთი, მმ<sup>2</sup>;  $L$  - ქსელის სიგრძე, კმ.

ანალოგიურად არის გამოყვანილი დაბალი ძაბვის მხარეს განლაგებული კონდენსატორების ეკონომიური რეაქტიული სიმძლავრის საანგარიშო ფორმულა

$$Q_{d(a)} = Q_6 - \frac{b_0 P_6}{\sqrt{(h+g)^2 - b_0^2}} \quad (8)$$

სადაც  $Q_6$  - ობიექტის საპროექტო რეაქტიული სიმძლავრე, კვარ;  $P_6$  - ობიექტის საპროექტო აქტიური სიმძლავრე, კვტ.

აღნიშვნები:

$$h = b_{33} (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t) + \Delta P m_1 \sum_1^T \lambda(t) \eta^t + \frac{2 \cdot 1 L_{33}}{u_3} \sqrt{a_{33} \rho m_1 (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t) \sum_1^T \lambda(t) \eta^t}$$

$$b_0 = \Delta P m_2 \sum_1^T \lambda(t) \eta^t + \Delta K e_j \sum_1^T \eta^t$$

$$g = 0,7 A_0 \sqrt[3]{\sigma_0}$$

ამ აღნიშვნებში: "მ" - მაღალი ძაბვა; "დ" - დაბალი ძაბვა; "კ" - კონდენსატორი; ქვ - ქვესადგური; "ქ" - ქსელი; "ა" - აქტიური სიმძლავრე;  $m$  - დანაკარგების ერთი კვტ-ის ღირებულება წელიწადში, ქსელში ( $m_1$ ) და კონდენსატორებში ( $m_2$ ), მან/კვტ წელიწადი;  $\Delta P$  - სიმძლავრის დანაკარგების სხვაობა დაბალი და მაღალი ძაბვის მხარეებს შორის, მან/კვარ;  $U_3$  - ძაბვა მაღალი ძაბვის ქსელში, კვ;  $\sigma_0$  - აქტიური დატვირთვის სიმკვრივე, კვტ/კმ<sup>2</sup>;

$$A_0 = 3 N D E F \beta \sqrt[3]{\alpha^2}$$

$$N = a_{33} (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t) + m \Delta P_0 \sum_1^T \eta^t + b_{33} L_{33} (1 + e_{33} \sum_1^T \eta^t)$$

დასკვნა: დატვირთვის დინამიკის გათვალისწინების შედეგად მაღლდება საპროექტო საწარმოთა ელემენტომომარაგების პარამეტრების შერჩევის ოპტიმალურობა და მცირდება ელემენტოვანი ენერჯის ყოველწლიური დანაკარგები.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოსულია 2.06.1993)

Д.А.Кониашвили, О.Г.Кервалишвили

## Определение параметров системы электроснабжения промышленных предприятий с учетом перспективной динамики нагрузки

### Резюме

С целью учета влияния динамики роста нагрузки и фактора времени на выбор параметров систем электроснабжения промышленных предприятий предложены поправочные коэффициенты и методы их определения.

Излагается новый подход выбора параметров системы электроснабжения промышленных предприятий с учетом динамики роста нагрузки и фактора времени.

ENERGETICS

G. Koniashvili, O. Kervalishvili

## Determination of Parameters in Supplying Industrial Enterprises with Electric Power, with the Perspective of Loading Dynamics

### Summary

Correction factors and methods of determination are suggested for the purpose of taking into account the influence of loading dynamics and time factor for selecting parameters in supplying industrial enterprises with electric power.

The new method of approach is given for selecting parameters in supplying industrial enterprises with electric power, taking into account the increase of loading dynamics and time factor.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Методика технико-экономических расчетов в энергетике. М., 1966.
2. *Н.А.Будзко, М.С.Левин, Т.Б.Лещинская*. Электричество, 5, 1976.
3. *А.М.Зельцбург*. Экономика электроснабжения промышленных предприятий. М., 1973.



გ. ჩიშკაძე, ვ. ჯამარჯაშვილი

### საქართველოს გეოთერმული ენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივის განსაზღვრისათვის

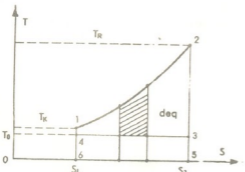
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ.ჯამარჯაშვილმა 20.12.1992)

ენერგომომხარების სწრაფი ტემპით განვითარება, ორგანული სათბობის რესურსების ამოწურვის რეალობა და სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის მავნე ზემოქმედება გარემოზე აუცილებელს ხდის არატრადიციული ენერგორწყაროების ათვისების აქტუალობას თანამედროვე მსოფლიოში და ხშირად, სწორედ ეს გარემოება ხდება ხოლმე ზოგიერთი უმართებულო თუ საეკოლოგიური ხასიათის განცხადების მიზეზი. კერძოდ, განსაკუთრებით ამ ბოლო დროს, სხვადასხვა საინფორმაციო საშუალებებით ფართოდ მკვიდრდება აზრი, თითქოსდა საქართველოში გეოთერმული ელექტროენერგეტიკის განვითარებას დიდი მომავალი ჰქონდეს. სამწუხაროდ, რეალური სურათი სულ სხვაგვარია.

ნებისმიერი სახის თბური ენერგიის, მათ შორის გეოთერმულისაც, რაოდენობრივ გარდაქმნას მექანიკურ (ელექტრულ) ენერგიად განსაზღვრავს თბური ენერგიის ექსერგიის სიდიდე, რადგანაც ექსერგია არის მოცემული თბური ენერგიის სიდიდის ის ნაწილი, რომელიც შეიძლება გარდაქმნილ იქნეს მექანიკურ (ელექტრულ) ენერგიად [1]. ამრიგად, ექსერგიის ცნების გამოყენების საფუძველზე მიღებული შედეგები წარმოადგენს იმ თეორიულად მაქსიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს თბური ენერგიის გარდაქმნის შედეგად და ამ მუშაობის სიდიდე არაა დამოკიდებული როგორც გეოთერმული ელექტროსადგურის სქემის (ერთ თუ ორკონტურიანის). ასევე მუშა სხეულის თვისებებზე.

როგორც ცნობილია, სითბოს ექსერგია  $de_q$  ტოლია კარნოს კოეფიციენტის ნამრავლისა სითბოს რაოდენობაზე [2]:

$$de_q = r_i \cdot d_q \tag{1}$$



დღეისათვის საქართველოში გეოთერმული ორთქლის წყარო არ არის მიკვლეული. ამ ფაქტის გათვალისწინებით გეოთერმული სითბოს ექსერგიის გრაფიკული ინტერპრეტაცია  $T, S$  კოორდინატებში მოცემულია 1 სურათზე.

სურათზე წირი 1-2 განსაზღვრავს გეოთერმული წყლის შეთბობის პროცესს მიწისქვეშა ბუნებრივ საციარულაციო კონტურში; ფართი, რომელიც შემოზღუდულია 1-2-5-6 წერტილებით, განსაზღვრავს

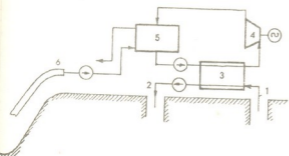
სურ. 1. გეოთერმული სითბოს ექსერგიის ინტერპრეტაცია  $T, S$  კოორდინატებში.

გეოთერმული სითბოს რაოდენობას, ხოლო ფართი 1-2-3-4 კი ექსერჯის სიდიდეს. მონაკვეთი 4-1 შეესაბამება გეოთერმული წყლის რენიჟექციის პროცესს. 1 სურ.-დან ჩანს, რომ სითბოს ექსერჯის სიდიდეს გეოთერმული წყლის მოცემული პარამეტრებისათვის განსაზღვრავს გარემოს ტემპერატურა  $T_a$  გარემოდ კი მიჩნეულია ატმოსფერო, ან ზღვისა თუ მდინარის წყალი იმისდა მიხედვით, რომელი გამოიყენება სითბოს „ცივი“ წყაროდ კონკრეტულ თბოენერგეტიკულ დანადგარში.

გეოთერმული წყლის  $G$  ხარჯისათვის ექსერჯის სიდიდე, (1) გამოსახულების გამოყენებით, საფუძველზე, რადგანაც  $T_K \approx T_0$  ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$E_g = Ge_g = G \cdot C_p \cdot T_0 \left[ \left( \frac{T_R}{T_0} - 1 \right) - \ln \frac{T_R}{T_0} \right] \quad (2)$$

სადაც  $C_p$  - გეოთერმული წყლის იზობარული ხვედრითი სითბოტევადობაა. ექსერჯის მაქსიმალური სიდიდე მიიღება იმ შემთხვევაში, თუ გარემოს ტემპერატურა ტოლი იქნება  $0^\circ C$ . რეალურ პირობებში, გეოთერმულ ენერგეტიკულ დანადგარებში გარემოს ტემპერატურად მიღებულ უნდა იქნეს მუშა სხეულის კონდენსაციის ტემპერატურა.



სურ. 2. ორკონტურიანი გეოთერმული ელექტროსადგურის პრინციპული სქემა. 1 - გეოთერმული წყარო; 2 - რენიჟექციის ჰაბურლი; 3 - ორთქლგენერატორი; 4 - ორთქლის ტურბინა; 5 - კონდენსატორი; 6 - გააცივებელი წყლის (შავი ზღვის 30 მ სიღრმიდან) მაგისტრალი.

საქართველოს გეოთერმული წყაროები მდებარეობს სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში, თანაც მათი უმრავლესობის სიახლოვეს არ გავაჩნია სითბოს „ცივი“ წყარო, ამიტომ კონდენსაციის ტემპერატურად მიღებულ უნდა იქნეს  $30^\circ C$ , რომლის რეალიზებაც შესაძლებელია ჰაერით გააცივებადი კონდენსატორის მეშვეობით, გამონაკლის წარმოადგენს საქართველოს ზღვისპირეთი. შავი ზღვის სახით საქართველოს გააჩნია დაბალტემპერატურიანი უნიკალურია. აქ 30 მეტრ

სითბოს კოლოსალური წყარო. ამ მხრივ შავი ზღვა იღრმეზე წყლის ტემპერატურა ტოლია  $6-8^\circ C$  და იგი პრაქტიკულად არ იცვლება თელი წლის განმავლობაში, მაშინ როდესაც ამავე განედის სხვა ზღვებსა თუ აკვანებში ტემპერატურის ასეთი მნიშვნელობები წყალს გააჩნია მხოლოდ 1-1,5 მეტრ სიღრმეზე. ოცდაათი მეტრის სიღრმიდან კონდენსატორისათვის ცივი წყლის მიწოდება ტექნიკურად და ტექნოლოგიურად დღეისათვის გადაწყვეტილი არ არის და გამოიყენება ზღვისპირა თბოელექტროსადგურებში. სითბოს „ცივი“ წყაროს ტემპერატურის შემცირება  $30$ -დან  $6-8^\circ C$ -მდე, საშუალებას იძლევა დაზარდოს გეოთერმული ელსადგურის მარგი ქმედების კოეფიციენტი და შესაბამისად მისი სიმძლავრეც. 2 სურ.-ზე მოცემულია გეოთერმული სადგურის



პრინციპული სქემა, როდესაც გამაციებელ თბომტარად შავი ზღვის წყალი გამოყენებული.

ცხრილი

კაბურღილის დასახელება		$E_q$ , კვტ	$E_q$ , კვტ	$E_q$ , კვტ	$E_q$ , კვტ
		$T_{\sigma}=273,15K$	$T_{\sigma}=303,15K$	$T_{\sigma}=279,15K$	$T_R=523,15K$ $T_{\sigma}=279,15K$
1		2	3	4	5
1. დრანდა	1-T	804	305	723	1933
2. ოხურეი	3	2009	921	1826	3609
3. ოხურეი	3-T	464	156	415	1289
4. კინდლა	2 ГГУ	1561	676	1414	3094
5. --"	1-T	1402	550	1263	3222
6. --"	2-T	1833	845	1767	3867
7. --"	3-T	353	113	315	1031
8. --"	6-T	658	254	592	1547
9. --"	7-T	2979	1395	2712	5156
10. --"	8-T	1933	867	1755	3609
11. --"	10-T	82	12	71	387
12. --"	11-T	2830	1325	2577	4398
13. --"	12-T	2830	1325	2577	4398
14. --"	15-T	2224	1016	1995	3867
15. საბერიო	5	18	75	15	1547
16. რეჩხი	1	374	99	332	1288
17. ზუგდიდი- ცაიში	3	809	278		-
18. --"	1 ОП	1379	268		-
19. --"	1-T	1428	490		-
20. --"	2-T	1571	585		-
21. --"	5-T	679	223		-
22. --"	8-T	1323	423		-
23. --"	9-T	1571	585		-
24. --"	10-T	2707	1201		-
25. --"	12-T	1571	585		-
26. --"	13-T	1720	566		-
27. --"	14-T	1810	594		-
28. --"	17-T	2095	860		-
29. --"	21-T	1099	394		-
30. მენჯი	2	456	144		-
31. ქვალონი	2	856	356	773	1805
32. --"	1-T	1902	541		-
33. ბია	2	1016	190		-
34. ყულევი	7	100	24	85	1031

35. სამტრედია	1	323	102	-
36. --"	5	95	30	-
37. --"	6	116	35	-
38. --"	7	432	130	-
39. ლისი	5-T	428	28	-
40. --"	6-T	98	18	-
41. --"	7-T	83	2	-
42. --"	8-T	25	3	-
43. საბურთალო	1	105	14	-
44. --"	4-T	225	8	-
45. ახალსოფელი	3-T	129	40	-
46. აგარა	5-T	106	26	-
$\Sigma E_g$		48611	18677	21207
				48078

ცხრილში მოცემულია საქართველოს გეოთერმული წყაროების ექსპერტიზის ჩამურსიდიდეთა მნიშვნელობები განსაზღვრული (2) გამოსახულების მეშვეობით  $T_0$ -ის სამი მნიშვნელობისათვის:  $T_0 = 273,15K$ ;  $T_0 = 303,15K$ ;  $T_0 = 279,15K$ . ამასთან,  $T_0$ -ის პირველი ორი მნიშვნელობისათვის  $\Sigma E_g$  განსაზღვრულია მთელი რესპუბლიკისათვის, ხოლო  $T_0 = 279,15K$  შემთხვევისათვის, მხოლოდ ზღვისპირა გეოთერმული წყაროებისათვის.

ცხრილიდან ჩანს, რომ  $E_g$ -ს მაქსიმალური ჯამური სიდიდე მიიღწევა  $T_0 = 273,15K$  დროს და იგი შეადგენს მხოლოდ ~50 მგვტ-ს, ხოლო რეალური  $T_0 = 303,15K$  შემთხვევისათვის ~19 მგვტ-ს; და ეს ყოველივე, გეოთერმული სადგურების ეკონომიურობის გათვალისწინების გარეშე.

ამრიგად, გამოკვლევამ, რომელიც ჩატარებულ იქნა თერმოდინამიკის ფუნდამენტური კანონების საფუძველზე, გვიჩვენა რომ საქართველოს გეოთერმული რესურსების გამოყენებით ელექტროენერჯის წარმოებას არ შეუძლია თუნდაც რამდენადმე მნიშვნელოვანი წილი შეიტანოს რესპუბლიკის ელექტროენერჯის წარმოების საერთო მოცულობაში. მას შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ რეგიონალური მნიშვნელობა, კერძოდ, კინდლისა და მიმდებარე გეოთერმული წყაროებისა და შავი ზღვის წყლის სითბოს „ცივ“ წყაროდ გამოყენების შემთხვევაში, როგორც ეს ცხრილიდან ჩანს, შესაძლებელია დაახლოებით 20 მგვტ სიმძლავრის ელექტროსადგურის რეალიზაცია, ამასთან, პერსპექტივაში შესაძლებელია მისი სიმძლავრის შემდგომი გაზრდა გეოთერმული და მზის ენერჯის კომბინირებული გამოყენების შემთხვევაში, პარაბოლოცილინდრული კონცენტრატორების გამოყენების შემთხვევაში. პარაბოლოცილინდრული კონცენტრატორების გამოყენება იძლევა მუშა სხეულის  $250^{\circ}C$ -მდე გაცხელების შესაძლებლობას, რაც უზრუნველყოფს სიმძლავრის გაზრდას 20-დან 50 მგვტ-მდე, მაგრამ ეს საკითხი ცალკე კვლევის საგანს წარმოადგენს.

საბოლოოდ, დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოში გეოთერმული ენერჯის გამოყენების ძირითად სფეროდ უნდა მივიჩნიოთ მისი გამოყენება თბომომარაგების, ხოლო რიგ შემთხვევაში სიცივის წყაროების მიზნით.

რაც შეეხება გეოთერმის ეკოლოგიურ პრობლემებს, ისინი ადვილად წყდება, თუ გამოყენებულ იქნება გეოთერმული წყლის რეინჟექცია.

ენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა  
საქართველოს სამეცნიერო-კვლევითი  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 19.2.1993)

ТЕПЛОТЕХНИКА

Г.В.Чимакадзе, В.А.Джамарджашвили

## К определению перспективы развития геотермальной энергетики в Грузии

### Резюме

На основе эксергетического анализа определены теоретически предельные значения выработки электроэнергии при использовании геотермальных вод Грузии.

ENGINEERING

G. Chimakadze, V. Jamarjashvili

## Determination of Perspective Development of the Geothermal Energetics in Georgia

### Summary

On the basis of energetical analysis great importance of producing electric power by applying geothermal waters of Georgia is theoretically grounded.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Энергия и эксергия. М., 1968, 189.
2. В.М.Бродянский. Эксергетический метод термодинамического анализа. М., 1973, 296.

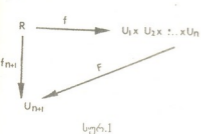
ამბროსი შერი მართვა და  
 ბამბოშელიანი ტაშენიკა

მ. ანობაძე, დ. ზანგურაშვილი, ნ. თევზაძე

ანკეტური გამოკითხვის ანალიზი არამკაფიო სიმრავლეთა  
 თეორიის საფუძველზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ.სალუქვაძემ 24.02.1993)

ზვირად რაიმე მნიშვნელოვანი პროექტის განხორციელებისას, გადაწყვეტილების მიღებას წინ უსწრებს შესაბამის სფეროში ანკეტური გამოკითხვები, რომლებიც ასახავენ მოსახლეობის დამოკიდებულებას მოცემული პრობლემისადმი. ტრადიციულად ანკეტური გამოკითხვის ანალიზი სრულდება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით. მათი გამოყენება კი გარკვეულ სიფრთხილეს მოითხოვს, რადგან ანკეტების მანქანურმა დამუშავებამ სტატისტიკური მასალის წინასწარი ანალიზის გარეშე შეიძლება მიგვიყვანოს მცდარ შედეგებამდე. ეს წინასწარი ანალიზი კი შეიძლება საკმაოდ შრომატევადი აღმოჩნდეს, როგორც მაგალითად, იმ ანკეტური გამოკითხვის დამუშავებისას, რომლის მიზანს წარმოადგენდა თბილისის საცხოვრებელი კომფორტის საკითხების შესწავლა [1]. მოცემულ ნაშრომში შემოთავაზებულია ანკეტური გამოკითხვის ანალიზის საკითხისადმი ახალი მიდგომა, რომელიც ეყრდნობა არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიას.



სურ.1

ამოცანის ფორმალიზაცია მდგომარეობს შემდეგში: ვთქვათ, ანკეტის კითხვებია  $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$  და მათი შესაძლო პასუხების სიმრავლეებია  $U_1, U_2, \dots, U_n, U_{n+1}$  შესაბამისად. ყოველი  $x_i$  განვიხილოთ როგორც რესპონდენტის პარამეტრი, რომლის მნიშვნელობათა სიმრავლეს წარმოადგენს  $U_i$  (ჩერ ვიგულისხმობთ, რომ რესპონდენტს ერთ კითხვაზე მხოლოდ ერთი შესაძლო პასუხის მითითების უფლება აქვს). ისმის კითხვა: როგორ არის  $x_{n+1}$  პარამეტრი დამოკიდებული  $x_1, x_2, \dots, x_n$  პარამეტრებზე? შეკადრად რომ ვთქვათ, ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა ნიშნავს ისეთი  $F: U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n \rightarrow U_{n+1}$  ფუნქციის მოძებნას, რომ სიმრავლეთა დიაგრამა (სურ. 1) იყოს კომუტაციური, სადაც  $R$  არის რესპონდენტთა სიმრავლე,

$$fR = (f_1r, f_2r, \dots, f_n r)$$

და  $f_r$  არის  $x_i$  კითხვაზე  $r$  რესპონდენტის მიერ მითითებული პასუხი. მაგრამ ზვირ შემთხვევაში მკვლევარს არ სჭირდება დიდი სიზუსტე. საკმე იმაშია, რომ რესპონდენტის არაობიექტურობით გამოწვეული კვლევის შედეგების დამაბინძურების თავიდან აცილების მიზნით მკვლევარი იძულებულია ანკეტის შედეგის გარკვეული კითხვის ისეთი შესაძლო პასუხები აირჩიოს, რომ რესპონდენტმა ამ





კითხვაზე პასუხის გაცემის დროს მიუთითოს თავისი „პასპორტული“ მონაცემები. ამის გამო, აღნიშნული  $F$  ფუნქცია, როგორც წესი, არ არსებობს (თუნდაც, თუ დავეყვარებოდებით იმით, რომ (1) იყოს „თითქმის კომპუტაციური“) და რომც იარსებოს, იქნება ზედმეტად დეტალიზებული ინფორმაციის მატარებელი. ამიტომაც, მკვლევარისათვის ინტერესს წარმოადგენს არა თვით  $F$  ფუნქციის პოვნა, არამედ მისი „შიაზლოებულისა“ როცა  $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$  პარამეტრების მნიშვნელობები  $U_1, U_2, \dots, U_n, U_{n+1}$  სიმრავლეების მაგივრად გაირბენენ  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n, Q_{n+1}$  შესაბამისად  $U_1, U_2, \dots, U_n, U_{n+1}$  -ის ელემენტების დამახასიათებელ სიტყვათა სიმრავლეებს (რომლებსაც მკვლევარი ადგენს თავისი ინტერესების მიხედვით. მაგალითად, კითხვა  $x_i =$  „ასაკის“ შემთხვევაში  $Q_i$  შეიძლება იყოს {ახალგაზრდა, საშუალო ასაკის, ხანდაზმული}). ის ფაქტი, რომ  $Q_i$  არის  $U_i$  სიმრავლის ელემენტების დამახასიათებელ სიტყვათა სიმრავლე, ნიშნავს იმას, რომ ფიქსირებულია რაღაც მიმართება  $S_i \subset U_i \times Q_i$ . მაგალითად, თუ  $x_i =$  „ასაკი“,  $U_i = \{18, 19, \dots, 75\}$ ,  $Q_i =$  {ახალგაზრდა, საშუალო ასაკის, ხანდაზმული}, მაშინ  $S_i$  შეიძლება იყოს ასეთი მიმართება:  $\{(n, \text{ახალგაზრდა}) \mid 18 \leq n \leq 40\} \cup \{(n, \text{საშუალო ასაკი}) \mid 37 \leq n \leq 60\} \cup \{(n, \text{ხანდაზმული}) \mid 55 \leq n \leq 75\}$ . ბუნებრივია, რომ აგებული მიმართება ატარებს სუბიექტურ ხასიათს. მკვლევარს კი უფრო აინტერესებს ისეთი  $S$ -ის განზილვა, რომელიც შესაბამეობა ექსპერტთა ჯგუფის წარმოდგენას: ექსპერტთა ჯგუფს სთხოვენ დაასახელოს  $U$ -ს რომელი ელემენტი მიაჩნია მას „ $q$ “-დ ყოველი  $q \in Q$ -სათვის. რიცხვი  $\mu_q(u) = a/b$ , სადა  $a$  არის იმ რესპონდენტთა რიცხვი, რომლებმაც  $u$  ელემენტი მიიჩნიეს „ $q$ “-დ, ხოლო  $b$  ყველა რესპონდენტთა რიცხვი, გვიჩვენებს  $u$  ელემენტის „ $q$ “-ობის ხარისხს და, მაშასადამე, ასახვა  $\mu_q: U \rightarrow [0; 1]$  შეგიძლია მივიჩნიოთ  $q$  ტერმინის შესაბამის არამკაფიო სიმრავლედ. ბუნებრივია, რომ  $S$  განესაზღვროთ შემდეგნაირად:

$$(u, q) \in S \text{ მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა } \mu_q(u) \geq 0,5 \tag{2}$$

არამკაფიო სიმრავლეების თეორიას საფუძვლად უდევს ის მოსაზრება, რომ ადამიანის ცნობიერებაში ბევრი ობიექტის მიერ ამა თუ იმ თვისების დაკმაყოფილებასა და არადაკმაყოფილებას შორის მკაფიო გამოჩვენა არ არსებობს. ამ თვალსაზრისით ყოველი ენა შეიძლება განვიხილოთ როგორც შესაბამისობა მსჯელობის არის არამკაფიო ქვესიმრავლეებისა და ამ ენის ტერმინებს შორის [2;3]. ზოგიერთი ტერმინის შესაბამისი არამკაფიო სიმრავლეები დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან. ასე, მაგალითად, ბუნებრივია, რომ

$$\mu_{\text{ძალიან } q^*}(u) = \mu_q^2(u) \tag{3}$$

$$\mu_{\text{არც ისე } q^*}(u) = \sqrt{\mu_q(u)} \tag{4}$$

$$\mu_{q_1, q_2, \dots, q_n^*}(u) = \max(\mu_{q_1} u, \mu_{q_2} u, \dots, \mu_{q_n} u) \tag{5}$$

ეს გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ გავამდიდროთ ტერმინების სიმრავლე  $\bar{Q}_{n+1} = \{ \text{ძალიან } q^*, \text{ არც ისე } q^* \mid q \in Q_{n+1} \} \cup Q_{n+1}$ .

$$Q'_{n+1} = \{ nq_1 \text{ ან } q_2, nq_1 \text{ ან } q_2 \text{ ან } q_3, \dots, nq_1 \text{ ან } q_2 \text{ ან } \dots \text{ ან } q_{d_{n+1}-1} \} \tag{6}$$

$$q_1, q_2, \dots, q_{d_{n+1}-1} \in Q_{n+1}, q_i \neq q_j \} \cup \bar{Q}_{n+1}$$

( $d_{n+1}$  არის  $\bar{Q}_{n+1}$ -ში ელემენტების რაოდენობა).

ახლა ჩვენ გვაქვს საშუალება, რომ მკაცრად ჩამოვყალიბოთ ამოცანა  $F$ -ს „შიაზლოებული“ ფუნქციის პოვნის შესახებ:



მოცემულია სასრული სიმრავლები  $R, U_i, Q_i (1 \leq i \leq n+1)$  და ასახვები:  $f_i: R \rightarrow U_i, \mu_i: U_i \rightarrow [0, 1]$  ყოველი  $q \in Q_i, 1 \leq i \leq n+1$ -თვის. უნდა ვიპოვოთ ისეთი ასახვა

$$F: Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n \rightarrow Q_{n+1}$$

რომ სრულდებოდეს პირობა:

(\*) თუ  $(q_1, q_2, \dots, q_n) \in Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n$  და  $r \in R$  ისეთი ელემენტებია, რომ ყოველი  $1 \leq i \leq n$ -თვის:

$$(f_i r, q_i) \in S_i, \tag{7}$$

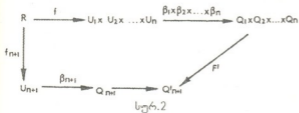
მაშინ

$$(f_{n+1} r, F(q_1, q_2, \dots, q_n)) \in S_{n+1}. \tag{8}$$

სადაც  $S_i$  მიმართებები განისაზღვრება (2)-ით,  $Q_{n+1}$  - (6)-ით,  $Q_{n+1} \setminus Q_n$  -ის ტერმინების შესაბამისი არამკაფიო სიმრავლები განისაზღვრება (3) - (5)-ით.

შევნიშნავთ, რომ იმ კერძო შემთხვევაში, როცა  $S_i$  მიმართებები წარმოადგენენ რაიმე  $\beta_i$  ფუნქციების გრაფიკებს, მაშინ (\*) პირობა ეკვივალენტურია შემდეგი დიაგრამის კომუტაციურობისა:

სადაც  $(\beta_1 \times \beta_2 \times \dots \times \beta_n)(u_1, u_2, \dots, u_n) = (\beta_1 u_1, \beta_2 u_2, \dots, \beta_n u_n)$



სურ.2

დავუბრუნდეთ ისევ ზოგად ამოცანას  $F'$  -ის პოვნის შესახებ და აღვნიშნოთ, რომ ჩვენ გვაკმაყოფილებს ამ ამოცანის მიზალოებული ამონხნა: ისეთი, რომ ფიქსირებულ-ლი  $(q_1, q_2, \dots, q_n)$  -თვის იმ

რესპონდენტების რიცხვი, რომელთათვისაც სრულდება (7) და არ სრულდება (8), არის შედარებით მცირე. ამ მიზალოებით ამონახსნს იძლევა შემდეგი ალგორითმი. ყოველი  $(q_1, q_2, \dots, q_n) \in Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n$ -თვის:

1. ვთქვათ,  $q$  არის  $Q_{n+1}$  სიმრავლის ისეთი ელემენტი (ერთ-ერთი), რომლისთვისაც რიცხვი

$$c\{r \mid r \in R_{(q_1, q_2, \dots, q_n)} \text{ და } (f_k r, q) \in S_k\}$$

$$\alpha_q = \frac{c(R_{(q_1, q_2, \dots, q_n)})}{c(R_{(q_1, q_2, \dots, q_n)})}$$

არის უდიდესი, სადაც

$$R_{(q_1, q_2, \dots, q_n)} = \{r \mid (f_i r, q_i) \in S_i \text{ ყოველი } i\text{-თვის, } 1 \leq i \leq n\} = \{r \mid \mu_{q_i}(f_i r) \geq 0,5 \text{ ყოველი } i\text{-თვის}\},$$

ხოლო  $c(A)$  აღნიშნავს  $A$  სიმრავლის ელემენტების რაოდენობას.

2. თუ  $\alpha_q \geq 0,5$ , მაშინ

$$F'(q_1, q_2, \dots, q_n) = q \tag{9}$$

თუ  $0,5 > \alpha_q \geq 0,8$ , მაშინ

$$F'(q_1, q_2, \dots, q_n) = q$$

კომენტარი: „მცირე გამოხაკლისით“;

თუ  $0,8 > \alpha_q \geq 0,7$ , მაშინ

$$F'(q_1, q_2, \dots, q_n) = q$$

კომენტარი: „არც ისე მკირე გამოჩაქლისით“;

თუ  $0,7 > \alpha_q$ , მაშინ

კომენტარი: „ $x_{n+1}$  პარამეტრის მიხედვით წგუფი არაერთგვაროვანია“.

აღვნიშნოთ, რომ შესაძლებელია ანკეტაში მკვლევარს ზოგიერთი კითხვის შესაძლო პასუხების დახასიათება სურს, ზოგიერთისა კი არა. როგორც, მაგალითად, კითხვა „სქესის“ შემთხვევაში. ამ შემთხვევაში  $Q_i$ -ის როლში შეიძლება შესაძლო პასუხების სიმრავლის აღება, ხოლო  $\mu$  ფუნქციების როლში მახასიათებელი ფუნქციებისა.

დაბოლოს, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჩვენ ვგულისხმობთ, რომ ანკეტა ისეთნაირად არის შედგენილი, რომ რესპონდენტს ერთ კითხვაზე მხოლოდ ერთი პასუხის მითითების უფლება აქვს. მაგრამ ეს არ არის არსებითი შეზღუდვა, რადგან თუ რაიმე  $x_i$  კითხვაზე რესპონდენტს აქვს არაუმეტეს  $s_i$  პასუხის მითითების უფლება, მაშინ  $U_i$  -ის როლში ავიღებთ შესაძლო პასუხების სიმრავლის ყველა არაუარყოფით, არაუმეტეს  $s_i$  ელემენტიან ქვესიმრავლეთა სიმრავლეს,  $Q_i$ -ს დავტოვებთ იგივეს და თუ  $\mu_q$  იყო განსაზღვრული შესაძლო პასუხების სიმრავლეზე, ახლა მას გავავრცელებთ  $U_i$  ზე შემდგენიარად:

$$\mu_q \{u_1, u_2, \dots, u_k\} = \frac{\sum_{j=1}^k \mu_q(u_j)}{k}$$

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
არქიტექტურის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 22.02.1993)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

М.Н.Ахобадзе, Д.Т.Зангурашвили, Н.Ш.Тевзадзе

## Анализ анкетного опроса на основе теории нечетких множеств

Резюме

В работе дан новый подход к вопросу обработки результатов анкетного опроса населения, опирающийся на теорию нечетких множеств.

AUTOMATIC CONTROL AND  
COMPUTER ENGINEERING

M. Akhobadze, D. Zangurashvili, N. Tevzadze

## Analysis of Public Opinion Polls Based on the Theory of Fuzzy Sets

Summary

The paper gives a new approach to the question of processing of questionnaires, based on the theory of fuzzy sets.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ნ.თევზაძე. სტუ-ს შრომები N 4, 1992.
2. L.A.Zadeh. Fuzzy Sets. - Inform. Contr., 8, 1965, 338-353.
3. L.A.Zadeh. Quantitative Fuzzy Semantics. Inform. Sci., 3, 1971, 159-176.



ნ. გელიშვილი

## მოწყობილობა ფუნქციის ექსტრემუმების დადგენისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ.სალუქვაძემ 13.04.1993)

დამუშავებული ხელსაწყო განკუთვნილია ავტომატური კონტროლისა და მართვის სისტემებში გამოყენებისათვის და დანიშნული გამოსაკვლევი პროცესის ექსტრემუმების დადგენისათვის იმ შემთხვევებში, როდესაც პროცესის დამახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები მოცემულია დროის ინტერვალებში ათვლის დასაწყისსა და დამთავრებას შორის. ამასთანავე, ხელსაწყოს გააჩნია შესაძლებლობა დაადგინოს სხვაობა ორ რიცხვს შორის აბსოლუტური მნიშვნელობის და ნიშნის მითითებით.

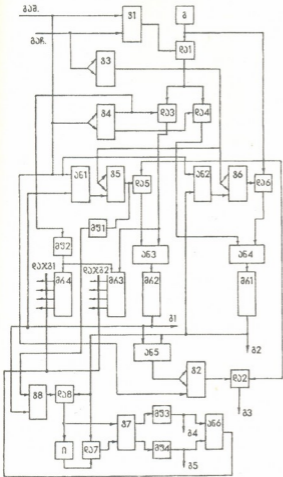
ხელსაწყოს სტრუქტურული სქემა მოყვანილია სურათზე.

სტრუქტურული სქემის შემადგენლობაში შემავალი ელემენტებისათვის მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: გ - იმპულსების გენერატორი, ტ1-ტმ - ტრიგერები, მრ1-მრ4 - იმპულსების ორობითი მრიცხველები, და1-დამ - ელემენტები „და“, დაჯ1 და დაჯ2 - „და“ სქემების ჭკუფები, ან1-ანნ - ელემენტები „ან“, მფ1-მფ4 - იმპულსების მაფორმირებლები, ი - ინვეტორი, გაშ. - გაშვების შესავალი, გაჩ. - გაჩერების შესავალი, გ1-გან - გამოსასვლელები.

მოწყობილობის მუშაობა სტრუქტურული სქემის მიხედვით წარმოებს შემდეგნაირად:

მუშაობის დაწყების წინ მრიცხველები მრ1-მრ4 და ტრიგერები ტ1, ტ3, ტ4 და ტმ მოყვანილი უნდა იყოს ნულოვან მდგომარეობაში სათანადო იმპულსით (სქემაზე ნაჩვენები არ არის).

ხელსაწყოს გაშვების სიგნალით ტრიგერები ტ2, ტ5 და ტნ მოიყვანება ნულოვან მდგომარეობაში და დააბლოკირებენ იმპულსების გაცემას მოწყობილობის გ3 გამოსასვლელსა და მრიცხველების მრ1-მრ4 თვლის შესასვლელებზე. ამავე გაშვების სიგნალით ტრიგერები ტ1 და ტ4 მოიყვანება ერთიანის მდგომარეობაში, რის შემდეგ სიგნალი დაფორმებული ტ4-ის გამოსასვლელზე მიღებული იმპულსის წინა ფრონტისაგან მაფორმირებელ მფ2-ით მიეწოდება მრიცხველ მრ3-ის ნულზე დაყენების შესასვლელსა და იმედროულად აბსცისების მრიცხველის მრ4-ის თვლის შესავალზე, ხოლო იმპულსები გენერატორიდან გ ან სქემების გავლით მიეწოდებიან საკლების მრიცხველის მრ2-ის და ორდინატების მრიცხველის მრ3-ის თვლის შესასვლელს და შეავსებენ მათ. გაჩერების სიგნალით ტრიგერი ტ1 მოიყვანება ნულოვან მდგომარეობაში, ელემენტი და1 აღმოჩნდება აკრძალვის მდგომარეობაში და მრიცხველებში მრ2 და მრ3-ში ფიქსირდება მაკლების რიცხვითი მნიშვნელობა. იმავე გაჩერების იმპულსი გადაიყვანს ტ3-ს საპირისპირო მდგომარეობაში. ამავე ტრიგერის პირდაპირი გამოსასვლელიდან გამოსული სიგნალის ფრონტი არ ახდენს გავლენას ტ5 და ტნ ტრიგერების მდგომარეობაზე.



ნახ. 1

მაკლების მნიშვნელობა მრიცხველ მრ1-ში ჩაიწერება ანალოგიურად, ამასთან, ტრიგერი ტ4 იმყოფება ნულოვან მდგომარეობაში; ხოლო ელემენტი და4 გახსნილია. გაჩერების მეორე სიგნალის მოსვლისას ტ3 შეიცვლის მდგომარეობას. მისი პირდაპირი გამოსავლიდან სიგნალის უკანა ფრონტი დააყენებს ტ5, ტნ ტრიგერებს მდგომარეობაში - ერთი. სიგნალი, დაფორმებული ტ5 ტრიგერის გამოსავლიდან მიღებული იმპულსის წინა ფრონტიდან მაფორმირებელ მფ1-ის საშუალებით მიეწოდება ტრიგერ ტმ-ს ნულოვან მდგომარეობაში მოსაყვანად, ხოლო იმპულსები შევსების გენერატორიდან ელემენტების და-ის და და-ის გავლით მიეწოდება მრიცხველების მრ1-ის და მრ2-ის შესასვლელებზე. მრიცხველების გადავსების სიგნალები ტ5 და ტნ ტრიგერებს დააყენებენ ნულოვან მდგომარეობაში, დააბლოკირებენ რა ამით სიგნალების შემდგომ მიწოდებას მრიცხველების მრ1-ის და მრ2-ის შესასვლელებზე.

იგივე სიგნალები მიეწოდება ტ2 ტრიგერის თვლის შესავალზე, რომელიც ორჭერადი მდგომარეობის შეცვლისას დააფორმირებს დროით ინტერვალს, პროპორციულს ორი რიცხვის სხვაობისას, რომლის განმავლობაშიც ნებადართულია იმპულსების გასვლა შევსების გენერატორიდან ელემენტ და2-ის გავლით, მოწყობილობის გ3 გამოსასვლელზე.

იმაზე დამოკიდებულებით თუ რომელ გამოსავალზე გაჩნდება სიგნალი უფრო ადრე გ1-ზე თუ გ2-ზე, შეიძლება ვიმსჯელოთ იმის შესახებ, თუ რომელი რიცხვია მეტი მიღებული ორი რიცხვიდან.

ფუნქციის ექსტრემალური მნიშვნელობების დადგენა ხდება ორი რიცხვის სხვაობის დადგენის პროცედურის პარალელურად.

იმ ციკლებში, რომლებშიც საკლების მრიცხველის მრ2-ის შემცველობა მეტია ვიდრე შემცველობა მაკლების მრიცხველისა მრ1-ის, გადავსების სიგნალები მრ2-დან წინ უსწრებენ მრ1 მრიცხველის გადავსების სიგნალს.

მრ2 - მრიცხველის გადავსების სიგნალები მიეწოდებიან ტმ ტრიგერის ერთიანში ჩაყენების შესასვლელს და მისი გამოსასვლელიდან დაშ სტემის ერთ-ერთ შესასვლელს, რომლის მეორე შესასვლელზე მრ1 მრიცხველიდან გადავსების სიგნალის მოსვლისას ამ დაშ სტემის გამოსასვლელიდან მიღებული სიგნალი განამტკიცებს ტ7 ტრიგერის მდგომარეობას.

იმ ციკლებში, რომლებშიც საკლების მრიცხველის მრ1-ის შემცველობა მეტია მრ2 მაკლების მრიცხველის შემცველობაზე, მრ1 მრიცხველის გადავსების სიგნალები წინ უსწრებენ მრ2 მრიცხველის გადავსების სიგნალებს. ამ შემთხვევაში მრ1 მრიცხველის გადავსების სიგნალები შეცვლიან ტ7 ტრიგერის მდგომარეობას და სიგნალი მისი გამოსასვლელიდან მაფორმირებელ მფ3-ის და „ან“ სტემის ანნ-ის გავლით, მიეწოდება „და“ სტემის ჭგუფების დაჯგ და დაჯგ2-ის ინფორმაციის გაცემის ნებადართვის შესასვლელზე. ამის შედეგად მოხდება მრ3 და მრ4- მრიცხველების მდგომარეობების ამოკითხვა, ხოლო სიგნალის არსებობა გამოსასვლელ გ4-ზე მიუთითებს, რომ მრიცხველებში ჩაწერილი ინფორმაცია შეესაბამება ფუნქციის მინიმალურ მნიშვნელობას. მრიცხველ მრ3-ში ჩაიწერება ორდინატის მნიშვნელობა მრიცხველ მრ4-ში აბსცისისა. ამრიგად, ამ მრიცხველებში ჩაწერილი ინფორმაცია ეთანადება ფუნქციის მნიშვნელობის იმ წერტილს, სადაც ადგილი აქვს ექსტრემუმს.

ტ7 ტრიგერის მდგომარეობა შენარჩუნებულ იქნება იმ მომენტამდე ვიდრე საკლების მრ2 მრიცხველში ჩაწერილი რიცხვი არ გახდება მაკლების მრ1 მრიცხველში ჩაწერილ რიცხვზე მეტი. მრ2 მრიცხველის გადავსების სიგნალი ტრიგერ ტმ-ს გადაიყვანს ერთიანის მდგომარეობაში და გადავსების სიგნალი დაშ სტემის გავლით გადაიყვანს ტ7-ს საპირისპირო მდგომარეობაში და სიგნალი ტ7 ტრიგერის გამოსავლიდან მაფორმირებელ მფ4 და ანნ-ის გავლით მიეწოდება „და“ სტემების ჭგუფების დაჯგ და დაჯგ2-ის ინფორმაციის გაცემის ნებადართვის შესასვლელზე. სიგნალის არსებობა გამოსასვლელზე გ5 მიუთითებს, რომ ინფორმაცია, ჩაწერილი მრ3 და მრ4 მრიცხველებში, ეთანადება ფუნქციის მაქსიმალური მნიშვნელობის მქონე წერტილს.

ამრიგად, დამუშავებული მოწყობილობა განაპირობებს შესაძლებლობას განვსაზღვროთ როგორც ორი მოცემული რიცხვის სხვაობა, ასევე ექსტრემუმები ფუნქციისა, რომელიც მოცემულია დროის ინტერვალებით ათვლის დასაწყისსა და ათვლის დამთავრებას შორის.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
 მართვის სისტემების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 22.04.1993)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И  
 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Н.К.Гдзелишვიли

Устройство для установления экстремумов функции

Резюме

Предложено и описано цифровое устройство как для определения максимальных и минимальных значений функции, так и для одновременного установления разности двух чисел, которые заданы временными интервалами текущих значений функции, между началом и концом отсчетов.

Приведена функциональная схема и ее описание.

N. Gdzelishvili

## Device for Function Extremums Determination

### S u m m a r y

A digital device, destined for simultaneous determination of minimum and maximum function values, as well as for difference between the beginning and the end of reading of current function values, is suggested and described.

A functional scheme and its description is given.



ო. ლაბაძე, მ. ცერცვაძე, გ. კუბლაშვილი

კუთხური გადაადგილების ნახევარცილინდრული  
 კოაქსიალური ურთიერთინდუქციური პირველადი  
 გარდამქმნელის გამოშვავალი მახასიათებლის მიღების მეთოდი

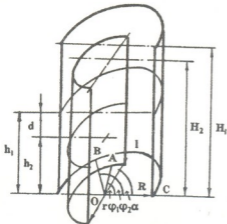
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. სალუქვაძემ 1.04.1993)

კუთხური გადაადგილების ნახევარცილინდრული კოაქსიალური ურთიერთინდუქციური პირველადი გარდამქმნელის ფუნქციონირებას საფუძვლად უდევს კოაქსიალურ ნახევარცილინდრულ ზედაპირებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის ცვლილება ამ ზედაპირებიდან ერთ-ერთის მობრუნების კუთხის მიხედვით. აღნიშნული პირველადი გარდამქმნელის პროექტირებისათვის აუცილებელია მისი გამოშვავალი მახასიათებლის ხასიათის დადგენა, რაც შესაძლებელი ხდება კუთხურად წანაცვლებულ კოაქსიალურ ნახევარცილინდრულ ზედაპირებს (სურ.1) შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის  $M$ -ის გამოთვლით. კოეფიციენტის საანგარიშოდ, ისევე, როგორც ნახევარწრიული ბრტყელ-პარალელური ფირფიტების შემთხვევაში [1] შესაძლებელია ვისარგებლოთ ღერძულსიმეტრიულად წანაცვლებულ ნახევარწრეწირულ რკალებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის გამოთვლით. კოეფიციენტის საანგარიშოდ ნახევარცილინდრული ზედაპირები უნდა წარმოვიდგინოთ ისეთი  $p$  და  $q$  რადიუსების ნახევარწრეწირების ერთობლიობად, რომელთა შორის მანძილი  $d=h_1-h_2$ .  $h_1$  იცვლება 0-იდან  $H_1$ -მდე,  $h_2$  იცვლება 0-იდან  $H_2$ -მდე.  $H_1$  და  $H_2$  ამ ცილინდრული ზედაპირების სიმაღლეებია.  $H_1=pb, H_2=qb$ , სადაც  $b$  ნახევარწრეწირული რკალის განიკვეთის დიამეტრია.

ცნობილია, რომ  $m$  და  $n$  უბნებისაგან შემდგარ კონტურებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტი [2]

$$M = \sum_{k=1}^n \sum_{i=n+1}^{n+m} M_{ki}, \quad (1)$$

სადაც  $M_{ki}$   $k$ -ურ და  $i$ -ურ უბნებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტია თუ  $M_{ki}$  არის  $i$  ნახევარწრეწირის სიბრტყიდან  $h_1$  მანძილით დაშორებულ  $R$  რადიუსის მქონე ნახევარწრეწირსა და ამავე სიბრტყიდან  $h_2$  მანძილით დაშორებულ  $r$  რადიუსის მქონე ნახევარწრეწირს



სურ.1 ნახევარცილინდრული კოაქსიალური ზედაპირები;

შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტი, მაშინ კოაქსიალურ ნახევარცილინდრულ ზედაპირებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტი (1)-ის თანახმად

$$M = \sum_{k=0}^{p-1} \sum_{i=0}^{q-1} M_{ki}$$

ენიდან  $M_{ki}$  გამოითვლება გამოსახულებით (3)

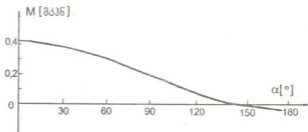
$$M_{ki} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\varphi_1=\alpha}^{(\pi+\alpha)} \int_{\varphi_2=0}^{\pi} \frac{rR \cos(\varphi_2 - \varphi_1) d\varphi_1 d\varphi_2}{\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + r^2 + R^2 - 2rR \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}}$$

სადაც  $\varphi_1 = \angle AOC$  და  $\varphi_2 = \angle BOC$  (იხ. სურ. 1), ამიტომ საძიებელი კოეფიციენტი

$$M = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=1}^{p-1} \sum_{m=1}^{q-1} \int_{\varphi_1=\alpha}^{(\pi+\alpha)} \int_{\varphi_2=0}^{\pi} \frac{rR \cos(\varphi_2 - \varphi_1) d\varphi_1 d\varphi_2}{\sqrt{(kb - nb)^2 + r^2 + R^2 - 2rR \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}}$$

ცხრილში მოყვანილია ეგმ-ზე რიცხვითი მეთოდით გამოთვლილი ნახევარ-ცილინდრულ კოაქსიალურ ზედაპირებს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები  $\alpha$ -ს ცვლილებისას 0-იდან 180°-მდე 10°-ის ბიჯით შემთხვევისათვის, როცა  $b=0.0015(\rho)$ ;  $r=0.026(\rho)$ ;  $R=0.036(\rho)$ ;  $p=4$ ;  $q=4$ .

$\alpha [^\circ]$	$M [\mu_0]$
0	0.4362
10	0.4311
20	0.4169
30	0.3954
40	0.3684
50	0.3372
60	0.3029
70	0.2662
80	0.2281
90	0.1893
100	0.1504
110	0.1123
120	0.0757
130	0.0413
140	0.0101
150	-0.0169
160	-0.0384
170	-0.0526
180	-0.0577



სურ. 2 პირველადი გარდამქმნელის გამოშვებული მაბასიათებელი.

2 სურათზე ნაჩვენებია ცხრილის მონაცემების მიხედვით აგებული მრუდი,

სურათიდან ჩანს, რომ ისევე როგორც ბრტყელპარალელური ნახევარწრიული ფირფიტების შემთხვევაში, მიღებული მრუდის ხასიათი იგივეა, რაც ღერძულსიმეტრიულად წანაცვლებულ ნახევარწრიულ რკალეს შორის ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის მობრუნების კუთხის მიხედვით ცვლილების ხასიათი: იგი არაწრფივია და მონოტონურად კლებადი. მიღებული მრუდი წარმოადგენს კუთხური გადაადგილების ნახევარცილინდრული ურთიერთინდუქციური კოაქსიალური პირველადი გარდამქმნელის გამოშავალ მახასიათებელს.

განხილული პირველადი გარდამქმნელი ხასიათდება რიგი ღირსებებით, რომელთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მისი არაინერციულობა. მისი წყალობით აღნიშნული გარდამქმნელი წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ ავტომატური მართვის სწრაფმოქმედი სისტემების უკუკავშირის რგოლში ინფორმაციის პირველად მიმწოდებლად.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
 მართვის სისტემების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 4. 05. 1993)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И  
 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

О.С. Лабадзе, М.З. Церцвадзе, Г.Ш. Кублашвили

Метод определения выходной характеристики  
 полуцилиндрического коаксиального  
 взаимоиндуктивного первичного преобразователя  
 угловых перемещений

Резюме

Приведен численно-аналитический метод расчета взаимоиндуктивности полуцилиндрических коаксиальных поверхностей. С использованием ЭВМ получена выходная характеристика рассмотренного класса первичных преобразователей угловых перемещений.

AUTOMATIC CONTROL AND  
 COMPUTER ENGINEERING

O. Labadze, M. Tsertsvadze, G. Kublashvili

Method of the Definition of the Output Characteristic for the  
 Semi-Cylindrical Coaxial Interinductive Initial Converter of the  
 Angular Transposition

Summary

The numeral-analytical method of the calculation of the mutual inductance for the semi-cylindrical coaxial surfaces is shown. The output characteristic of the initial converter of this kind is obtained by computer.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ო. ლაბაძე, მ. ცერცვაძე, გ. კუბლაშვილი. საქ. მეცნ. აკად. მომბე, 150, 1, 1994, 112-114.
2. П.Л. Калантаров, Л.А. Цейтлин. Расчет индуктивностей. Л., 1970.
3. მ. ცერცვაძე. სტუ-ის შრომები, 2, 395, 1993, 104-108.

Г.Е.Гваладзе, К.А.Чочиа, М.Ш.Ахалкаци

## Оплодотворение у лотоса *Nelumbo nucifera* Gaertn. (Nelumbonaceae)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г.Ш.Нахуциришвили 30.04.1993)

Эмбриология лотоса орехоносного *Nelumbo nucifera* Gaertn. достаточно хорошо изучена с применением светооптических методов исследования. Однако данные о процессе оплодотворения крайне скудны и во многом противоречивы. Существуют разногласия относительно последовательности слияния спермиев с женскими ядрами. Согласно одним авторам [1,2], полное объединение ядра спермия с полярными ядрами происходит позднее, чем ядра спермия с ядром яйцеклетки. По другим данным [3], сингамия и тройное слияние протекают почти одновременно. **Т.Б.Батыгина** [4] отмечает, что ядро спермия с полярными ядрами сливается раньше, чем с ядром яйцеклетки. Тип оплодотворения у лотоса определен как премитотический [2]. Более подробных данных о процессе оплодотворения у лотоса на сегодняшний день не существует.

Целью нашего исследования являлось изучение последовательных этапов процесса оплодотворения у лотоса для воссоздания целостной картины его протекания, а также для уточнения существующих в литературе спорных вопросов.

Лотос – водное растение, произрастающее в мелководных зарослях. Развитие цветка, цветение и оплодотворение происходят над поверхностью воды. После искусственного опыления на поверхность рыльца лотоса попадают 25–40 пыльцевых зерен (рис.1,а), погружающихся в слизистый секрет, выделенный рыльцем. Пыльцевые трубки формируются из пыльцевых зерен, однако до зародышевого мешка достигает и в процессе оплодотворения участвует лишь одна из них. Цитоплазма пыльцевой трубки крупноструктурная, содержит большое количество крахмальных зерен. Крупное вегетативное ядро расположено у кончика пыльцевой трубки, за ним следуют два одинакового строения спермия. Ядра спермиев находятся в интерфазном состоянии, о чем свидетельствует наличие у них четко выраженного ядрышка. Пыльцевая трубка продвигается в межклеточном пространстве вертикально расположенных сосочкообразных клеток рыльца, затем по специальному каналу достигает микропиле. Пройдя через средние пластинки оболочек клеток нуцеллярного колпачка, пыльцевая трубка входит в зародышевый мешок через одну из синергид (рис.1,б).

Под влиянием ударной силы изливаемого содержимого пыльцевой трубки происходит изменение формы синергиды. Ее латеральная стенка отходит от оболочки зародышевого мешка, и клетка свисает свободно, примыкая к микропилярному концу зародышевого мешка лишь своей

базальной частью. Содержимое синергиды дегенерирует (рис. 1, в). Ядро синергиды и вегетативное ядро пыльцевой трубки претерпевают пикноз, повышается степень окрашивания гиалоплазмы. Структура цитоплазмы разрушается. Вакуоль фрагментируется. Вторая синергида не изменяет своей структуры, сохраняется некоторое время, однако впоследствии дегенерирует. Содержимое обеих синергид утилизируется развивающимся зародышем.

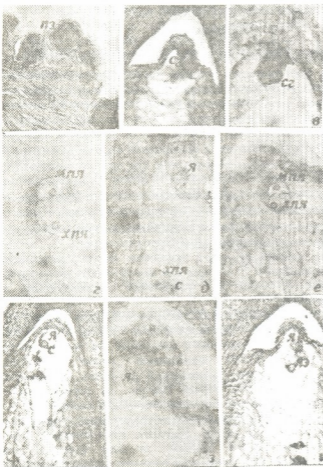


Рис. 1. МПЯ – микропилярное полярное ядро; ПЗ – пыльцевое зерно; ПТ – пыльцевая трубка; Р – рыльце; С – спермий; СГ – синергида; ХПЯ – халазальное полярное ядро; Я – яйцеклетка; ЯЭ – ядро эндосперма

ядро эндосперма. Во время слияния с халазальным полярным ядром спермия находится в интерфазном состоянии (рис. 1, д). Пронуклеусы образуют мосты слияния. Содержимое ядер после растворения мембран сливается. В оплодотворенном халазальном полярном ядре повышается степень окрашивания нуклеоплазмы (рис. 1, е), наряду с крупным,

Проникновение спермия в центральную клетку, его контакт и слияние с полярными ядрами опережают оплодотворение яйцеклетки. Следует отметить, что у лотоса полярные ядра после дифференциации и полного созревания зародышевого мешка обычно лежат около яйцевого аппарата, плотно прилегая друг к другу (рис. 1, г). Их слияния и образования вторичного ядра не происходит.

Оплодотворение полярных ядер у лотоса осуществляется по очень редкой схеме: ядро спермия сливается с халазальным полярным ядром, последующее слияние оплодотворенного халазального полярного ядра с неоплодотворенным микропилярным ядром некоторое время задерживается, позднее они сливаются, образуя первичное

выявляется и меньшее ядрышко спермия. Место проникновения спермия в халазальное ядрышко полярное ядро выделяется благодаря более интенсивной окраске.

Как отмечалось выше, процесс оплодотворения в яйцеклетке начинается и заканчивается несколько позже, чем в центральной клетке.

Процесс сингамии протекает сходно с оплодотворением центральной клетки. Спермий во время контакта с ядром яйцеклетки находится в состоянии интерфазы (рис. 1, ж). Слиянием женского и мужского (рис. 1, з) заканчивается процесс оплодотворения. Первичное ядро эндосперма делится раньше зиготы (рис. 1, и). Следовательно, развитие зародыща отстает от процесса формирования эндосперма.

Изучение оплодотворения у лотоса в разных климатических условиях выявило сходство структурных особенностей протекания данного процесса независимо от условий среды произрастания. Различия имеются лишь в темпе его осуществления. Так, например, на астраханском материале цветение происходило в августе, а оплодотворение начиналось через 8-9 часов после опыления. В Сухумском ботаническом саду лотос цветет в июне, а оплодотворение начинается через 13-14 часов после опыления.

На основе закономерностей митоза **Е.Н. Герасимовой-Навашиной**

[5] были зафиксированы три типа слияния пронуклеусов: премитотический, постмитотический и промежуточный. Впоследствии выяснилось, что указанные типы слияния не могут полностью охватить все многообразие процесса оплодотворения цветковых. Так, у онагровых обнаружен своеобразный, ранее неизвестный процесс слияния пронуклеусов [6]. Приняв во внимание то, что митоз наступает в уже оплодотворенных интерфазных женских клетках, авторы отнесли описанный ими процесс оплодотворения к атипичному премитотическому типу. Подобная онагровым картина оплодотворения была описана в роде *Galtonia* [7] и выделена, в отличие от предыдущих авторов, как новая форма промежуточного типа.

Согласно нашим данным, процесс оплодотворения у лотоса не повторяет полностью ни один из типов оплодотворения, описанных ранее [5]. На разных этапах слияния ядер прослеживаются черты, присущие каждому из трех типов оплодотворения. Наши исследования показали, что оплодотворение у лотоса повторяет фазы, описанные [6] у видов онагровых.

В литературе по эмбриологии лотоса, как уже отмечалось выше, существуют довольно противоречивые данные относительно динамики сингамии и тройного слияния. По полученным нами данным, тройное слияние у лотоса явно опережает сингамию. Подтверждением этому факту служит и то обстоятельство, что после оплодотворения в пластидах центральной клетки происходит активное накопление крахмальных зерен, в то время как яйцеклетка еще не проявляет каких-либо отличительных признаков.

Институт ботаники им. Н.Н.Кецховели  
Академии наук Грузии

(Поступило 20.05.1993)

გ. ღვალაძე, კ. ჩოჩია, მ. ახალკაცი

## ლოტოსის – *Nelumbo nucifera* Gaertn. – განაყოფიერება

რ ე ზ ი ე მ ე

შესწავლილია ლოტოსის განაყოფიერების თანმიმდევრული პროცესები. მტვრის მილი გზას მიიკვლევს დინგის უჯრედებს შორის სივრცეში და ხვდება მიკროპილეში. იგი ჩანასახის პარკში შედის ერთ-ერთი სინერგიდის გავლით. სპერმიები ინტერფაზულ მდგომარეობაშია. პოლარული ბირთვების განაყოფიერება მიმდინარეობს იშვიათი სქემით: ნაყოფიერდება ხალაზური პოლარული ბირთვი და შემდეგ ხდება მისი შეერთება მიკროპილურ პოლარულ ბირთვთან. ლოტოსის განაყოფიერება არ იმეორებს გერასიმოვა-ნავაშინას მიერ მოწოდებული სქემის [5] არც ერთ ტიპს. ჩვენი მონაცემებით სამმაგი შერწყმა ყოველთვის წინ უსწრებს სინგამიას.

BOTANY

G. Gvaladze, K. Chochia, M. Akhalkatsi

## Fertilization in Indian Lotus – *Nelumbo nucifera* Gaertn.

S u m m a r y

The present study deals with the investigation of the successive stages of fertilization in *Nelumbo nucifera* Gaertn.

The pollen tube passes the micropylae and enters into the embryo sac through one of the synergid. The sperms contain interphase nuclei. The triple fusion proceeds by a very rare scheme: the chalazal polar nucleus is fertilized first and afterwards the fusion of fertilized chalazal polar nucleus with the micropylar one takes place.

The process of double fertilization in lotus has no analogy in Gerasimova-Navashina's scheme [5]. The similar type of fertilization was described earlier for Onagraceae [6].

According to our data triple fusion outstrips the syngamy.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Khanna*. Aust. Gaertn. Bot., **13**, 3, 1965, 309-312.
2. *Г.Е.Тигова*. Автореф. канд. дисс. Л., 1988.
3. *J.Ohga*. Cytologia, **8**, 1937, 1033-1035.
4. *Б.Батыгина*. Сравнительная эмбриология. Т.1. Наука. Л., 1981, 105-110.
5. *Е.Н.Герасимова-Навашина*. Проблемы эмбриологии. Киев, 1971, 113-151.
6. *Г.Е.Гвალაძე, М.И.Гачечилаძე*. Сообщения АН ГССР, **80**, 1, 1975, 141-143.
7. *Е.Н.Герасимова-Навашина*. Цитология и генетика, **14**, 6, 1980, 69-82.

Р.Ш.Гогუაძე, Ш.Г.Шария

## Мейоз и образование семян у японской хурмы сорта Хачиа

(Представлено членом-корреспондентом Академии А.А.Колаковским 17.06.1993)

Хурма – раздельнополое двудомное растение. Однако в результате спонтанной гибридизации, наряду с мужскими и женскими формами, образуются и гермафродитные. Гермафродитные формы хурмы формируют плодовые ветки двух типов: на одних ветках – только женские, а на других – мужские цветки.

Опыление является необходимым фактором для развития плодов и семян. Следует отметить, что семена могут образовываться при межродовых скрещиваниях, в частности, при скрещивании Кавказской хурмы ( $4n=60$ ) с Японской ( $6n=90$ ). Полученные сеянцы в результате такого скрещивания представляют собой генотипы материнского растения. Этот парадокс побудил нас изучить особенности мейоза, а также развития зиготы при межродовом скрещивании.

Фиксацию бутонов проводили фиксатором Карнуа (3:1), в который добавляли насыщенный водный раствор хлоридного железа по объему 10:1. Продолжительность фиксации 1-3 часа при комнатной температуре. Промытые бутоны хранили в 70° винном спирте, в рефрижераторе при температуре +5°C. Окраску ядер материнских клеток мегаспор осуществляли железным гематоксилином (pH3) по Эрлиху. С целью определения частоты ассоциации и сегрегации хромосом брали 150-250 материнских клеток мегаспор, охваченных активным мейозом. Фиксированные семечки мацерировали в зобной жидкости виноградной улитки. Суспензию каплями наносили на предметное стекло, а затем накрывали покровным стеклом. Для окраски протопласта зиготы применяли железный гематоксилин по Делафилду, а для окраски каллозной оболочки – лихтхрюн. В качестве опылителя использовали тетраплоидную форму Кавказской хурмы, так как при скрещивании диплоидной вариации Кавказской хурмы с Японской семена не образуются.

Предшествующие фазы мегаспорогенеза протекают в норме, в частности закладка и дифференциация археспориальных клеток. До начала мейоза мегаспора быстро увеличивается в размере, ее плазма густеет и становится мелковакуолизированной.

У подавляющего большинства (<40%) мегаспор образование полярного колпачка не происходит и в конечном счете при первом мейозе выпадает цитокинез, что вызывает тетраплоидизацию мегаспор.

С самого начала расположение бивалентов у мегаспор произвольное. Затем они располагаются по группам, а в каждой группе ассоциируются



в основном по 5 бивалентов (рис.1). Из наблюдаемых 175 случаев в 118 констатировано в каждой группе расположение ассоциированных по 5 бивалентов. Это указывает на то, что базовое число у Японской хурмы равно 5. В некоторых мегаспорах отмечено 4, 6, а иногда и 8 унивалентов.

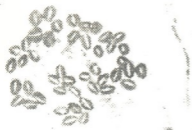


Рис. 1

Эти униваленты отстают или же опережают биваленты в полярном движении и вслед за этим выбрасываются в плазму, где претерпевают элиминацию. Нередко имеет место слипание бивалентов, которое может вызвать образование безцентромерных фрагментов хромосом. Об образовании хромосомных фрагментов свидетельствуют мостики и разрывы хромосом, которые очень часто наблюдаются у

этого объекта.

Униваленты могли образоваться вследствие отсутствия конъюгации хромосом в зиготене (асинапсис) или же в результате преждевременного расхождения хромосом в диплотене (десинапсис). Мостики, по всей вероятности, являются результатом разрыва хромосом или же их слипания. Слипание бивалентов может вызвать образование осколков хромосом, имеющих центромеры. По-видимому, причинами хромосомных aberrаций в данном случае являются гексаплоидизация и спонтанная мутация.

Как выясняется, исследуемый объект имеет неуравновешенную регенерационную систему, но все-таки он образует жизнеспособные эмбрионы при скрещивании с ним Кавказской хурмы, причем в полученных сеянцах не наблюдается никаких генетических ингредиентов опылителя.

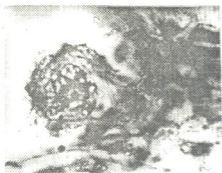


Рис. 2

До оплодотворения яйцевой аппарат расположен в латеральной части зародышевого мешка. Он имеет грушевидную форму. В яйцеклетке ядро и ядрышки расположены в базальной части и ориентированы ко вторичному ядру. После оплодотворения яйцеклетка подтягивается к микропиле и округляется, а ядро и ядрышко занимают центральное место. Наступает момент, когда ядро яйцеклетки и ядра спермия вступают в контакт (рис.2). Во время контакта генеративных клеток зигота

развивает каллозную оболочку. По всей вероятности, у данного объекта происходит премитотическое оплодотворение.

Полученные данные свидетельствуют о том, что сеянцы могут быть либо 45-, либо 90-хромосомными. Это указывает на то, что слияние зачаточных клеток происходит, но при первом же митозе зиготы



происходит элиминация хромосом спермия. В данном случае спермий Кавказской хурмы выполняет роль биоиндуктора.

Тбилисский государственный  
университет им. И.А.Джавахишвили  
Сухумский филиал

(Поступило 24.06.1993)

ბენეტიკა და სელექცია

რ. გოგუაძე, შ. შარია

მეიოზი და თესლის წარმოშობა იაპონური ხურმის ჯიშ ჰაჩიაში

რ ე ზ ი უ მ ე

იაპონური ხურმის მეგასპორათა უმრავლეს ნაწილში ადგილი აქვს ქრომოსომულ აბერაციებს, სახელობრ, წარმოშობიან უნი-, ტრი-, და პენტავალენტები, ქრომოსომული ხიდაკები და შეწყებებული ქრომოსომები. უნივალენტები გადაისროლება პლაზმაში და იქ განიციდან ელიმინაციას. სპერმა კონტაქტში შედის კვერცხუჯრედთან. მიღებული თესლნერგები წარმოადგენენ დედა-მცენარის გენოტიპებს. თესლნერგები ან ტრიპლოიდებია (45) ან ჰექსაპლოიდები (90).

GENETICS AND SELECTION

R. Gogvadze, Sh. Sharia

## Meiosis and Production of Seeds of Japanese Persimmon's Khachia Variety

S u m m a r y

The majority of megaspore parts of Japanese persimmon are embraced by chromosome changings which are expressed in formation of uni-, tri- and pentavalents, in chromosome bridges and in adhesion of chromosomes. Univalents are thrown into the plasma where they cause the process of elimination. Sperms get in contact with nucleus egg cell. But the seedlings we get, perform the genotypes of maternal plant. The seedlings are triploids (45) and hexaploids (90).



შპ 612.821.7.

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ნ.დარჩია, მ.ელიავა, ი.გვილია, თ.ონიანი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

### ექსპერიმენტული პირობებისადმი ადაპტაციის გავლენა ზღვის გოჭის ძილ-ღვიძილის ციკლზე

ძილ-ღვიძილის (ძ/ღ) ციკლური ორგანიზაციის სტაბილურობის, ძილის სიღრმისა და ღღელამური მოცულობის საფუძველზე ძუძუმწოვრებში პირობითად გამოყოფენ ორ, ე.წ. „კარგად“ და „ცუდად“ მძინარე ცხოველთა ჯგუფს [1,2]. „ცუდად“ მძინარე ცხოველთა ტიპური წარმომადგენელია ზღვის გოჭი. ქცევით რეაქციებზე დაკვირვებით მიღებული საწყისი მონაცემებით ითვლებოდა, რომ ზღვის გოჭს არ სძინავს საერთოდ [3]. შემდგომი გამოკვლევებით ნაჩვენებ იქნა, რომ ზღვის გოჭს სძინავს, მაგრამ ძილის მოცულობა სხვა ცხოველებთან შედარებით ძალზე მცირეა, ხოლო ძ/ღ ციკლური ორგანიზაცია იმდენად არასტაბილურია, რომ ღვიძილის, წელი ძილისა და პარადოქსული ძილის ფაზათა მკაცრი დიფერენცირება დროში ვერ ხერხდება და ამდენად ლაბარაკი ზღვის გოჭებში უძილობის შესახებ დასაშვებია [4,5]. ზემოაღნიშნულის საფუძველზე რიგი მკვლევარების მიერ [3,6] გამოითქვა აზრი ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონირებისათვის ძილის უმნიშვნელო როლის შესახებ. იმის გათვალისწინებით, რომ „ცუდად“ მძინარე ცხოველებს უპირატესად მიეკუთვნებიან ძუძუმწოვართა ის წარმომადგენლები, რომელთაც კვების ჯაჭვში უკავიათ მსხვერპლის ადგილი და თავშესაფრის არასაიმედოობის გამო გაძლიერებული აქვთ კონტროლი ძილზე [6], დასაშვებია, რომ მათი ძ/ღ ციკლის ნორმალური მიმდინარეობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა ენიჭებოდეს საარსებო პირობებისადმი ადაპტაციის ფაქტორს. ამ საკითხის გარკვევის მიზნით ზღვის გოჭის ძ/ღ ციკლის სტრუქტურა შესწავლილ იქნა ხანგრძლივი ექსპერიმენტის პირობებში.

**გამოკვლევის მეთოდები.** ცდები ტარდებოდა ზრდასრული ზღვის გოჭების /წონით 400-600 გ/ ქრონიკულ პრეპარატებზე.

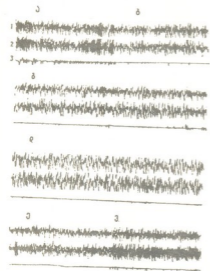
ცდების დაწყებამდე 10-15 დღით ადრე ცხოველები თავსდებოდნენ სპეციალურ ექსპერიმენტულ გალიაში /ფართი 1 მ<sup>2</sup>/, სადაც ოპტიმალური პირობები იყო შექმნილი ძ/ღ ციკლის ნორმალური მიმდინარეობისათვის. ამასთან, შესაძლებელი იყო დაკვირვება ცხოველთა ქცევასა და მათი ექსპერიმენტული გალისადმი მიჩვევის პროცესზე.

ოპერაცია ელექტროდების ჩანერგვის მიზნით მიმდინარეობდა ნემბუტალის ნარკოზის ქვეშ (40-60 მგ/კგ). კოორდინატები ელექტროდების ბოლოთა სტერეოტაქსული ლოკალიზაციისათვის აღებული იყო ვოიტენკო-

მარლინსკის [7] ატლასის მიხედვით. ჩანერგვისათვის გამოყენებული იყო ვერცხლისა და კონსტანტანის (დიამეტრით 150-200 მკ) ელექტროდები.

ოპერაციული ტრავმიდან ცხოველთა სრული გამოჯანმრთელების შემდეგ (5-7 დღე) იწყებოდა *d/l* ციკლის პოლიგრაფიული რეგისტრაცია. *d/l* ციკლის ფაზათა იდენტიფიკაცია ხდებოდა ელექტრონეოკორტიკოგრაფიის, ელექტროპიპოკამპოგრაფიისა და ელექტროოკულოგრაფიის დინამიკის საფუძველზე, რომელთა რეგისტრირება წარმოებდა 8-არხიან ელექტროენცეფალოგრაფზე.

ზღვის გოჭის *d/l* ციკლის სტრუქტურაზე საარსებო პირობებისადმი ადაპტაციის გავლენა და ცვლილებები ცხოველთა ქცევაში შეისწავლებოდა 4 თვის განმავლობაში. სისტემატურად ხდებოდა *d/l* ციკლის პოლიგრაფიული რეგისტრაცია ერთსა და იმავე ექსპერიმენტულ ვალიაში, სადაც ცხოველს შეუზღუდავი რაოდენობით ეძლეოდა საკვები პროდუქტები და სასმელი წყალი. *d/l* ციკლების რეგისტრირება მიმდინარეობდა დროის განსაზღვრულ მონაკვეთებში (12; 24 სთ). ხდებოდა განუწყვეტელი დაკვირვება *d/l* ციკლის ფაზათა ქცევით და ელექტროენცეფალოგრაფულ (ეეგ) კორელატებზე. ერთმანეთს ვადარებდით მონაცემებს, მიღებულს ექსპერიმენტის მსვლელობის მანძილზე. ეს მონაცემები მუშავდებოდა სტატისტიკურად. ხდებოდა საშუალო მნიშვნელობებისა და მათი სტანდარტული გადახრების გამოთვლა. საშუალო მნიშვნელობების განსხვავების სარწმუნოება განისაზღვრებოდა სტიუდენტის *t* კრიტერიუმის მიხედვით.



მიღებული შედეგები და მათი განხილვა. I. ზღვის გოჭის *d/l* ციკლის ეეგ და ქცევითი პარამეტრები. ეეგ და ქცევით კორელატებზე დაყრდნობით ზღვის გოჭის *d/l* ციკლში გამოიყოფა შემდეგი ფაზები: ღვიძილი, ნელტალლოვანი ძილი და პარადოქსული ძილი. ზღვის გოჭის ღვიძილი წარმოდგენილია აქტიური და პასიური მდგომარეობებით და ხასიათდება რიგი თავისებურებებით. აქტიური ღვიძილის სტადია არ გამოირჩევა ქცევითი აქტების მრავალფეროვნებით. მორტორული აქტივობა ვლინდება საკვების მიღებასა და

სურ.1. თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურებისა და თვალის მამოძრავებელი კუნთის ელექტრული აქტივობის დინამიკა ზღვის გოჭის ძილ-ღვიძილის ციკლში. აღნიშვნები: ა - აქტიური ღვიძილი; ბ - პასიური ღვიძილი; გ - ზერელე ნელი ძილი; დ - დრმა ნელი ძილი; ე - პარადოქსული ძილის საწყისი სტადია; ვ - პარადოქსული ძილის საბოლოო სტადია. 1 - სენსორული კერძი, 2 - პიპოკამპი, 3 - თვალის მამოძრავებელი კუნთი.

ტულეტში; ამ დროს ცხოველი გარეგან სტიმულებზე რეაგირებს შიშით, გარბენით. ეგგ ჩანაწერი კი ხასიათდება ნეოკორტიკალური დესინქრონიზაციით და მკვეთრად გამოხატული ჰიპოკამპური  $\theta$  აქტივობით (სურ. 1,ა). პასიური ღვიძილი წარმოდგენილია დამბული უმოძრაობით, თვალები ღიაა, თავი – აწეული. მისი იდენტიფიკაცია ხდება ეგგ მონაცემებზე დაყრდნობით: დესინქრონიზებულ ელექტროკორტიკოგრაფაზე ჩნდებოდა ნელი ტალღები, ჰიპოკამპური  $\theta$  აქტივობა მცირდებოდა (სურ. 1,ბ).

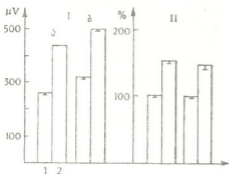
ლიტერატურული მონაცემებისაგან განსხვავებით [8] ნელტალღოვანი ძილის ფაზაში გამოიყო ზერეღე და ღრმა ნელი ძილის სტადიები. ზერეღე ნელი ძილი მოცულობით უმნიშვნელოა და ხასიათდება ნელი ტალღების ფონზე ძილის თითისტარების გამოჩენით (სურ. 1,გ). ღრმა ნელტალღოვანი ძილი მიმდინარეობს მჭდომარე მდგომარეობაში, თავი დახრილია, თვალები – ოდნავ ღია. არ არის გამორიცხული ნელტალღოვანი, სინქრონიზებული ელექტროკორტიკოგრაფის ფონზე ღეჭვითი მოძრაობები, ჰიპოკამპური  $\theta$  აქტივობა მთლიანად გამქრალია (სურ. 1,დ). აღსანიშნავია, რომ ქვევითი პარამეტრების მიხედვით ზღვის გოქს არ ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული ძილის რიტუალი.

ძილის ნელტალღოვანი ფაზა (თუ იგი არ წყდება გამოღვიძებით) ძილის პარადოქსულ ფაზაში გადადის თანდათანობით. ეგგ ნიშნების მიხედვით ზღვის გოქის პარადოქსული ძილი იწყება ჩონჩხის კუნთების საერთო ტონუსის დაცემამდე, ნელტალღოვანი ძილისათვის დამახასიათებელ პოზაში. ამ დროს ახალი ქერქის ელექტრული აქტივობა დესინქრონიზებულია, ჰიპოკამპში კი ვითარდება  $\theta$  რიტმი (სურ. 1,ე). პარადოქსული ძილის საწყისი სტადია ან წყდება გამოღვიძებით, ან გადადის მეორე სტადიაში (სურ. 1,ვ), რომელიც ხასიათდება სრული ატონიით, რის შედეგადაც ცხოველს თავი უფარდება, თვალები ამ დროს დახუჭულია, ხოლო ელექტროკოგრაფაზე აღინიშნება თვალის სწრაფი მოძრაობები. პარადოქსული ძილი, როგორც წესი, მთავრდება ღვიძილის ფრაგმენტით ან სრულფასოვანი ფაზით. პარადოქსული ძილის უშუალოდ ნელტალღოვან ძილში გადასვლა არ აღინიშნება.

II. ექსპერიმენტული პირობებისადმი ადაპტაციის გავლენა ზღვის გოქის ძ/ღ ციკლზე.

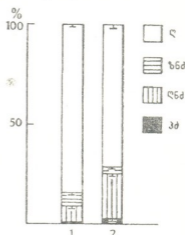
ექსპერიმენტის მსვლელობის მანძილზე გამოვლინდა ძ/ღ ციკლის ნეიროფიზიოლოგიური პარამეტრების მთელი რიგი ცვლილებები. კერძოდ თუ ექსპერიმენტის დასაწყისში ცხოველის ღვიძილი ხასიათდებოდა მკვეთრად გამოხატული სინქრონული  $\theta$  რიტმით ჰიპოკამპსა და დესინქრონიზაციით ახალ ქერქში, ადაპტაციის შედეგად უმეტეს შემთხვევაში წარმოდგენილია დესინქრონიზაციით როგორც ახალ ქერქში, ასევე ჰიპოკამპში, ამ უკანასკნელში გამოხატული  $\theta$  რიტმის განვითარების გარეშე.

არაადაპტირებული ცხოველის ნელტალღოვანი ძილი წარმოდგენილი იყო არარეგულარული  $\delta$  აქტივობით, ძილი არ იყო ღრმა და ძალიან იშვიათად გადადიოდა პარადოქსულ ძილში; შეკრთომა, თავის აწევა მნიშვნელოვნად



სურ. 2. ექსპერიმენტული პირობებისაღმე ადაპტაციის შედეგად ქერქსა (ა) და ჰიპოკამპში (ბ) 10 წმ-იან ინტერვალებში აღრიცხული δ ტალღების ამპლიტუდისა (I) და სიხშირის (II) ცვლილება. სვეტი 1 ყველა შემთხვევაში შეესაბამება ადაპტაციამდე აღრიცხულ მონაცემს. აღნიშვნები: I-ზე - ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია δ ტალღების ამპლიტუდა  $\mu V$ -ში, II-ზე - 100%-ად აღებულია δ ტალღების სიხშირე ადაპტაციამდე. სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება აღინიშნება I-ზე:  $a_1 < a_2 / p < 0,01$ ;  $b_1 < b_2 / p < 0,001$  და II-ზე:  $a_1 < a_2 / p < 0,001$  და  $b_1 < b_2 / p < 0,001$ .

ზრდიდა  $\theta$  რიტმს როგორც ჰიპოკამპში, ასევე ახალ ქერქში. სურათი შეიცვალა ექსპერიმენტული პირობებისაღმე ადაპტაციის შედეგად, რაც ნელტალღოვანი ძილის ეგ მაჩვენებლის გაძლიერებაში გამოიხატა: მნიშვნელოვნად გაიზარდა ქერქსა და ჰიპოკამპში, აღრიცხული δ ტალღების ამპლიტუდა (სურ. 2, I) და სიხშირე (სურ. 2, II).



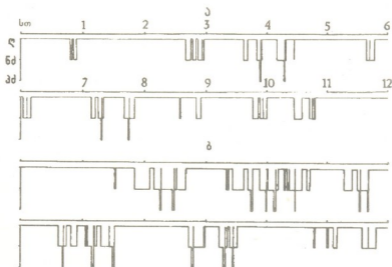
სურ. 3. ექსპერიმენტული პირობებისაღმე ადაპტაციის გავლენა ზღვის გოქის ძილ-ღვიძილის ციკლის ფაზათა შეფარდებაზე. სვეტი 1 - ზღვის გოქის ძილ-ღვიძილის ციკლის სტრუქტურა ადაპტაციამდე; სვეტი 2 - ადაპტაციის შემდეგ. 100%-ად ორივე შემთხვევაში აღებულია ძილ-ღვიძილის ციკლის საერთო ხანგრძლივობა. აღნიშვნები: L - ღვიძილი, 36d - ზერედე ნელი ძილი, 46d - ღრმა ნელი ძილი. სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება აღინიშნება:  $L_1 < L_2 / p < 0,001$ ,  $36d_1 > 36d_2 / p < 0,001$ ,  $46d_1 < 46d_2 / p < 0,001$ ,  $3d_1 < 3d_2 / p < 0,001$ .

აუცილებელია აღინიშნოს, აგრეთვე, არაადაპტირებული ცხოველის ძილის ეგ და ქცევით მაჩვენებლებს შორის დისოციაცია: ღრმა ნელტალღოვანი ძილი მიმდინარეობს პასიური ღვიძილისათვის დამახასიათებელ პოზაში, რის შედეგადაც მხოლოდ ქცევით პარამეტრებზე დაყრდნობით იქმნება ცრუ შთაბეჭდილება ამ ცხოველის უძილობის შესახებ.

ადაპტაციის პროცესში მნიშვნელოვნად იცვლება d/ღ ციკლის ფაზათა თანაფარდობა. როგორც სურ. 3-დან ჩანს, ექსპერიმენტის I-დან IV თვემდე ადგილი აქვს ძილის მოცულობის თანდათანობით გაზრდას 15-დან 28,5%-მდე, რაც ძირითადად ღრმა ნელი ძილის მოცულობის გაზრდის ხარჯზე ხდება (8-დან 22,5%-მდე). ღრმა ნელი ძილის მოცულობის გაზრდა და ინტენსივობის გაძლიერება განაპირობებს

პარადოქსული ძილის მოცულობის გასამზავებასაც.

გარდა ამისა, ზღვის გოქის ძ/ლ ციკლური ორგანიზაციის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ადაპტაციის შედეგად აღნიშნება ღვიძლის ხანგრძლივი პერიოდების შემცირება, იზრდება ძილის ფაზათა დადგომის სიხშირე და ცალკეულ ფაზათა თანამიმდევრობა ხდება უფრო რეგულარული. ამასთან, თუ ექსპერიმენტის დასაწყისში (სურ. 4, ა) ხშირი სპონტანური გაღვიძებების გამო იშვიათად გროვდება პარადოქსული ძილის ჩართვისათვის საჭირო წელი ძილის განსაზღვრული კვოტა, ადაპტაციის შედეგად, როცა ძ/ლ ციკლური ორგანიზაცია შედარებით სტაბილური ხდება, პარადოქსული ძილი ძ/ლ ციკლში ჩაირთვება რეგულარულად (სურ. 4, ბ).



სურ. 4. ძილ-ღვიძილის სტრუქტურის გრაფიკული გამოხატულება ადაპტიაციამდე (ა) და ადაპტაციის შემდეგ (ბ). აღნიშვნები: ლ - ღვიძილი, ნძ - ნელტალღვანი ძილი, პძ - პარადოქსული ძილი, სთ - დრო | სთ - იან ინტერვალებში

ექსპერიმენტის დაწყებიდან პირველი ორთვენახვერის ბოლოს ცხოველის ქცევითი აქტებიც გახდა უფრო მრავალფეროვანი. გამოვლინდა აქტიური გრუმიზი, კვლევიითი აქტივობა, თანდათანობით ჩამოყალიბდა ძილის რიტუალიც: ცხოველმა დაიწყო მისთვის კომფორტული პოზის მიღება, თვალები თითქმის მუდმივად ჰქონდა დახუჭული, რაც არ აღენიშნებოდა პირველი თვეების მანძილზე.

ყოველივე ეს მიუთითებს, რომ ლაბორატორიულ პირობებში ხანგრძლივი ყოფნის პერიოდი, ცხოველის მიჩვევა რიგი სოციალური ურთიერთქმედებებისა და სენსორული გამღიზიანებლებისადმი, საშუალებას აძლევს ცხოველს მისთვის სტრესული პირობებისადმი ადაპტაციისა, რის შედეგადაც ეხსნება საშიშროებისადმი მუდმივი ლოდინის მდგომარეობა და ძილი ღებულობს

შედარებით ნორმალურ სახეს. ამას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ დამე, როცა გარეგანი გამლიზიანებლების მოქმედება ცხოველზე თითქმის მთლიანად მოხსნილია და დღესთან შედარებით უკეთესი პირობებია შექმნილი ძილისათვის, როგორც ნელი, ისე პარადოქსული ძილის მოცულობა სტატისტიკურად სარწმუნოდ აღემატება ანალოგიურს დღის განმავლობაში. ეს მონაცემები წინააღმდეგობაშია ლიტერატურულ მონაცემებთან [4,5] იმის თაობაზე, რომ, თითქოს, ზღვის გოქს არ ახასიათებს აქტიუობისა და მოსვენების პერიოდების დომინანტურობა დღის ან ღამის განმავლობაში.

ამრიგად, ჩვენი დაშვება იმის თაობაზე, რომ ზღვის გოქის ძ/დ ციკლის ნორმალური მსვლელობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა ენიჭებოდეს საარსებო პირობებისადმი ადაპტაციის ფაქტორს, სწორი აღმოჩნდა: ძილის მოცულობის ტოტალური ზრდა, მისი ინტენსიფიკაცია, ძილის მძ და ქცევით პარამეტრებს შორის დისოციაციის გაქრობა, აგრეთვე დაძაბულობის შესუსტება წარმოადგენს ექსპერიმენტულ გალიასთან და ჩვენს მიერ ჩატარებულ რიგ მანიპულაციებთან ცხოველის ადაპტაციის შედეგს. ამასთან, მიუხედავად ზღვის გოქის ძ/დ ციკლის შედარებით არარეგულარული ორგანიზაციისა, ძ/დ ციკლის ფაზათა ზუსტი დიფერენცირება დროში შესაძლებელია, ხოლო ამ ფაზებს შორის არსებული მიზეზ-შედეგობრივი ურთიერთკავშირი არ ირღვევა და ემორჩილება ზოგად კანონზომიერებებს: ღვიძილი ყოველთვის თანდათანობით გადადის ნელტალღოვან ძილში, რომლის მაქსიმალური განვითარების ფონზე რიგ შემთხვევებში ჩაირთვება პარადოქსული ძილი. პარადოქსული ძილი ნელტალღოვანი ძილის ფონზე ვითარდება ყოველთვის თანდათანობით და მთავრდება ღვიძილის ფრაგმენტით ან ფაზით, რომელიც ძ/დ ციკლში ჩნდება ერთბაშად, თანდათანობითი გადასვლის გარეშე. გამომდინარე აქედან, ზღვის გოქის ძ/დ ციკლის სტრუქტურა არ წარმოადგენს ანომალურს, რაც ექვის ქვეშ დააყენებდა ძილის აუცილებლობას, კერძოდ, ზღვის გოქისათვის და ძილის ფუნქციურ მნიშვნელობას საერთოდ.

მიღებული მონაცემების განზოგადების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ „ცუდად“ მძინარე ცხოველებისათვის დამახასიათებელი ძილის მოცულობის სიმცირე და ძალიან წყვეტილი პატერნი მიუთითებს არა ძილის უმნიშვნელო როლზე ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონირებისა და თავის ტვინის ინტეგრაციული მოქმედებისათვის, არამედ ძილზე ღვიძილის ძლიერ ინსტიტუტურ კონტროლზე, რაც მათი ცხოვრების ნირიდან გამომდინარე განსაზღვრავს სახეობის გადარჩენას.

მაშასადამე, ძ/დ ციკლის სტრუქტურული ორგანიზაციის შესწავლა „ცუდად“ მძინარე ცხოველებში მიზანშეწონილია ხანგრძლივი, სისტემატური კვლევის პირობებში, ადაპტაციის ფაქტორის გათვალისწინებით.

საქართველოს მეცნიერებთა აკადემია  
 ივ.ბერიტაშვილის სახ. ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი



## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н.Дарчия, М.Элиава, И.Гвилия, Т.Ониани (академик АН Грузии)

 Влияние адаптации к экспериментальным условиям  
 на цикл бодрствование – сон морской свинки

## Резюме

В течение 4 месяцев изучалось влияние адаптации к экспериментальным условиям на цикл бодрствование – сон морской свинки, а также изменения в поведении животного. В ходе длительной, систематической полиграфической регистрации суточных циклов бодрствования – сна было замечено постепенное увеличение объема фаз сна и стабилизация цикла бодрствование – сон как результат адаптации к экспериментальным условиям. Кроме того, наблюдалась тенденция возрастания тотального объема сна в ночные часы.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. Darchia, M. Eliava, I. Gvilia, T. Oniani

 The Effect of Adaptation to the Experimental Conditions on the  
 Sleep-Wakefulness Cycle in Guinea Pigs

## Summary

The effect of adaptation to the experimental conditions and the changes in guinea pig's behavior have been studied during 4 months. A prolonged systematic study of the sleep-wakefulness cycle with a 24-h polygraphic recording has shown a gradual increase in the volume of sleep and stabilisation of structural organisation of the sleep-wakefulness cycle, as a result of the animal's adaptation to the experimental conditions. Besides, a tendency to the increase of sleep total volume at night was noted.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

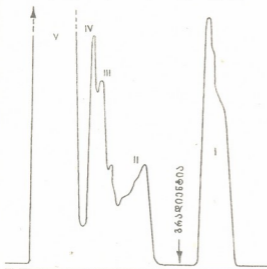
1. T.Allison, H.Van Twyver. Natural History, 79, 2, 1970, 56-65.
2. В.М.Ковальзон. Усп. совр. биологии. 81, 3, 1976, 379-396.
3. E.E.Nicholls, J.Comp. Psychol., 2, 1922, 303-330.
4. J.Pellet, G.Beraud, J. Physiol. and Behav., 2, 2, 1967, 131-137.
5. J.Pellet, G.Beraud, J.Paillard. Electroencephalogr. and Neurophysiol., 23, 3, 1967, 228.
6. G.Moruzzi. Ergebn. Physiol. 1972, 114-145.
7. А.П.Войтенко, В.В.Марлинский. Нейрофизиология, Киев, 1, 1, 1993, 52-76.
8. J.Pellet. C.R. Soc. Biol. Paris, 160, 7, 1966, 1476-1482.

მ. წერეთელი, თ. ხუჭუა, ხ. მუშუკუდიანი

**Rhizopus cohnii sp. (II) ეგზოგენური ლიპაზის ზოგეერთი თვისების შესწავლა**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.კვეციანიმ 22.02.1993)

ლიპაზები, ანუ ტრიგლიცერიდჰიდროლაზები (ფ.კ. 3.1.1.3) ფართოდ გამოიყენება სახაზო მეურნეობაში და მათ შესწავლას დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია. განსაკუთრებით პერსპექტიულია მიკრობული წარმოშობის ეგზოგენური ლიპაზების გამოყენება ცხოველური და მცენარეული წარმოშობის ლიპაზებთან შედარებით, ვინაიდან მათი წარმოება უფრო მარტივი და იაფია ბიოტექნოლოგიური თვალსაზრისით [1,2]. მიკრობული წარმოშობის ეგზოგენური ლიპაზები მრავალ განვითარებულ ქვეყანაში (იაპონია, აშშ, ევროპის ქვეყნები და სხვა) იწარმოება და უმთავრესად გამოიყენება პურისა და ყველის დასამზადებლად, აბრეშუმის, ტყავისა და საფეიქრო მრეწველობაში და სხვა. საქართველოში მიკრობული ლიპაზური პრეპარატები ჯერჯერობით არ იწარმოება.



სურ. 1. ფერმენტული პრეპარატის ქრომატოგრაფია DEAE- Toyopearl-ის სვეტზე (დაწვრილებით ტექსტში).

ჩვენი სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ეგზოგენური ლიპაზური ტექნიკური პრეპარატის მიღება, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრაქტიკაში. ამ მიზნით ჩვენ ვიყენებდით თერმოფილურ მიცელილურ სოკოს – **Rhizopus cohnii** Berl et de Roni 6152 (შემოკლებით **Rhizopus cohnii** sp.), რომელიც ლიპაზის პროდუცენტს წარმოადგენს [3]. მიკროორგანიზმის კულტივირების პირობები და ლიპაზური აქტივობის განსაზღვრა აღწერილი გვაქვს ჩვენს წინა პუბლიკაციაში [3]. ლიპაზური პრეპარატის გამოყოფას ვახდენდით კულტურალური სითხიდან ფერმენტის დალექვით, ეთილის სპირტის საშუალებით. კულ-

ტურალური სითხის ყოველ ერთ მოცულობას ემატებოდა ზუთი მოცულობა ეთილის

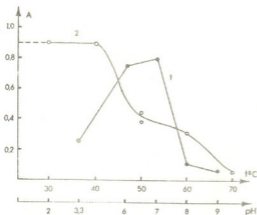
სპირტი. მიღებული ნალექი იხსნებოდა მინიმალური რაოდენობის გამოხილ წყალში და ხდებოდა მისი ულტრაფილტრაცია ცირკულარულ ულტრაფილტრატორზე, რომელიც ატარებდა 15000 D ნაკლები მოლეკულური მასის შქონე ნივთიერებებს. კონცენტრირებულ ულტრაფილტრატს ვაშრობდით ლიოფილურად და ვინახავდით  $-40^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე.

ფერმენტული პრეპარატის შემდგომი გაწმენდისათვის ვახდენდით მის ფრაქციონირებას DEAE - ტოიპერლის HW=50 სვეტზე, რომლის დიამეტრი შეადგენდა 1,6 ხოლო სიმაღლე 11,0 სმ. ცილის პრეპარატი იხსნებოდა Na-აცეტატურ ბუფერში 0,05M, pH=5,9. ამავე ბუფერში იყო გაწონასწორებული ტოიპერლის სვეტი. სვეტზე აღსორბირებული ფერმენტის ელუციას ვახდენდით Na-აცეტატური ბუფერის მოლური გრადიენტით 0,05-0,5M, pH=5,9. ცილის ელუირების პროფილი წარმოდგენილია პირველ სურათზე. ფერმენტის გასუფთავების მონაცემები აგრეთვე წარმოდგენილია ცხრილში. როგორც სურათიდან და ცხრილიდან ჩანს, აქტიური ცილა ელუირდებოდა III და IV ფრაქციების სახით. აღნიშნულ ფრაქციებს ვაერთიანებდით და ვაშრობდით ლიოფილურად, რის შემდეგაც მისი ხსნარი დაგეჰქონდა სეფადექსი გ-100 სვეტზე.

### ც ხ რ ი ლ ი

ფერმენტული პრეპარატის ქრომატოგრაფია DEAE- ტოიპერლის სვეტზე

ფრაქციები	საერთო აქტივობა	საერთო ცილა (მგ)	ხვედრითი აქტივობა ერთ/მგ ცილა	გაწმენდის ხარისხი	აქტივობის გამოსავალი %
საწყისი ფერმენტული პრეპარატი	42000	140	300	1	100
I ფრ	0	37	0	0	0
II ფრ	263,5	8,5	31	0,11	0,63
III ფრ	18815	35,5	530	1,77	44,8
IV ფრ	12762	30,9	413	1,38	30,4
V ფრ	1140	57	20	0,07	2,7

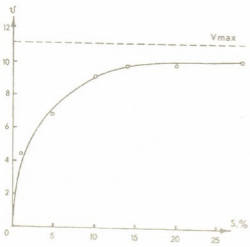


სურ.2. ფერმენტული პრეპარატის (1) და ტემპერატურული (2) სტაბილურობა.

ფრაქციონირების შედეგად მიიღებოდა ელუატის ერთი პიკი. აქედან გამოიზიდავ, ჩვენი ვარაუდით, ტოიპერლის სვეტიდან მიღებული III და IV ფრაქციები შეიძლება ჩაითვალოს ერთ ფრაქციად.

შემდგომში შესწავლილ იქნა ფერმენტული პრეპარატის ზოგიერთი მახასიათებელი, კერძოდ მისი pH და ტემპერატურული სტაბილურობა (სურ.2), ფერმენტული პრეპარატის ინკუბირებით I სთ-ის განმავლობაში pH-ისა და ტემპერატურის სხვადასხვა

მნიშვნელობებისათვის. როგორც სურათიდან შეიძლება დავასკვნათ, ფერმენტი პრაქტიკულად სრულ ინაქტივირებას განიცდის 70 °C ტემპერატურაზე. ასევე ინაქტივირდება ფერმენტი pH-ის მკაფე და ტუტე გარემოში. ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ ფერმენტის ტემპერატურული და pH ოპტიუმები შესაბამისად არის t=40°C, pH= 7,0[3].



სურ. 3. ფერმენტული რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება სუბსტრატის პროცენტულ კონცენტრაციაზე.

შესწავლილ იქნა ტემნიკურ პრეპარატში შემავალი ფერმენტის მიერ სუბსტრატის (ზეთისბილის ზეთი) ჰიდროლიზის რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება სუბსტრატის პროცენტულ კონცენტრაციაზე, ფერმენტული პრეპარატის ინკუბირებით 1 სთ-ის განმავლობაში, t=40°C, pH=7,0 (სურ.3). როგორც სურათიდან ჩანს, Vmax=11,1 (პირ. ერთ.), ხოლო Km=2,8 (%).

ამგვარად, თერმოფილური მიცელიალური სოკოდან Rhizopus cohnii sp. მიღებულია ეგზოგენური ლიპაზის სპირტით დალევილი პრეპარატი და შემუშავებულია მისი გასუფთავების მარტივი მეთოდი.

შესწავლილია ფერმენტული პრეპარატის ზოგიერთი მახასიათებელი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
ს.დურშიძის სახელობის მეცნიერებათა აკადემიის  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 10.03.93)

БИОХИМИЯ

М.Е.Церетели, Т.О.Хучуа, Х.Г.Мушкудиани

Изучение некоторых свойств экзогенной липазы из Rhizopus cohnii sp. (II)

Резюме

Из термофильного штамма Rhizopus cohnii Berl et de Roni 61252 выделена экзогенная липаза. Разработана процедура очистки технического ферментного препарата. Изучены некоторые свойства ферментного препарата.

M. Tsereteli, T. Kruchua, Kh. Mushkudiani

## The Investigation of Some Properties of Exogenous Lipase from *Rhizopus cohnii* sp. (II)

### Summary

Exogenous lipase was isolated from thermophilic strain of *Rhizopus cohnii* Berl at de Roni 61252.

The procedure of purification of the technological enzyme preparation has been developed. Some properties of the preparation have been studied.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.А.Рубан*. Микробные липиды и липазы. М., 1979.
2. *Х.Брокерхоф, Р.Дженсен*. Липолитические ферменты. М., 1978.
3. *მ.წერეთელი, ვ.აიზენბერგი, თ.ხუჭუა, დ.ნიქარაძე*. საქართველოს მეცნ. აკად. მოამბე, **104**, 2, 1990, 393-396.

Э.Ш.Квацадзе

Переописание дождевого червя  
*DENDROBAENA FAUCIUM* MICHAELSEN, 1910

(Представлено членом-корреспондентом Академии И.Я.Элиава 21.05.1993)

*D. faucium* описан Михаэльсеном [1] по материалу из ущелья р.Мачара (Абхазия), отсюда название вида - ущельный дождевой червь. В дальнейшем этот вид был зарегистрирован в окрестностях г.Ткварчели и оз.Амткели, на Колхидской низменности и в предгорьях: в ущельях рр. Цачхури, Чхоросцусцкали, Хоби и Ингури, а также на территориях Колхидского и Сатаплийского заповедников. За пределами Грузии вид зарегистрирован в Кавказском биосферном заповеднике [2-5].

Ниже приводится переописание *D. faucium* на основе данных, полученных растровым электронным микроскопом.

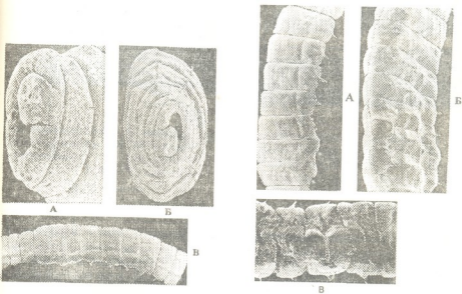


Рис.1. *D. faucium*: А - головная лопасть x 100, Б - головная лопасть x 50, В - поясок x 25

Рис.2. *D. faucium*: А - поясок x 50, Б - поясок с вентральной стороны x 50, В - мужское половое отверстие x 250

Длина половозрелых червей 42-58 мм, ширина в области пояска 3-4 мм. Число сегментов 57-109. Головная лопасть эпилобическая (1/2, 2/3), открытая (рис. 1, А, В). Пигментация красновато-коричневая, за пояском

пигментирована только дорсальная сторона тела. Спинки начинаются с межсегментной бороздки 5/6. Щетинки не сближены попарно (рис. 1, А, В), на 15 сегменте  $aa:ab:bc:cd:dd = 30:20:20:19:28$ , а за пояском  $aa:ab:bc:cd:dd = 28:20:20:18:30$ . Половые щетинки  $ab$  10, 12 сегментов четырехгранные, заостренные (рис. 3, А, Б, В) и расположены на папиллах. Локомоторные щетинки в основном гладкие с неглубокими углублениями (рис. 4, В). На пояске некоторые локомоторные щетинки видоизменены и их скульптура отличается от других щетинок данного типа (рис. 4, Д).

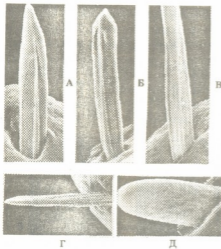


Рис.3. *D.faucium*: А – половая щетинка  $11^a \times 1000$ , Б – половая щетинка  $25^a \times 1000$ , В – половая щетинка  $11^b \times 1000$ , Г – половая щетинка  $11^b \times 500$ , Д – локомоторная щетинка  $31^b \times 2500$

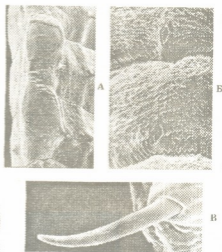


Рис.4. *D.faucium*: А – пубертатные бугорки  $\times 500$ , Б – нефридиальные поры  $\times 100$ , В – локомоторная щетинка  $25^b \times 1000$

Женские половые отверстия на 14 сегменте выше щетинок  $b$ , расстояние от щетинок  $b$  до женских половых отверстий 0,8-0,12 мм. Мужские половые отверстия на 15 сегменте, железистые поля хорошо развиты и занимают часть соседних сегментов (рис. 2 В). Расстояние от щетинок  $b$  до мужских половых отверстий 0,40 - 0,50 мм, а расстояние от мужских половых отверстий до линии щетинок  $c$  0,75 - 0,85 мм.

Поясок занимает 26-32 сегмента (рис. 1, В). Пубертатные бугорки расположены на 31, 32 сегментах, причем бугорки 31 сегмента частично переходят на 30 сегмент, а бугорки 32 сегмента, в свою очередь, на 31 сегмент (рис. 2, А, В). На пубертатных бугорках имеются присоски с гладкой поверхностью (рис. 4, А), при помощи которых партнеры прикрепляются друг к другу.

Сперматофоры встречаются на межсегментной бороздке 28/29. Три пары семенных пузырьков в 9, 11, 12 сегментах. Семеприемники находятся в 10, 11 сегментах, их протоки открываются в межсегментные бороздки 9/10, 10/11 на линии щетинок с. Ромбовидные нефридиопоры находятся выше линии щетинок b (рис. 4, В). Известковые железы расположены в 11, 12 сегментах. Зоб занимает 15-16, а мускулистый желудок – 17,18 сегменты. Последняя пара сердец в 11 сегменте. Тифлозол оканчивается в 68-80 сегментах. Задняя кишка занимает от 10 до 30 сегментов (в среднем 25). Продольная мускулатура перистого типа.

**Материал.** Основной материал приведен в монографии по дождевым червям Кавказа [3]. Окрестности села Джвари (Зугдидский район), смешанный лес, Н = 800 м н.у.м., 6 половозрелых экз., август 1986; окрестности оз. Амткели (Сухумский район), в ольховом лесу под мхами, 18 половозрелых экз., август 1986; Колхидский заповедник, в ольховом лесу, 3 половозрелых экз., июль 1990 (сборы Э.Ш.Квавадзе).



Рис. 5. Ареал *D. faucium*

Плотность населения *D. faucium* на Колхидской низменности, например, в окрестностях Хоби, варьирует от 5 до 12 экз./м<sup>2</sup>, а в Цачхурском ущелье - от 2 до 8 экз./м<sup>2</sup>. Наибольшую плотность населения вид достигает в центральной части ареала (в биоценозах ущелий рр. Мачара и Амткели) и составляет 10-18 экз./м<sup>2</sup>.

Ареал *D. faucium* является эндемиком Западного Закавказья. Следует отметить, что в настоящее время точное описание его ареала довольно затруднительно. Однако наш фактический материал и имеющиеся литературные данные говорят о том, что вид в основном встречается на Колхидской низменности и предгорьях между ущельями рр. Мзымта и Супса. Северная граница ареала проходит по линии Кутаиси, Джвари,





Ткварчели, оз.Амткели, Красная поляна. Северо-западной границей является ущелье р. Мзымта, а западной - Черноморское побережье. Юго-восточная граница менее определена и, видимо, проходит по ущелью р.Супса до окрестностей Кутаиси (рис. 5).

**Экологические особенности.** *D.faucium* заселяет исключительно естественные биогеоценозы от низинных до смешанных широколиственных лесов включительно. Не поднимается выше 700-800 м н.у.м.Влаголюбивый вид. Обитает в лесной подстилке, в гниющей древесине и во мхах.

В заключение следует отметить, что *D.faucium*—малочисленный реликтовый вид и для его сохранения необходимы специальные меры охраны. Вид внесен в Красную книгу Грузии.

Академия наук Грузии  
Институт зоологии

(Поступило 27.05.1993)

ზოოლოგია

ე. კვადაძე

## ქიაცელას DENDROBAENA FAUCIUM MICHAELSEN, 1910

ხელახალი აღწერა

რეზიუმე

*D.faucium* მკირერიცხოვანი რელიქტური სახეობაა. მისი სიგრძეა 42-58 მმ, სიგანე - 3-4 მმ, სეგმენტთა რიცხვი 57-109. სარტყელი მოთავსებულია 26-32, ხოლო სასქესო ბორცვები 31-32 სეგმენტებზე. სასქესო წაგრები ოთხწახნაგოვანი და წამაბეილებულია. დადგენილია მოცემული სახეობის არეალი.

ZOOLOGY

E. Kvavadze

## Redescription of the Earthworm *Dendrobaena faucium* Michaelson, 1910

Summary

The earthworm *D.faucium* has been redescribed. The length of puberal worms is 42-58 mm, width 3-4 mm. The number of segments is 57-109. The girdle is located on the 26th-32nd segments, while the puberal tubercles are on the 31st-32nd segments. The genital setae are four-edged and sharpened. The areal of these species is established.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *W.Michaelson*. Ann. Muz. Acad. Sci. Saint-Petersbourg, 15,1910, 1-74.
2. Животное население биогеоценозов Колхидской низменности. Тбилиси, 1984, 11-55.
3. *Э.Ш.Квавадзе*. Материалы к фауне Грузии., вып.3.Тбилиси. 1973, 5-16.
4. *Э.Ш.Квавадзе*. Дождевые черви (Oligochaeta, Lumbricidae) Кавказа. Тбилиси, 1985, 3-235.
5. *Э.Ш.Квавадзе*. Материалы V Всесоюз. совещ. "Вид и его продуктивность в ареале", Вильнюс. 1988, 199-200.

Г.И.Бахтадзе

## Взаимосвязь между размерами тела, содержанием ядерной ДНК и индексом пloidности семенников у саранчовых

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б.Е.Курашвили 12.03.1993)

Саранчовые характеризуются широким полиморфизмом как по содержанию ядерной ДНК [1-3], так и по содержанию гетерохроматина и его фрагментов в кариотипе [4-6], присутствующих в виде дополнительных, сверхчисленных хромосом. Существует достаточно аргументированная точка зрения, согласно которой „лишняя“ ДНК может обуславливать адаптацию видов и популяций к суровым условиям существования [6-8]. Исследования последних лет показывают, что определенную роль в формировании экотипов могут играть процессы полиплоидизации соматических клеток. У саранчовых четко прослеживается положительная корреляция между уровнем пloidности клеток стенки семенных фолликулов и экологической адаптацией вида [8].

В настоящей работе была предпринята попытка выявить взаимосвязь между размерами тела, числом хромосом, количеством ядерной ДНК и уровнем полиплоидизации клеток семенных фолликулов у различных видов саранчовых.

В работе использовали самцов 15 видов саранчовых, представляющих два семейства и три подсемейства. Сем. Tetrigidae было представлено тремя видами подсем. Tetriginae - *Tetrix subulata* (L.), *T. nutans nutans* (Nag.), *T. depressa* (Bris.). В сем. Acrididae было изучено два подсемейства - Catantophinae и Acridinae. Первое было представлено видами *Micropodisma koenigi* (Burr.), *Anacridium* (L.), *Calliptamus italicus italicus* (L.), *C. tenuicercis* (Tarb.), *C. barbarus cephalotes* (F.-W.), *Schistocerca gregaria* (Forsk.), а второе - *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), *D. brevicollis* (Ev.), *Omocestus heamorrhoidalis heamorrhoidalis* (Chap.), *Myrmeleotettix maculatus* (Thunb.), *Chorthippus arpicarius major* (Pyln.), *Ch. brunneus brunneus* (Thunb.). Насекомых отлавливали в августе-сентябре в окрестностях г.Тбилиси и пос.Ананури (за исключением лабораторной популяции пустынной саранчи *Schistocerca gregaria*). Виды определяли по Р.Ф.Савенко [9]. Для каждого вида было отловлено от 15 до 28 самцов, у которых измеряли длину тела.

Для цитофотометрических исследований изолированные семенники фиксировали в смеси спирт-ледяная уксусная кислота (3:1), окрашивали по Фельгену после „холодного“ гидролиза в 5N HCl при комнатной температуре в течение 45 мин и готовили давленные

препараты с использованием метода замораживания. Массу ядерной ДНК определяли в сперматидях, находящихся на ранних этапах спермиогенеза, а степень ploидности клеток стенки семенных фолликулов – в зоне созревания сперматид. Содержание ДНК в клетках определяли одноволновым методом с помощью микроскоп-фотометра. Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента и регрессивного анализа [10].

Результаты измерения длины тела, содержания ДНК в сперматидях и клетках стенки семенных фолликулов у различных видов саранчовых представлены в таблице.

Размеры тела, число хромосом, содержание ДНК в сперматидях и индекс ploидности семенного фолликула

Вид саранчовых	Размеры тела	Число хромосом	содержание ДНК в сперматидях	индекс ploидности фолликула
<i>Tetrix depressa</i>	8,0±0,9	13	173±16	2,96±0,36
<i>T.nutans nutans</i>	9,1±1,4	13	164±17	3,14±0,47
<i>Myrmeleotettix</i>	12,1±2,8	17	216±31	3,62±0,44
<i>T.subulata</i>	12,3±3,3	13	183±21	2,87±0,42
<i>Omocestus h.h</i>	12,5±2,6	17	267±35	3,52±0,48
<i>Micropodisma k</i>	15,0±3,1	23	238±36	3,89±0,51
<i>Doclostaurus b.</i>	15,1±3,5	17	327±46	3,43±0,40
<i>Chorthippus b.b</i>	16,3±3,3	17	311±44	3,39±0,39
<i>Ch.apricarius m</i>	17,0±3,8	17	226±37	3,58±0,48
<i>Calliptamus t.</i>	17,8±3,9	23	253±47	3,96±0,62
<i>C.italicus i.</i>	20,0±5,3	23	279±48	4,01±0,65
<i>C.barbarus c</i>	21,2±4,7	23	237±38	3,85±0,47
<i>Doclostaurus m.</i>	24,3±5,0	17	293±53	3,63±0,36
<i>Anacridium a</i>	44,1±9,8	23	268±43	4,20±0,59
<i>Schistocerca g.</i>	49,0±7,1	23	305±52	4,28±0,63

Используемый в данной работе индекс ploидности семенного фолликула представляет собой средний показатель содержания ДНК на клетку, полученный в результате измерения массы ДНК во всех клетках стенки семенника в зоне созревания сперматид в 50 изолированных фолликулах от каждой отловленной особи для каждого вида саранчовых в отдельности. Из приведенных в таблице данных видно, что 13-хромосомные виды сем. *Tetrigidae* характеризуются мелкими размерами тела и довольно низким содержанием ядерной ДНК и индексом ploидности семенного фолликула. Среди 17- и 23-хромосомных видов подобная закономерность практически не прослеживается. Широкая вариабельность наблюдается как в отношении размеров тела, так и в отношении содержания ДНК в сперматидях. В то же время проявляется четкая зависимость между

числом хромосом и уровнем полиплоидизации клеток стенки семенных фолликулов. Так, у 13-хромосомных видов среднее содержание ядерной ДНК составляет  $173,3 \pm 47$  условных единиц, у 17-хромосомных видов –  $277,3 \pm 61$  ( $p > 0,99$ ), а у 23-хромосомных видов –  $263,4 \pm 53$  ( $p < 0,95$ ). Индекс плоидности составляет соответственно  $2,99 \pm 0,44$ ;  $3,53 \pm 0,57$  ( $p > 0,99$ ) и  $4,03 \pm 0,64$  ( $p > 0,99$ ). Регрессионный анализ показывает наличие положительной корреляции между числом хромосом и индексом плоидности фолликула.

Результаты настоящего исследования свидетельствуют об отсутствии корреляции между размерами тела, числом хромосом и содержанием ядерной ДНК в пределах 17- и 23-хромосомных групп саранчовых. 13-хромосомные виды сем. Tetrigidae резко отличаются по этим показателям и содержат относительно небольшое количество ядерной ДНК при небольших размерах. В то же время по уровню полиплоидизации клеток стенки семенных фолликулов выявляется четкая зависимость между числом хромосом и индексом плоидности семенника.

Академия наук Грузии  
 Институт зоологии

(Поступило 17.03.1993)

ციტოლოგია

გ. ბახტაძე

ურთიერთკავშირი კალიების სხეულის ზომების, ბირთვში  
 ღწმ-ს შემცველობისა და სათესლეების პლოიდობის ინდექსის  
 შორის

რეზიუმე

ციტოფოტომეტრიის მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია კალიების სხვადასხვა სახეობებში ღწმ-ს შემცველობა სპერმატიდებში და სათესლე ფოლიკულების პოლიპლოიდიზაციის დონე და ამ პარამეტრების ურთიერთკავშირი სხეულის ზომებსა და ქრომოსომების რიცხვთან. გამოვლენილია დადებითი კორელაცია ქრომოსომების რიცხვსა და სათესლე ფოლიკულის პოლიპლოიდიზაციის ინდექსს შორის. დადგენილია, რომ 13-ქრომოსომიანი სახეობები ხასიათდებიან სხეულის მცირე ზომებით და ღწმ-ის დაბალი შემცველობით როგორც სპერმატიდებში, ასევე სათესლეების კედლის უჯრედებშიც.

CYTOLOGY

G. Bakhtadze

The Correlation Between the Size of Body, Nuclear DNA Content  
 and Testicle Ploidy Index at Grasshoppers

Summary

The DNA content in spermatids and the poliploidization level of testicle follicle and the correlation between these parameters and the size of body and chromosome

number at the various species of grasshoppers have been investigated with the help of cytophotometric method. The data obtained reveal the positive correlation between the chromosome number and index of ploidy of testicle. The 13-chromosome species are characterized by small size and the low content of DNA in the spermatides as well as in the follicle wall cells.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.И.Кикнадзе, А.Г.Истомина*. Цитология, **14**, 12, 1972, 1519-1528.
2. *B.John, G.M.Hewitt*. Chromosoma, **20**, 1966, 155-172.
3. *И.И.Кикнадзе, Л.В.Высоцкая*. Цитология, **12**, 9, 1970, 1100-1107.
4. *P.G.Fontana, V.R.Vickery*. Chromosoma, **43**, 1973, 75-100.
5. *P.G.Fontana, V.R.Vickery*. Chromosoma, **46**, 1974, 375-395.
6. *P.G.Fontana, V.R.Vickery*. Chromosoma, **50**, 1975, 371-391.
7. *G.L.Stebbins*. Science, **152**, 1966, 1463-1469.
8. *Г.И.Бахтадзе*. Сообщения АН Грузии, **149**, 3, 1994, 502-506.
9. *Р.Ф.Савенко*. Фауна саранчовых Грузии. Тбилиси, 1966.
10. *Г.Ф.Лакин*. Биометрия. М., 1973.

№66 616.13-004.6; 611.77; 616-076; 611-0118.1

ციტოლოგია

ნ. კაკაურიძე

## ეპიდერმისის ზოგიერთი სტრუქტურის მორფომეტრული და კანის მკვებავი სისხლის მილების რაოდენობრივი და ულტრასტრუქტურული თავისებურებანი ათეროსკლეროზის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. დვჯანოსიმემ 23.12.1992)

ათეროსკლეროზის პირველადი პროფილაქტიკის წარმატებით ჩატარების და თერაპიულ ღონისძიებათა ეფექტურობის განსაზღვრის მიზნით, რაც ესოდენ აუცილებელია მოსახლეობის ფართო ფენების შრომისუნარიანობის დაკარგვის თავიდან აცილებისათვის, განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს სისხლის ძარღვების კედელში მიმდინარე ათეროსკლეროზის საწყისი ცვლილებების მორფოლოგიურ გამოვლინებათა შეფასება [1]. ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ დღემდე კლინიკაში არსებული სადიაგნოზო საშუალებებით ათეროსკლეროზის კლინიკამდელი სტადიის დადგენის შესაძლებლობები მეტად შეზღუდულია. ბოლო პერიოდში გამოქვეყნებულია მრავალი ნაშრომი [2], რომლებიც ეფუძნებიან აზრს, რომ კანსა და სისხლძარღვებში (სდ) აორტა, კორონარები) ათეროსკლეროზით გამოწვეული ცვლილებები მიმდინარეობენ პარალელურად იმის გამო, რომ კანი და სდ-ის კედელი აგებულია მეზენქიმოური წარმოშობის უჯრედებით, ფიბრობლასტებით დერმაში და გლუვკუნთოვანი უჯრედებით არტერიების კედელში [3,4]. სწორედ აღნიშნულის გამო, კანში დადგენილ კრიტერიუმებს ანიჭებენ ათეროსკლეროზის სადიაგნოზო მნიშვნელობას.

ამასთანავე, ნაკლებად შესწავლილია კანის, როგორც მთლიანი ორგანოს ცვლილებები, ეპიდერმისის მორფოსტრუქტურათა და კანის მიკროსტრუქტურების მორფომეტრია ათეროსკლეროზის დროს, რის გამოც მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა დერმის დვრილოვანი შრის კაპილარების ხვედრითი წილი და ეპიდერმისის მიკროსტრუქტურების მორფომეტრიული მონაცემები (ეპიდერმისის საშუალო სისქე, ეპიდერმისის უჯრედების რიგების საშ. რაოდენობა), ელექტრონული მიკროსკოპით – ენდოთელიოციტების ულტრასტრუქტურა.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ 103 ავადმყოფი (მამაკაცი), რომელთაც ათეროსკლეროზი გამოუვლინდათ მიოკარდიუმის ინფარქტით. შედარებისათვის კი – საკონტროლო ჯგუფის 50 მამაკაცი, რომელთაც ათეროსკლეროზი გამოერიცხათ კლინიკაში არსებული სადიაგნოზო საშუალებებით. ორივე ჯგუფი (ათეროსკლეროზით დაავადებულთა და საკონტროლო) დავყავით სამ-სამ ჯგუფად ასაკის მიხედვით (მიღებული კლასიფიკაციის საფუძველზე) [5].

ამგვარად, საკონტროლო ჯგუფში მოთავსებული 50 გამოსაკვლევი პირი განაწილდა შემდეგნაირად: I ქვეჯგუფში (ახალგაზრდა და მოწიფული ასაკის, 20-44 წ.) – 23, II ქვეჯგუფში (შუა ხნის 45-59 წ.) – 18, III ქვეჯგუფში (ხანში შესულები 60-

74 წ.) - 9 პირი. ათეროსკლეროზით დაავადებულთა (ძირითადი) ჭვუფი დაიყო შემდეგნაირად: IV ქვეკვლევი (ახალგაზრდა და მოწიფული ასაკის) - 25 ავადმყოფი, V ქვეკვლევი (შუა ხნის) - 41, VI ქვეკვლევი (ხანში შესულები) - 37, სულ 103 ავადმყოფი.

ყველა გამოსაკვლევ პირს და ავადმყოფს ჩაუტარდა კლინიკურ-ლაბორატორიული გამოკვლევები: ეკგ - 12 სტანდარტული განზრა, ექოკარდიოსკოპია. ცდა ფიზიკური დატვირთვით "Simens-Elma"-ს (შვედური) ფირმის ველოერგომეტრზე ეკგ-ის ჩაწერით Mingograph - 30 (შვედ.) ნების განზრებში, მჭდომარე მდგომარეობაში. დატვირთვას ვატარებდით და ვაფასებდით მიღებული კრიტერიუმებით [6,7]. ლიპიდური ცვლის განსაზღვრა სისხლში: საერთო ქოლესტერინს ვსაზღვრავდით ილკას მეთოდით, ტრიგლიცერიდების კონცენტრაციას - ქიმრეაქტივების ნაკრების (Laxema - ჩეხოსლოვაკია) გამოყენებით, ქოლესტერინს - მაღალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდებში [8] ჰეპარინის გამოყენებით. ვითვლიდით დაბალი და ძალიან დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების ქოლესტერინს და ათეროგენობის კოეფიციენტს [8,1,9]. კანის მორფოლოგიური კვლევის მიზნით შესწავლილ კონტიგენტში კანის ბიოპტატებს ვიღებდით წინამხრის მედიალური ზედაპირიდან 1,0 მლ 2% ნოვოკაინის ხსნარით წინასწარი გაუტკივარების შემდეგ. სპეციალური დერმატომის მეშვეობით, რომლითაც ამოიჭრება 0,3 მმ დიამეტრის მქონე ბიოპტატი. ერთი ნაწილი ფიქსირდებოდა 12% ფორმალინში მიმოხილვითი მიკროპრეპარატების დამზადების მიზნით; მეორე ნაწილი - აბსოლუტურ აცეტონში კაპილარების აღმოსაჩენად. ჰემატოქსილინ-ეოზინის მეთოდით შეღებვის შედეგად შესაძლებლობა გვქონდა გამოგვეთვალა: 1. ეპიდერმისის საშუალო სისქე სინათლის მიკროსკოპით (ობიექტივი 25, ოკულარი x10) მიკროსკოპის ობიექტივში მოთავსებული მიკროსახსნავის მეშვეობით. ყოველ შემთხვევაში გაზომვას ვაწარმოებდით 50 შემთხვევით ადგილას, გამოგვყავდა საშუალო მაჩვენებელი პირობით ერთეულში, რომელიც შემდეგ გადაგვყავდა მკმ-ში. 2. ეპიდერმისის უჯრედების რიგების საშუალო რაოდენობა სინათლის მიკროსკოპის მეშვეობით (ობიექტივი 25, ოკულარი x10). უჯრედების რიგებს ვითვლიდით (მორჩების ადგილების გამოკლებით) 50 შემთხვევით ადგილას, რის შემდეგ გამოგვყავდა საშუალო მაჩვენებელი. კაპილარებს ვიკვლევდით სისაკიანის მიერ მოდიფიცირებული ჰომორის მეთოდით. კაპილარების ხვედრითი წილის განსაზღვრისათვის პაპილარულ დერმაში მიკროპრეპარატებს ვამუშავებდით გამოსახულებათა ავტომატური ანალიზის სისტემაზე ("TAS-Plus" ფირმა "ლეიცი" გერმანია) მიკროციტოკულაციის კვლევის რესპუბლიკურ ცენტრში. კაპილარების ხვედრითი წილი (კწ) განისაზღვრებოდა სინათლის მიკროსკოპით, გამოთვლა ხდებოდა სათვლელი კვადრატით, რომლის ფართი იყო 14400 მკმ<sup>2</sup>. კაპილარების გამოთვლა ხდებოდა 10 ამგვარ კვადრატში. საშუალო არითმეტიკულის გამოყვანის შემდეგ ფორმულით  $V = S_1/Sx100$  ვსაზღვრავდით მათ ხვედრით წილს პროცენტებში, სადაც  $S_1$  არის კაპილარების ფართი, ხოლო  $S$  - საკვლევი ფართი (14400 მკმ<sup>2</sup>).

ეპიდერმოციტების, ენდოთელიოციტების ულტრასტრუქტურის შესწავლა ხდებოდა 4% პარაფორმალდეჰიდში ფიქსირებული, ეპონში ჩამოყალიბებული, ულტრატომზე დაჭრილი და სათანადოდ დამუშავებულ ულტრათხელ ანათლებში ელექტრონული მიკროსკოპის მეშვეობით. კვლევის შედეგების მათემატიკური შეფასება, დამუშავება ხდებოდა სისტემატური შეფასების ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდით [10].

ჩვენი გამოკვლევის თანახმად, ათეროსკლეროზის დროს კბჭ პაპილარულ დერმაში (იხ. ცხრილი) მცირდება ახალგაზრდა ასაკიდანვე, შეადგენს IV ქვეჯგუფში ფართის ერთეულის  $4,5 \pm 0,2\%$  და 1,3-ჯერ ნაკლებია I ქვეჯგუფის მაჩვენებელთან შედარებით ( $P < 0,001$ ), რომელშიც კბჭ შეადგენს  $5,2 \pm 0,3\%$ . შემდეგ ასაკობრივ V ქვეჯგუფში კბჭ კიდევ უფრო იკლებს და ხდება  $3,5 \pm 0,2\%$ , რაც 1,6-ჯერ ნაკლებია ახალგაზრდა და მოწიფული ასაკის დაავადებულთა მაჩვენებელზე ( $P < 0,001$ ), ხოლო საკონტროლო ჯგუფის იმავე ასაკობრივი ქვეჯგუფის მაჩვენებელთან მცირდება 1,7-ჯერ. ხანში შესულ დაავადებულებში კბჭ კვლავ მცირდება  $2,8\% \pm 0,2\%$  -მდე, რითაც სარწმუნოდ განსხვავდება როგორც საკონტროლო ჯგუფის VI ქვეჯგუფის, ასევე დაავადებულთა IV და V ქვეჯგუფების მონაცემებისაგან ( $P < 0,001$ ). ჩვენი გამოკვლევების თანახმად კბჭ პაპილარულ დერმაში უარყოფით კორელაციურ კავშირში იმყოფება ასაკთან, ათეროსკლეროზის დროს კორელაციის კოეფიციენტი ( $\text{კკ}$ ) = 0,48.

გარდა კაპილარების რაოდენობრივი ცვლილებებისა, კაპილარების კედლის ელექტრონული კვლევის საფუძველზე დავადგინეთ რიგი ცვლილებები ათეროსკლეროზის დროს, რომლებიც აისახება ენდოთელიოციტების ულტრასტრუქტურულ ცვლილებებში ახალგაზრდა დაავადებულებში. კერძოდ, შეინიშნებოდა ციტოპლაზმის ორგანელებისაგან გაღარიბება, ლიპიდური წვეთების და მიეღინისმაგვარი სხეულაკების არსებობა, ბაზალური მემბრანის გამკვრივება და გაფაშრება. ზოგ ადგილას განშრევა. აღწერილი სურათით აღნიშნული ქვეჯგუფი მკვითრად განირჩეოდა I ქვეჯგუფის კაპილარების კედლისაგან, სადაც ენდოთელიოციტებში არ შეინიშნებოდა არც ლიპიდური წვეთები და არც მიეღინისმაგვარი სხეულაკები და ორგანელებიც მრავლად იყვნენ წარმოდგენილი ციტოპლაზმაში. IV ქვეჯგუფში ნახული ცვლილებები უფრო ინტენსიურად გამოხატული იყო შუა ხნის და ხანში შესულთა მიკროპრეპარატებში, თუმცა ბევრად ნაკლები ხარისხით, ვიდრე საკონტროლო ჯგუფის შესაბამისი ქვეჯგუფების პირთა მიკროპრეპარატებში.

როგორც ცნობილია, კაპილარების ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს ნივთიერებათა ცვლა სისხლსა და ქსოვილებს შორის, რაც ხორციელდება ორი მექანიზმით: 1. ფილტრაციით და 2. ნივთიერებათა კონცენტრაციული გრადიენტის მეშვეობით. კაპილარული დიფუზიის მოცულობა და კაპილარული ფილტრაციის სიჩქარე განისაზღვრება ორი მთავარი ფაქტორით: ღია კაპილარების უბნების რაოდენობით და ამ ფართის მასშტაბური სიდიდით [11]. თუ გავითვალისწინებთ ჩვენ მიერ დადგენილ კბჭ-ის შემცირებას და კაპილარების კედლის სტრუქტურულ თვისებებს, თვალსაჩინო გახდება ორივე ამ ძირითადი ფუნქციის - ფილტრაციის და დიფუზიის ცვლილებები ათეროსკლეროზის დროს. მიკროციკულაციის მოშლის შედეგად კი, ხდება ქსოვილოვანი ცვლილებებიც, მათ შორის ეპიდერმისისაც, რაც აისახება ეპიდერმისის სისქის და უჭრედთა რიგების შემცირებაში ათეროსკლეროზის დროს (იხ. ცხრილი).

ეპიდერმისის უჭრედთა რიგების რაოდენობა (ეურრ) ათეროსკლეროზის დროს ასაკობრივი ქვეჯგუფების მიხედვით იცვლება შემდეგნაირად, IV ქვეჯგუფში  $5,6 \pm 0,6$ -ს შეადგენს და 1,2-ჯერ ნაკლებია I ქვეჯგუფის მაჩვენებელთან ( $6,8 \pm 0,1$ ) შედარებით, V ქვეჯგუფის ეურრ ( $5,0 \pm 0,1$ ) 1,5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე II ქვეჯგუფისა ( $7,3 \pm 0,3$ ), ხოლო VI ქვეჯგუფისა ( $4,8 \pm 0,6$ ) - 1,2-ჯერ ვიდრე III ქვეჯგუფის ეურრ. სადაც იგი  $5,6 \pm 0,4$ -ია. სამივე შემთხვევაში  $P < 0,001$ , ე.ი. ეპიდერმისის აღნიშნული მაჩვენებელი



სარწმუნოდ განსხვავდება თითოეული ქვეჯგუფისათვის ათეროსკლეროზის დროს საკონტროლო ქვეჯგუფისაგან.

### ცხრილი

კანის მკვებაჯ კაპილარებისა და ეპიდერმისის ზოგერთი მიკროსტრუქტურის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ჯგუფები	ქვეჯგუფები	კაპილარების ხვ.წილი %	ეპიდერმისის უჯრედების რიგების საშ. რ-ბა	ეპიდერმისის საშ. სისქე მკმ
საკონტროლო	I	6,2±0,3	6,8±0,1	39,1±1,01
	II	5,6±0,3	7,3±0,3	40,6±1,7
	III	4,8±0,4	5,6±0,4	34,5±2,0
ათეროსკლერო- ზით დაავადე- ბულები	IV	4,5±0,2	5,6±0,5	31,6±0,9
	V	3,5±0,1	5,0±0,1	28,9±0,9
	VI	2,8±0,2	4,8±0,6	26,8±0,6

ჩვენი მონაცემებით ეურრ ათეროსკლეროზის დროს უარყოფით კორელაციურ კავშირშია ასაკთან ( $\kappa=0,36; 0,29; 0,34$  IV, V, VI ასაკობრივი ქვეჯგუფების შესაბამისად), რაც იმის მანიშნებელია, რომ ათეროსკლეროზის დროს უჯრედთა რიგები შემცირებას განიცდიან რა რაოდენობაში ახალგაზრდა ასაკიდან, დროის ფაქტორი კვლავაც იწვევს მის შემცირებას. ეურრ-ა ათეროსკლეროზის დროს დადებით კორელაციურ კავშირში იმყოფება პაპილარული შრის კჭ (კვ=0,36).

როგორც ლიტერატურიდან ცნობილია, კერატინოციტებს გააჩნიათ ანგიოგენეზური მოქმედება [12], გამოყოფენ კაპილარების ზრდის ფაქტორს. აღნიშნული ფაქტორები კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ კანი მთლიანი სისტემაა, სადაც ყველა შემადგენელი სტრუქტურული ელემენტი იმყოფება ურთიერთგანსაზღვრულობაში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ეპიდერმისის სისქე (ეს) ათეროსკლეროზის დროს მნიშვნელოვნად ნაკლებია ახალგაზრდა და მოწიფული ასაკის დაავადებულებში (31,6±0,9 მკმ) ამავე ასაკის საკონტროლო ქვეჯგუფის ეპიდერმისის საშუალო სისქეზე. ამ მაჩვენებლის სიდიდეა 1,2 და სტატისტიკურად სარწმუნოა ( $P<0,001$ ). ასევე საშუალო ასაკში ეს დაავადებულებში იკლებს (28,9±0,9 მკმ) 1,4-ჯერ ( $P<0,001$ ) II ქვეჯგუფის მაჩვენებელთან (40,6±1,7 მკმ) შედარებით, ხოლო ხანში შესულთა შორის ეს განსხვავება 1,3-ჯერ მეტია საკონტროლო ჯგუფისთვის ( $P<0,001$ ).

ლიტერატურის განხილვის დროს არ შეგვხვედრია გამოკვლევები, რომლებიც შეეხება ათეროსკლეროზის დროს დერმის შესაბამის ცვლილებებს ეპიდერმისში, თუმცა რიგ ნაშრომებში ნათლად არის წარმოდგენილი ფიზიოლოგიურ პირობებში ეპიდერმისის და დერმის სისქეების დამოკიდებულება კანის კაპილარების რაოდენობას შორის [13]. უნდა აღინიშნოს კანის სისხლის მიმოქცევის მნიშვნელობა და თავისებურება ეპიდერმისის კვებაში, კანის არტერიო-ვენოზურ ანასტომოზებში სისხლის რაოდენობის მომატებისას, რაც ხშირად ვითარდება სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებით [14], ეპიდერმისის მკვებაჯ კაპილარებში სისხლის ნაკადი

მკვეთრად მცირდება, ვითარდება კვების მოშლა და უანგბადის ნაკლოვანება. ამგვარად, კანში სისხლის ნაკადის საკმაო რაოდენობის დროსაც კი, ეპიდემიის იმყოფება სისხლით მომარაგების ნაკლებობის მდგომარეობაში, ამიტომ სისხლის ნაკადის უმნიშვნელო დაქვეითებაც კი, იწვევს სისხლის ტროფიკის მოშლას [15]. ათეროსკლეროზის დროს კი როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მკვეთრად უარესდება კაპილარული სისხლის მიმოქცევა კანში.

ჩვენ მონაცემების მიხედვით, ეს ათეროსკლეროზის დროს შემცირებას იწყებს ახალგაზრდა ასაკიდანვე და დადებით კორელაციურ კავშირში იმყოფება პაპილარული დერმის კეწ (კკ=0,41). ასევე ათეროსკლეროზის დროს არსებობს მკიდრო კავშირი ეს და ეურარ-ს შორის (კკ=0,79). ამგვარი მკიდრო კორელაციური კავშირია ათეროსკლეროზის დროს სამივე ასაკობრივ ქვეჯგუფში (IV, V, VI - შესაბამისად კკ ტოლია 0,58; 0,82; 0,75).

ამრიგად, ათეროსკლეროზის დროს უკვე ახალგაზრდა ასაკიდანვე დერმის სისხლძარღვებით გაღარიბებასთან ერთად პარალელურად მცირდება ეპიდემიის სისქე და უჭრედების რაოდენობა.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ:

1. ათეროსკლეროზის დროს დერმის დერილოვან შრეში მცირდება კაპილარების ზვედრითი წილი. ცვლილებას განიცდის ენდოთელიოციტების ულტრასტრუქტურა, ყალიბდება ათეროსკლეროზული მიკროანგიოპათია.
2. ათეროსკლეროზის დროს იცვლება ეპიდემიის მორფოსტრუქტურა, მცირდება სისქე და უჭრედების რიცხვის რაოდენობა.
3. ათეროსკლეროზის დროს აღნიშნული ცვლილებები ვითარდება ახალგაზრდა ასაკიდანვე და ღრმავდება ასაკის ზრდასთან ერთად.
4. ჩვენ მიერ წარმოდგენილი მიკროსტრუქტურების მორფომეტრული და ულტრასტრუქტურული მახასიათებლებით ათეროსკლეროზით დაავადებულთა კანი სარწმუნოდ განსხვავდება არადაავადებულთა კანისაგან, რის გამოც მოცემული მაჩვენებლები შეიძლება გამოვიყენოთ ათეროსკლეროზის სადიაგნოზო ტესტად.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანდაცვის და  
სოც. უზრუნველყოფის სამინისტროს  
ექსპერიმენტული და კლინიკური თერაპიის ს/კ  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 11.01.1993)

Н.Г.Какауридзе

## Некоторые особенности морфометрических показателей микроструктур эпидермиса и количественная и ультраструктурная характеристика капилляров кожи при атеросклерозе

Резюме

Для успешной профилактики и лечения атеросклероза особую важность приобретает обнаружение начальных изменений в стенке артерии. В литературных данных последних лет уделяется большое внимание биопсии кожи как средству диагностики атеросклероза. Работа посвящена изучению удельного веса капилляров, средней толщины эпидермиса и среднего количества клеток эпидермальных рядов и ультраструктурной характеристики эпидермицитов при атеросклерозе. Изучены биоптаты 103 больных инфарктом миокарда и 50 лиц контрольной группы в возрастном аспекте.

Исследование микропрепаратов кожи выявило уменьшение удельного веса капилляров в папиллярном слое, изменение ультраструктур эпидермоцитов и развитие атеросклеротической микроангиопатии. Уменьшались также толщина эпидермиса и среднее количество эпидермальных рядов клеток. Указанные изменения обнаруживались уже в молодом возрасте и усугублялись с возрастом.

Представленные данные могут быть использованы для диагностики ранних стадий атеросклероза.

CYTOLOGY

N. Kakauridze

## Some Features of Morphometric Indices of Epidermis Microstructures. Quantitative and Ultrastructural Characteristics of Skin Capillaries in Atherosclerosis

Summary

The revealing of initial changes in an arterial wall acquires a special significance for successful prophylactic and treatment of atherosclerosis. Much attention has been paid to the skin biopsy as means of atherosclerosis diagnosis in recent literary data. This work is devoted to the study of the specific share of capillaries, average thickness of epidermis and average number of epidermal series cells, as well as ultrastructural characteristics of epidermocytes, in patients with atherosclerosis. Biopstats of 103 patients with myocardial infarction and 50 aged patients of the control group have been studied.

The study of skin micropreparations has revealed decrease of the specific share of capillaries in the papillary layer, change of ultrastructure of epidermocytes and development of atherosclerotic microangiopathy. The thickness of epidermis and the



average number of epidermal series cells had also decreased. The indicated changes which have been revealed even in young people tend to worsen with age.

The data presented can be used for diagnosis of early stages of atherosclerosis.

#### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Н.Климов*. Превентивная кардиология. М., 1987, 260-321.
2. *H.Bouissou, M.Th. Pieraggi, M. Jullian*. Atherosclerosis, **19**, 3, 1974, 17-23.
3. *H.Bouissou, M.Th. Pieraggi, M.Jullian*. Arch. Anat. Cyt. Fath., **28**, 1980, 17-23.
4. *M.S.Brown, I.L.Goldstein*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, **76**, 7, 1979, 3330-3337.
5. *О.В.Коркушко*. Сердечно-сосудистая система и возраст. М., 1983, 66.
6. *Д.М.Аронов*. Кардиология, **4**, 1979, 5-10.
7. *A.Seiser, K.Cohn*. Amer. J.Cardiol., **30**, 1972, 306-308.
8. Дислиппротеидемия и ишемическая болезнь сердца. М., 1980, 260-320.
9. *W.T.Friewald, K.I.Levy, D.S.Fredricson*. Clin. Chem., **18**, 1972, 499-508.
10. *А.П.Хускивадзе*. Задачи многокритериальной оптимизации и оценивания в эмпирических целостных системах и их решения. Тбилиси, 1991.
11. *К.Розточил, И.Преровский, И.Олива*. Чехословацкая медицина, **1**, 1989, 46-49.
12. *I.S.Wolff, R.G.Harrison*. Invest. Dermat., **61**, 1973, 130-141.
13. *И.И.Михайлов*. Структура и функция эпидермиса. М., 1979.
14. Кожа. Под ред. А.М.Чернуха, Е.П.Фролова. М., 1982, 66.
15. *Н.А.Корнева*. Автореферат канд. дисс. М., 1979.



ა. აბესაძე, ზ. ტაბიძე

## დუოდენური წყლულის წარმოქმნის კოაგულოგენური მექანიზმი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. დევიანოსემ 20.05.1993)

წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოკოაგულაციის მდგომარეობის შესახებ ურთიერთსაწინააღმდეგო შეხედულებები არსებობს. აღნიშნავენ როგორც ჰიპერ, ისე ჰიპოკოაგულემიურ ძვრებს ამ პათოლოგიის დროს.

დარღვევები ჰემოსტაზის სისტემაში აღინიშნება ორგანიზმში სხვადასხვა, ურთიერთგანსხვავებული პროცესების დროს, თანაც ჩვეულებრივ ისინი არ ატარებენ სპეციფიკურ ხასიათს, ზოგჯერ წინ უსწრებენ ამა თუ იმ დაავადების განვითარებას (თრომბოზები და ინფარქტები სხვადასხვა ორგანოებში), ზოგჯერ კი მათი ჩამოყალიბების შემდგომ გამოვლინდებიან (მწვავე პნევმონიები, ვირუსული ჰეპატიტი და სხვა). რიგი დაავადებების მიმდინარეობაში ამ დარღვევებს პათოგენეზური მნიშვნელობა აქვთ, ხოლო ზშირად ისინი მეორეულ ხასიათს ატარებენ და კლინიკურ გაუმჯობესებასთან ერთად ქრებიან.

უძველესი დროიდან დღემდე ავტორთა ერთი ჯგუფი ადგილობრივ ჰემოდინამიკურ ძვრებთან ერთად დიდ როლს ანიჭებს ჰემოკოაგულაციის მდგომარეობას თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის ჩამოყალიბებაში. მეორე კი თვლიან, რომ კუჭის წვევის მაღალი მჟავიანობა, წყლული, განსაკუთრებით წყლულის ირგვლივ არსებული ანთებითი რკალი თვით იწვევენ დარღვევებს ჰემოსტაზის სისტემაში.

წყლულის ჩამოყალიბებისა და ჰემოკოაგულაციის დარღვევების მექანიზმების სწორად გაგებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში არსებულ ქსოვილოვან შემდედებელ და ფიბრინოლიზურ ფერმენტთა შესწავლას.

ადამიანის კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში აღმოჩენილია მაღალი აქტივობის ჰემოკოაგულაციური და ანტიშემდედებელი ფერმენტები, პროსტაგლანდინები და თრომბოქსანი [1-5]. ლორწოვანი გარსის პროსტაგლანდინისა და თრომბოქსანის სისტემას დაცვითი და ულცეროგენული მოქმედების მედიატორებად თვლიან [3,4].

ბუნებრივია, ვიფიქროთ, რომ იდაყვის ვენიდან აღებული სისხლის კოაგულოლოგიური მაჩვენებლები, ლოკალურად კუჭში, კერძოდ, კუჭის არტერიებსა და ვენებში მიმდინარე პროცესებს სრულად არ ასახავენ. კუჭის რეზექციის დროს იქმნება შესაძლებლობა კუჭის არტერიისა და კუჭ-ბადეჭონის ვენის სისხლის ჰემოსტაზის შესწავლისა და მისი შედარებისა იდაყვის ვენის სისხლის ანალოგიურ კოაგულოლოგიურ მაჩვენებლებთან, საინტერესოა ჰემოკოაგულაციის მდგომარეობა კუჭის რეზექციის შემდეგ. საფიქრებელია, რომ თუ წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოსტაზის სისტემაში არსებული დარღვევები თვით წყლულით ან მის ირგვლივ არსებული ანთებითი უბნით აიხსნება, მაშინ ამ მიზეზის მოშორებასთან ერთად

ჰემოსტაზის სისტემის მაჩვენებლები ნორმას უნდა უბრუნდებოდნენ, ხოლო თუ ასე არ ხდება, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ჰემოკოაგულაციის დარღვევებს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პათოგენეზური როლი ეკუთვნის წყლულის განვითარებაში და ეს შეიძლება იყოს ერთი-ერთი მიზეზი რეზეცირებულ კუჭში განმეორებითი წყლულების ჩამოყალიბებისა.

ჩვენ შევისწავლეთ გასტროდუოდენური ზონის ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტების ჰემოკოაგულაციური და ანტიშემდეგბელი აქტივობა კსკიპეტროვისა და თანაავტორთა მეთოდით [1] და ჰემოსტაზის სისტემის ზოგიერთი მაჩვენებელი იდაყვის ვენის, კუჭის არტერიულ და ვენურ სისხლში (თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების გამო კუჭის რეზექციის დროს), თანამედროვე ბიოქიმიური მეთოდებით. ანტირომბინ III ესაზღვრავდით ჰენსენის და ლოელიგერის მეთოდით, თრომბოქსანსა და პროსტაციკლინს რადიოიმუნური მეთოდით. თრომბოციტების ადჰეზივობას ვიკვლევდით პ.რაიტის მეთოდის ვ.ბალუდას მოდიფიკაციით, აგრეგაციას გ.ბორნის მეთოდით. საკონტროლოდ შესწავლილია 60 ჯანმრთელის კოაგულოგრამა და უმედური შემთხვევით დაღუპული 14 ადამიანის კუჭისა და თორმეტგოჯას ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტების ჰემოკოაგულაციური და ანტიშემდეგბელი აქტივობა.

თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების მქონე 264 ავადმყოფის იდაყვის ვენის სისხლში (მკურნალობამდე) აღინიშნებოდა კოაგულოლოგიური მაჩვენებლების მკვეთრად გამოხატული მერყეობა, რაც ერთი და იმავე პროცესით აიხსნებოდა. არსებითად, ყველა შემთხვევაში ჰემოკოაგულაციის დარღვევა გამოვლინდა ჰიპერკოაგულემიური ტიპით, არაიშვიათად გამოვლენილი ჰიპოფიბრინოგემია, ჰიპოპროთრომბინემია ფიბრინოლიზის გააქტივებით („ერუ ჰიპოკოაგულემია“), სინამდვილეში ჰეშმარიტ ჰიპერკოაგულემიას, დისემინირებული სისხლშილიშიდა შედეგების სინდრომის III სტადიას წარმოადგენდა. ამაში აგრეთვე გვარწმუნებდა თრომბოციტების ადჰეზივობის და აგრეგაციის მომატება და ხშირ შემთხვევაში დადებითი პარაკოაგულაციური სინჯები. დისემინირებული სისხლშილიშიდა შედეგების სინდრომის I სტადია გამოვლინდა 139 (52,7%), II - 94 (35,6%) და III სტადია - 31 (11,7%) შემთხვევაში. ხშირად დადებითი იყო პარაკოაგულაციური ტესტები. ჯანმრთელებთან შედარებით ანტირომბინი III დაქვეითებული იყო, თრომბოქსანი - მომატებული, პროსტაციკლინი დაკლებული. იდაყვის ვენის სისხლში როგორც მკურნალობამდე, ისე ნარკოზის დროს ჰემოკოაგულაციის მოშლა დისემინირებული სისხლშილიშიდა შედეგების სინდრომის სახით მიმდინარეობდა. ნარკოზის დროს ამ სინდრომის III სტადია უფრო ხშირი იყო, მკვეთრად მატულობდა თრომბოქსანის მაჩვენებელი, უფრო ხშირად აღინიშნებოდა დადებითი პარაკოაგულაციური სინჯები.

კუჭის არტერიულ სისხლში (შესწავლილია 43 ავადმყოფი) ამ სინდრომის I სტადია გამოვლინდა 13 (30,2%), II-14 (32,6%) და III სტადია 16 (37,2%) შემთხვევაში. პარაკოაგულაციური სინჯები ყოველთვის დადებითი იყო. მკვეთრად იკლებდა ანტირომბინი III და პროსტაციკლინი. ნორმასთან შედარებით 13,6-ჯერ მომატებული იყო თრომბოქსანი. კუჭ-ბადექონის ვენურ სისხლში (67 ავადმყოფი) დისემინირებული სისხლშილიშიდა შედეგების სინდრომის I სტადია აღინიშნა 21 (31,3%), II სტადია - 22(32,8%) და III სტადია - 24 (35,8%) შემთხვევაში. 65 შემთხვევაში პარაკოაგულაციური სინჯები დადებითი იყო. მკვეთრად დაქვეითებული იყო ანტირომბინი III და პროსტაციკლინი. ნორმასთან შედარებით მკვეთრად მატულობდა თრომბოქსანი.

იქიდან გამომდინარე, რომ ნარკოზის ქვეშ მყოფი, ოპერაციის დროს გამოკვლეული ავადმყოფები ერთნაირ პირობებში იმყოფებოდნენ, ნარკოზისა და ოპერაციული პერიოდის ზემოქმედება იდაყვის ვენის ან კუქის არტერიულ და ვენურ სისხლზე, ალბათ, დაახლოებით ერთნაირია, რომ ერთსა და იმავე ავადმყოფებს ერთდროულად ვულვებით სისხლს იდაყვის ვენიდან, კუქის ვენიდან და კუქის არტერიიდან, შეიძლება დაეასკენათ, რომ ჩვენ მიერ გამოვლენილი დისემინირებული სისხლმომწიდა შედეგების სინდრომის II და III სტადიების განსაკუთრებული სიხშირე კუქის სიახლოვეს სარწმუნო უნდა იყოს. ჰემოკოაგულაციის მოშლის განსაკუთრებული სიმკვეთრე კუქის სიახლოვეს მიუთითებს ამ დარღვევების დიდ მნიშვნელობაზე წყლულის წარმოქმნის პათოგენეზში.

ჰემოკოაგულაციის მოშლა ვლინდებოდა კუქის რეზექციიდან 0,5 - 1 წლის და მეტის შემდეგაც (შესწავლილია წყლულოვანი დაავადების გამო რეზექცირებული კუქის მქონე 52 ავადმყოფი), მიმდინარეობდა ჰიპერკოაგულემიური ტიპით და ლისემინირებული სისხლმომწიდა შედეგების სინდრომის I და II სტადიებით გამოიხატებოდა. ეს ფაქტი, ვფიქრობთ, საკმაოდ დამაჯერებლად მიუთითებს იმაზე, რომ ჰემოსტაზის მდგომარეობა ნაკლებადაა დამოკიდებული თვითონ წყლულსა და სიმჟავის დონეზე. საფიქრებელია, რომ ჰემოკოაგულაციის მოშლა წყლულოვანი დაავადების დაწყებასთან ერთად ვითარდება ან უფრო მეტიც - წინ უძღვის მას და წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პათოგენეზურ მექანიზმს ადგილობრივი სისხლის მიმოქცევის მოშლისა და წყლულის განვითარებაში.

საინტერესოა ის ფაქტიც, რომ იდაყვის ვენიდან აღებულ სისხლში ჰემოსტაზის სისტემის ცვლილებები არ იყო დამოკიდებული კუქის წვენი მჟავიანობის მაჩვენებლებზე, რომლებიც წყლულოვანი დაავადებისას ხშირად მომატებული იყო, ხოლო რეზექცირებული კუქის შემთხვევაში საგრძნობლად ან მკვეთრად დაქვეითებული. ჰემოსტაზის უჩრდოვანი ფაქტორების შესწავლამ გვიჩვენა თრომბოციტების ადჰეზიოზის მომატება, აგრეგაციის დასაწყისის როგორც დაჩქარება, ისე ზოგჯერ დაგვიანება და აგრეგაციის სიმაღლის მომატება კონტროლთან შედარებით. აღნიშნული ძვრები განსაკუთრებით გამოხატული იყო კუქის არტერიულ და ვენურ სისხლში. საერთოდ, ჰიპერთრომბინემია, ხსნადი ფიბრინ-მონომერული კომპლექსები აძლიერებენ ადენოზინდიფოსფატის გამოთავისუფლებას თრომბოციტებიდან. აძლიერებენ ამ უკანასკნელთა აგრეგაციას და, ამგვარად, მიკროკოტების წარმოქმნას. ნაწილობრივ ან მთლიანად პოლიმერიზებული ფიბრინიც აძლიერებს თრომბოციტების ადჰეზიოზისა და აგრეგაციას. ოღონდ შემდეგში, ფიბრინოგენის დეგრადაციის პროდუქტების სულ უფრო გაძლიერებულ წარმოქმნასთან ერთად თრომბოციტების აღნიშნული ფუნქციები ითრგუნება. შეიძლება ამ მოვლენით აიხსნებოდეს ის, რომ წყლულოვანი დაავადების დროს ვლინდებოდა როგორც თრომბოციტების აგრეგაციის დასაწყისის დაჩქარება, ისე ზოგჯერ - აგრეგაციის დაგვიანებაც.

60 ჯანმრთელის ჰემოკოაგულაციის მაჩვენებლებთან შედარებით, უბედური შემთხვევით დაღუპულთა 14 გვამის კუქისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი ხასიათდებოდა თრომბოპლასტიურ და ანტიშემდეგებელ ფერმენტთა მაღალი აქტივობით (ყველა შემთხვევაში სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობით). შემდეგდებულ ელემენტთა აქტივობაზე მიუთითებდა შემდეგი: თრომბოციტის ხარისხის მკვეთრი მომატება საკონტროლო სისხლზე გვამების დაუზიანებელი გასტროდუოდენური ლორწოვანის ზემოქმედებით. პლასმის რეკალციფიკაციის დრო გასტროდუოდენურ ზონაში შემოკლებული იყო, პროთრომბინის მოხმარება

გაძლიერებული, პლაზმის ტოლერანტობა ჰეპარინისადმი მომატებული, ფიბრინაზის აქტივობა მომატებული. გასტროდუოდენურ ზონაში ანტიშემდეგებელ ფერმენტთა აქტივობაზე მიუთითებდა თრომბინის დროის გახანგრძლივება, ჰეპარინის დროის მომატება და ფიბრინოლიზური აქტივობის გაძლიერება – ეუგლობულინური კოლტის ლიზისის დროის შემოკლება. ამგვარად, ნათლად ჩანს, რომ დაუზიანებელი გასტროდუოდენური ზონის ლორწოვანი გარსი დიდი რაოდენობით შეიცავს როგორც ჰემოკოაგულაციურ, ისე ანტიშემდეგებელ ფერმენტებს.

მათთან შედარებით, თრომბეტოგოზა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების გამო რეზეცირებული გასტროდუოდენური ზონის ყველა უბნის (ანტრალური ნაწილის, მცირე და დიდი სიმრუდის) ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტები ავლენდნენ კიდევ ერთ მალაღ ჰემოკოაგულაციურ აქტივობას, განსაკუთრებით კი წყლულის ახლო უბანში. წყლულის ახლოს ლორწოვანი გარსიდან აღებული ექსტრაქტები მკვეთრად აძლიერებდნენ პროთრომბინის მოხმარებას, მათი შემოკმედეგებით პლაზმის რეკალციფიკაციის დრო მოკლდებოდა, პლაზმის ტოლერანტობა ჰეპარინისადმი მატულობდა, შედარებით უმნიშვნელოდ მატულობდა თრომბოტესტის ხარისხი და ფიბრინაზის აქტივობა. გვაშების დაუზიანებელი ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტებთან შედარებით, წყლულოვანი დაავადებით ავადმყოფთა წყლულის ახლო უბნებიდან აღებული ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტები მკვეთრად დაქვეითებული ანტიშემდეგებელი აქტივობით ხასიათდებოდნენ, ამ ექსტრაქტების სისხლზე დამატებისას ჰეპარინის დრო შემოკლებული იყო, ასევე შემოკლებული იყო თრომბინის დრო, ხოლო ფიბრინოლიზური აქტივობა მკვეთრად იყო დაქვეითებული, რაზეც მეტყველებდა ეუგლობულინური კოლტის ლიზისის დროის გახანგრძლივება. კუჭის ანტრალური ნაწილის, მცირე და დიდი სიმრუდის ლორწოვანის ექსტრაქტების ფიბრინოლიზური აქტივობა უფრო მაღალი იყო, ვიდრე ჯანმრთელთა იდაყვის ვენის სისხლში, თუმცა რამდენადმე უფრო დაქვეითებული იყო გვაშების დაუზიანებელი ლორწოვანი გარსის ექსტრაქტებთან შედარებით. 12-გოჯას წყლულოვან უბანში ჰემოკოაგულაციური ფერმენტების მკვეთრი გააქტივების ფონზე ფიბრინოლიზური აქტივობის გამოხატული დაქვეითება შეიძლება გამოწვეული იყოს ფიბრინოლიზური სისტემის თავდაპირველი გააქტივებით და მისი შემდგომი გამოფიტვით. მითუმეტეს, რომ ანტიშემდეგებელი ფაქტორების გამოფიტვა ანტირომბინ III დაქვეითების სახით ჩვენ კუჭის არტერიულ და ვენურ სისხლშიც აღვნიშნეთ, რაც, ალბათ, ადგილობრივი დისემინირებული სისხლშიღა შედეგების სინდრომის გამოვლენას წარმოადგენს.

გასტროდუოდენური ზონის ლორწოვან გარსში ქსოვილოვან ჰემოკოაგულაციურ ფერმენტთა აქტივობის მომატება და იქვე ფიბრინოლიზური აქტივობის მკვეთრი დაქვეითება იწვევს ფიბრინის წარმოქმნის გაძლიერებას და ქმნის პრეტრომბოზულ მდგომარეობას. ლოკალური თრომბოზისა და სისხლის მიმოქცევის მოშლის განვითარება კი შეიძლება გახდეს (წყლულის წარმოქმნის სხვა მექანიზმებთან ერთად) ლორწოვანი გარსის დანეკროზებისა და დაწყლულების მიზეზი.

ამგვარად, 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოსტაზის სისტემაში აღნიშნული ჰიპერ- და ჰიპოკოაგულემიური მდგომარეობანი ერთი და იმავე მოვლენის, დისემინირებული სისხლშიღა შედეგების სინდრომის სხვადასხვა სტადიის წარმოადგენენ. ჩვენი აზრით, სწორედ ამით შეიძლება აიხსნას ლიტერატურაში არსებული წინააღმდეგობანი წყლულოვანი დაავადების დროს ჰემოკოაგულაციის შეფასებაში.



ის ფაქტი, რომ ჰემოკოაგულაციის მოშლა თვისობრივად ერთგვაროვანი იყო მიუხედავად კუჭის სეკრეციის მდგომარეობისა და განსაკუთრებით კი ის, რომ რეზექციიდან 6 თვის, 1 წლის და მეტის შემდეგაც ჰემოკოაგულაციის ცვლილებები თვისობრივად იგივე იყო, როგორც წყლულოვანი დაავადების დროს, ვფიქრობთ, საკმაოდ სარწმუნოდ მიუთითებს იმაზე, რომ ჰემოსტაზის სისტემის მდგომარეობა ნაკლებადაა დამოკიდებული თვითონ წყლულზე და სიმკვავის დონეზე. საფიქრებელია, რომ დისემინირებული სისხლშილია შედეგების სინდრომი დაავადების დაწყებასთან ერთად ვითარდება, ან უფრო მეტიც – წინ უძღვის მას და წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს ადგილობრივი სისხლის მიმოქცევის მოშლისა და წყლულოვანი დაავადების განვითარებაში. ამ აზრის სასარგებლოდ მეტყველებს ლოკალური ჰემოსტაზის მაჩვენებლებიც, კერძოდ, დისემინირებული სისხლშილია შედეგების II და III სტადიების განსაკუთრებული სიხშირე კუჭის არტერიულ და ვენურ სისხლში, იდაყვის ვენის სისხლთან შედარებით.

წყლულოვანი დაავადების დროს კუჭისა და 12-გოჯას ლორწოვან გარსში მომატებულია ქსოვილოვან ჰემოკოაგულაციურ ფერმენტთა აქტივობა, განსაკუთრებით წყლულის ახლო უბნებში, აქვე მკვეთრადაა დაქვეითებული ფიბრინოლიზი. ეს მიუთითებს ფიბრინის წარმოქმნის გაძლიერებაზე და განაპირობებს პრეტრომბოზულ მდგომარეობას, შეიძლება გამოიწვიოს თრომბის ჩამოყალიბება, ადგილობრივი სისხლის მიმოქცევის მოშლა, რაც სხვა ულცეროგენულ მექანიზმებთან ერთად იწვევს ლორწოვანი გარსის ნეკროზსა და დაწყულულებას.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
 ინსტიტუტი

(შემოვიდა 31.05.1993)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А.И.Абесадзе, З.Ш.Табидзе

### Коагулогенный механизм возникновения дуоденальной язвы

#### Резюме

У 264 больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки нарушения гемокоагуляции проявлялись различными стадиями синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови. Экстракты слизистой оболочки резецированного желудка и двенадцатиперстной кишки 67 больных проявляли высокую гемокоагулирующую активность, особенно взятые из околоязвенной зоны, там же отмечалось резкое угнетение фибринолиза. Усиленное фибринообразование может быть причиной нарушения локального кровообращения, некроза и изъязвления слизистой оболочки.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. Abesadze; Z. Tabidze

Coagulative Mechanizm of Duodenal Ulcer Origin

Summary

In 264 patients with duodenal ulcer disease, hemocoagulation disorders have been revealed by different stages of Dissiminated intravascular coagulation. Extracts of resected mucous membrane of the stomach and duodenal have shown high hemocoagulative activity, especially around ulcer zone, and sharp decrease of fibrinolysis. High fibrinorogin may be the reason of mucosa local circulation disorders, necrosis and ulcerogenesis.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.П.Скипетров, Н.А.Потапкина, В.А.Чернышева.* Клин. хир., 5,1976, 44-47.
2. *S.Isacson.* Fibrinolysis in the upper gastrointestinal tract. Copenhagen, 1987, 19-21.
3. *B.M.Peskar.* Acta gastroenterol. Belg., 46, 1983, 429-436.
4. *B.M.Peskar.* Wien. Klin. Wschr., 96, 4, 1984, 133-138.
5. *M.F.Scully, V.Ellis, V.V.Kakkar.* Lancet, 2, 8509, 1986, 718-719.



მ. ბუცხრიკიძე

## აუსლაუტის ყრუ ხშულთა პირველადობის შესახებ თურქულ ენებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ.გამყრელიძემ 26.10.1994)

ფიქსირებულმახვილიან ენებში შესწავლილ იქნა მიმართებები, რომლებიც არსებობს სიტყვათმახვილის ადგილსა და აუსლაუტში მქდერ თანხმოვანთა დაყრუებას შორის. ჩამოყალიბდა ორი იმპლიკაციური უნივერსალია: უნივერსალია 1. თუ მახვილი სიტყვის ბოლო მარცვალზეა, დაყრუება აუსლაუტში არ ხდება. უნივერსალია 2. თუ მახვილი სიტყვის ბოლო მარცვალს არ ეცემა, ე.ი. სიტყვის პირველ/ბოლოდან მეორე მარცვალზეა ან ადგილითაა შემოსახლერული (როგორც ეს ძე.ინდოევროპული ენებისთვის იყო დამახასიათებელი), მაშინ აუსლაუტში მქდერები ყრუვდება[1].

ზემოთ ჩამოყალიბებული მიმართებების არსებობა დადასტურდა 11 არამონათე-სავე ენობრივ ჯგუფში (50-მდე ენა). ერთი შეხედვით, უნივერსალია 1-ში გამონაკლისს წარმოადგენს თურქული ენები, რადგან სამეცნიერო ლიტერატურაში ფართოდაა გავრცელებული მოსახრება, რომლის თანახმადაც თურქულ ენებში აუსლაუტში მქდერი ხშულები ყრუვდება. თურქული ენების სინქრონიული და დიაქრონიული მასალების შესწავლის შედეგად, ჩამოყალიბდა განსხვავებული თვალსაზრისი ამ საკითხზე. იგი ეწინააღმდეგება მეცნიერთა იმ ნაწილის შეხედულებას, რომლებიც თვლიან, რომ თურქულ ენებში აუსლაუტში წარმოდგენილი ყრუ ხშულები არის დაყრუებული მქდერები, და რომ ეს მქდერები აღდგება ფუძეზე ხმოვნით დაწყებული აფიქსის მიერთებისას. საილუსტრაციოდ მოვიხმობთ რამდენიმე თურქოლოგის აზრს ამ საკითხზე: ე.ვ. სევორთიანი თურქული ენების შესახებ აღნიშნავს: "Наиболее полно подвергаются оглушению звонкие смычные b, c, d, g. Недопустимость звонких согласных в конце слов представляет собой не изначальный процесс, а продукт последующего фонетического развития, что доказывается, между прочим, фактом неполного оглушения ряда звонких согласных в одних языках и замены их глухими в других, а также колебаниями в озвончении глухих согласных в позиции между гласными" [2].

მომზობილი ციტატის პირველ ნაწილში ე.ვ. სევორთიანი მქდერ ხშულებს პირველადი წარმოშობის ბგერებად მიიჩნევს. ამავე მოსახრებას იზიარებს თ.პრიცაკიც [3]. ა.მ. შჩერბაკი [4], ბ.ა. სერბერენიკოვი [5], ლ.ბაზენი [6], ნ.ა. ბასაკოვი [7] და სხვები ეწინააღმდეგებიან პროტოთურქულ დონეზე მქდერების აღდგენას აუსლაუტში. ორბონ-უნისეის ძეგლთა შესწავლის შემდეგ ლ.ბაზენმა ჩაატარა თანხმოვან ფონემათა დისტრიბუციული ანალიზი. აუსლაუტისთვის მან ივარაუდა 13 ფონემა: [p], [m], [t], [c], [s], [š], [v], [l], [n], [j], [k], [ç], [m] ე.ი. არსად

აუსლაუტში მქდერი ხშული არ დადასტურდა, როგორც ვნახეთ, მეცნიერთა დიდი ნაწილი მხარს უჭერს პროტოთურქულ ენაში ყრუ ხშულების არსებობას და გამოირიცხავენ მქდერი ხშულების წარმოდგენას ამ პოზიციაში. პროტოთურქულში ფიქსირებულ სიტყვათმთავილს ვ.გრონბეკი [8], ბ.ა. სერგებრენიკოვი [4] და სხვა ენათმეცნიერები [9] ვარაუდობენ სიტყვის პირველ მარცვალზე, ე.ი. პროტოთურქულ ენაში მახვილი სიტყვის პირველ მარცვალზე იყო და აუსლაუტში მხოლოდ ყრუები იყო წარმოდგენილი. ეს კი უნივერსალია 2-ში ჩამოყალიბებულ მიმართებას ასახავს.

ციტატის მეორე ნაწილში საუბარია იმის შესახებ, რომ თურქული ენების გარკვეულ ნაწილში აუსლაუტში მქდერი ხშულები გვხვდება მაშინ, როცა მეორე ნაწილში, იმავე პოზიციაში, ყრუ ხშულები არის წარმოდგენილი. როგორც ცნობილია, ვ.გრონბეკმა ჩამოაყალიბა ფონეტიკური წესი, რომლის თანახმადაც, აზერბაიჯანულში, თურქულში, უზბეკურსა და სხვა თანამედროვე თურქულ ენებში აუსლაუტის მქდერი ხშული შესატყვისია პროტოთურქული ყრუ ხშულისა, რომელსაც წინ გრძელი ხმოვანი უსწრებს. იქ, სადაც პროტოთურქულში მოკლე ხმოვანი იყო ყრუ ხშულის წინ, თანამედროვე თურქულ ენებში შესაბამისი ყრუ ხშულები მოგვცა [10]. მაგ., აზერბაიჯანულში *jad* 'უცხო' (\**ǰā*) და *jat* 'დაწეი' (\**ǰāt*); ; *ad* 'სახელი' (\**ād*) და *at* 'ცხენი' (\**at*); *od* 'ცეცხლი' (\**ot*) და *ot* 'ზალახი' (\**ot*) და ა.შ. შეიძლება ითქვას, რომ აზერბაიჯანულსა და სხვა თურქულ ენებში აუსლაუტის მქდერი ხშული მეორეულია და მისი წარმოშობა დაკავშირებულია წინამავალი ხმოვნის თავდაპირველ სიგრძესთან.

ციტატის მესამე ნაწილში საუბარია ყრუ თანხმოვანთა ინტერვოკალურ პოზიციაში გამქდერების შესახებ და ამ მოვლენის არასისტემურ ხასიათზე. გამქდერების არასისტემურობის მოტივირება გაჭირდება, მაგრამ თვით ამ ფაქტის ახსნა შეიძლება, თუ გავითვალისწინებთ თურქული ენების მორფოლოგიურ სტრუქტურას. მოვიყვანთ ბ.ა.სერგებრენიკოვის მსჯელობას თურქული ენების მორფოლოგიური და ფონეტიკური სტრუქტურის შესახებ, რომელიც, ვფიქრობთ, ახსნის გამქდერების მიზეზებს: "При наличии морфологической пассивности начала слова, заметно снижается необходимость смысловоразличения в плане чисто фонологическом, предпочтение отдается глухим согласным как фонологически менее выразительным. Основной фокус фонемной вариативности в этих языках переносится в середину слова на стыке морфем" [11].

აუსლაუტის ყრუ ხშულის გამქდერება ხმოვნით ან მქდერი თანხმოვნით დაწყებული აფიქსის მიერთებისას ბევრ ენაშია ცნობილი (მაგ. ქართული, ლაზური, სომხური და ა.შ.)

ზემოთქმულის საფუძველზე, აუსლაუტის ყრუ ხშულთა მეორეულობის შესახებ, ვ. სეგორთიანის არგუმენტები არ არის გასაზიარებელი. რ.ბ. ლიზიც იზიარებს შეხედულებას თურქულ ენაში აუსლაუტში მქდერთა დაყრუების შესახებ. იგი წერს: "...взрывные согласные на конце слова и на конце морфемы перед негласными теряют свою звонкость" [12]. საილუსტრაციოდ მოაქვს *gok* 'ცა'. "gok"-ში *k* არ შეიძლება მივიჩნიოთ დაყრუებულ გდ, რადგან ეს სიტყვა აღდგება პროტოთურქულში და შესატყვისები აქვს სხვა თურქულ ენებში აუსლაუტის *k*-ით [13]. მაგ., \**kō k* ~ თურქმ. *gōk*; ხაკას. *kōk*; ყარ. *kō k*, *kck*; უზბ. *kŷ k* და ა.შ.

დაყრუების შესახებ თურქულ ენაში ა.ნ. კონონოვი წერს: "В конце слова, а также в сочетании с глухими согласными b,d оглушаются: kitap "книга", sepet "корзина" [14].

რაც შეეხება არაბულიდან ნასესხებ "kitap"-ს (არაბულში აუსლაუტში b არის). როგორც ცნობილია, ნასესხობები ყველაზე ნაკლებად ფონეტიკურ სტრუქტურაზე ახდენს გავლენას. მორფოლოგიური მაწარმოებლები და სინტაქსური წყობა უცხო ენისა ადვილად იკიდებს ფეხს და მკვიდრდება მეორე ენაში, რასაც ვერ ვიტყვით ფონეტიკურ სტრუქტურაზე. ენა ყოველ ნასესხობას მისთვის დამახასიათებელი ფონოტაქტიკის წესებით აფორმებს. ასეთ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე "kitap"-შიც. რაც შეეხება "sepet"-ს, t აქ პირველადია, რადგან აღდგება ძველ თურქულში "säpät" სახით.

ლ.ა. პოკროვსკაია აღნიშნავს, რომ გაგაუზური ენის თანხმოვანთათვის დამახასიათებელია "...оглушение конечных б,д,ж,з, и переход их в п,м,с,г. При аффиксации слова звонкие б,д,ж,з восстанавливаются" [16]. მაგალითად მოაქვს дур "ფსკერი"-dyby "ფსკერი" (ბრალდ.ბრ.). არ შეიძლება "dyp"-ში p ჩაითვალოს დაყრუებულ ხ-დ, რადგან ეს სიტყვას აღდგება პროტოთურქულში და შესატყვისობები (აუსლუტის p-თი) აქვს სხვა თურქულ ენებშიც, მაგ., \*ty:p "ფსკერი" ~ ყირგ. түр; ყაზახ. теr; ხაკას. түр; ნოლ. tёр და ა.შ.

როგორც ვნახეთ, რ.ბ. ლიზის, ა.ნ. კონონოვის, ლ.ა. პოკროვსკაიას მიერ მოტანილი მაგალითები არ გამოდგება დაყრუების საილუსტრაციოდ. ეს კიდევ ერთხელ მიანიშნებს იმაზე, რომ თურქულში აუსლაუტში დაყრუება არ ხდება. ამდენად, გასაზიარებელია ბ.ა. სერებრენიკოვის მოსაზრება თანამედროვე თურქულ ენებში წარმოდგენილი ყრუ ხშულების პროტოთურქული ყრუ ხშულებიდან მომდინარეობის შესახებ [5].

არაერთი მაგალითი ადასტურებს ამგვარი მოსაზრების მართებულობას: \* kesäk "ნაწილი" ~ ყაზ., ყირგ. kizäk \* kezäk "საქირი" ~ ბაშკ. kizäk; ყაზ., ყირგ., ნოლ., ყარ. kezek \* ka:p 'ფორმა' ~ ნოლ., ყირგ., ყუმ. кер., თურქ. kup., იაკუტ. куэр., ჩუვ. кар ე.ი. უბრაბატოვაც აღნიშნავს, რომ "смычные глухие п, т, к, х в конце якутско-тюркских основ имеют прямые соответствия в древнетюркском языке" [17].

ყრუ ხშულების შემორჩენა თანამედროვე თურქულ ენებში გამოწვეული უნდა იყოს: 1. ამ ენათა აგლუტინაციური წყობით, რომელიც გულისხმობს ფუძისეული მორფემის თავდაპირველი ბგერითი შედგენილობის შენარჩუნებას [17] და 2. ყრუ თანხმოვანთათვის დამახასიათებელი გამძლეობით ცვლილებებისადმი. როგორც ცნობილია, ყრუ თანხმოვნები ძლიერ ბგერებს განეკუთვნებიან, რადგან წარმოიქმნება საარტიკულაციო ორგანოთა მეტი დაძაბულობით, ვიდრე მკვდრები და სონორები [18]. ამდენად, თურქულ ენებში აუსლაუტში დაყრუება არ ხდება. ეს ენები არ წარმოადგენს გამონაკლისს უნივერსალია 1-ში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
 აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

М. Буцхрикидзе

## Первичность глухих смычных в ауслауте тюркских языков

Резюме

В универсалии – „если фиксированное ударение на последнем слове, в ауслауте оглушение не произойдет“ – тюркские языки, с учетом высказанного в специальной литературе мнения об оглушении звонких смычных в ауслауте, являлись исключением.

Диахронический и синхронный анализ этих языков показал, что глухие смычные являются не оглушенными звонкими, а первичными звуками, так как они имеют прямые соответствия в древнетюркском и других тюркских языках. Сохранение глухих в этой позиции вызвано агглютинативным строем этих языков и устойчивостью глухих к изменениям. Таким образом, в тюркских языках тоже работает сформулированная в универсалии закономерность.

LINGUISTICS

M. Butskhrikidze

## Primacy of the Final Voiceless Stops in the Turkic Languages

Summary

It is widely accepted that in the Modern Turkic languages the final stops are devoicing.

Diachronic and synchronic investigation had shown that the voiceless stops at the end of the word are prototypes as they have regular correspondences in the Old Turkic languages. Preservation of the voiceless consonants are caused by the agglutinative structure and by the nature of the voiceless stops to hardly undergo the changes.

Thus, in the Turkic languages also works the regularity, formulated in the universal: if the fixed word stress is on the final syllable, devoicing of the final obstruents do not occur.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *M. Butskhrikidze*. Bull. Georg. Acad. Scien. 149, 3, 1994, 534-536.
2. *Э.В. Севортян*. Фонетика турецкого литературного языка. М., 1955, 66.
3. *O. Pritsak*. UAJB, XXXIII 1-2, 1961, 142.
4. *А.М. Щербак*. Сравнительная фонетика тюркских языков. Л., 1970, с. 95.
5. *Б.А. Серебrenников, Р.З. Гаджиева*. Сравнительно-историческая грамматика тюркских языков. М., 1986, 37.
6. *L. Bazin*. UAJB, XXXIII, 1961.

7. *Н.А.Баскаков*. Яз. Н. СССР, т.2. М., 1966.
8. *V.Gronbech*. Lydh 71,93 აგრეთვე, *М.Ряшен*. Материалы по исторической фонетике тюркских языков. М., 1955, 33.
9. Сравнительно-историческая грамматика тюркских языков. Фонетика. М., 1984 420.
10. *V.Gronbech*. For studier til tyrkish lydhistorie. Kobenhavn, 1902.
11. *Б.А.Серебрянников*. Морфологическая типология и проблемы классификации языков. М.-Л., 1956.
12. *Р.В.Лиз*. Новое в зарубежной лингвистике, вып. XIX. М., 1984.
13. *Э.В.Севортян*. Этимологический словарь тюркских языков. М., 1980.
14. *А.Н.Кононов*. Грамматика современного турецкого языка. М.-Л., 1956.
15. Древнетюркский словарь. Л., 1979.
16. *Л.А.Покровская*. Яз. Н. СССР, т.2. М., 1966.
17. *Е.И.Убрятова*. Якутский язык и его отношение к другим тюркским языкам, а также к языкам монгольским и тунгусо-маньчжурским. М., 1960.
18. Грамматика современного якутского литературного языка. М., 1982.

ნ. გურგენიძე

## საოჯახო ბიბლიოთეკები საქართველოში, როგორც კულტურის კერები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. გვიხარიაშვილმა 14.7.1995)

XIX საუკუნის დასაწყისში წინა საუკუნეში აღორძინებული საბიბლიოთეკო საქმიანობა ერთბაშად დაქვეითდა და უმდიდრესი მემკვიდრეობა თითქმის არარაობამდე დავიდა. საუკუნეების განმავლობაში საქართველოს საბიბლიოთეკო საქმის უმთავრეს ღერძს სამონასტრო ბიბლიოთეკები წარმოადგენდა. ქართული წიგნადი პროდუქციის უმეტესი და უმდიდრესი ნაწილი სწორედ აქ იყო დაცული. ეკლესია-მონასტრების კულტურულ-საგანმანათლებლო საქმიანობისაგან თანდათან ჩამოშორებამ და მათი მხოლოდ საკულტო დაწესებულებებად გადაქცევამ დიდი ზიანი მოუტანა საბიბლიოთეკო საქმეს, განსაკუთრებით 1811 წლიდან, მას შემდეგ, რაც ქართულ ეკლესიას ავტოკეფალიის უფლებები ჩამოერთვა.

XIX საუკუნის პირველ მეოთხედში საქართველოში საზოგადოებრივი სარგებლობის ბიბლიოთეკები აღარ არსებობდა, ამ მიმართულებით საქმიანობის მთელი სიმძიმე, ძირითადად, ქვეყნის მოწინავე ინტელიგენციას დააწვა მხრებზე. მათ უნდა გადაერჩინათ ქართული წიგნი განადგურებისაგან. ამისათვის ისინი სხვადასხვა ხერხს მიმართავდნენ. ინტელიგენციის ერთი ნაწილი, რამდენადაც შეეძლო, ცდილობდა თავისი ბიბლიოთეკების გამდიდრებას და ზრუნავდა მათ დანიშნულებისამებრ გამოყენებაზე. შეძლებული ოჯახები იძენდნენ და ეკლესია-მონასტრებიდან პირად ბიბლიოთეკებში გადმოჰქონდათ წიგნები, ეძიებდნენ და ხშირად ავლენდნენ ძველ ხელნაწერებს. გაპარტახებულ, დაქვეითებულ ეკლესია-მონასტრებთან შედარებით აქ გაცილებით უკეთესი პირობები იყო წიგნების მოვლა-პატრონობისათვის. ისიც მხედველობაშია მისაღები, რომ შემოსევა-რბევის დროს საოჯახო ბიბლიოთეკები უფრო დაცული იყო, ვიდრე ეკლესია-მონასტრები, რამაც კიდევ უფრო გაზარდა პირადი ბიბლიოთეკების მნიშვნელობა. ბევრი უნიკალური ხელნაწერი შემოინახეს ოჯახებმა და გადაარჩინეს შთამომავლობისათვის.

რეფორმამდელი პერიოდის საქართველოში საბიბლიოთეკო საქმის განვითარება შეიძლება ორ ეტაპად დავყოთ:

პირველი - საბიბლიოთეკო საქმე მთლიანად კერძო ინიციატივაზეა დამოკიდებული. მართალია, საოჯახო ბიბლიოთეკების გვერდით მცირე სასკოლო და საუწყებო ბიბლიოთეკებიც ჩნდება, დამოუკიდებელი საერთო მოხმარების ბიბლიოთეკების დაარსების პირველი ცდებიც შეიძინევა, მაგრამ ყოველივე ეს იმდენად უმნიშვნელოა, რომ რაიმე განსაკუთრებულ როლს არ თამაშობს, სახელმწიფო არავითარ მონაწილეობას არ იღებს საბიბლიოთეკო საქმის მშენებლობაში.

ეს ეტაპი გრძელდება 40-იან წლებამდე, ვიდრე თბილისში საფუძველი არ ჩაეყარა საჯარო ბიბლიოთეკას და დასაბამი არ მიეცა ფართო საბიბლიოთეკო ქსელის შექმნას საქართველოში, რითაც იწყება სწორედ მეორე ეტაპი.



კერძო ინიციატივას ყოველთვის უპარესად დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა, მაგრამ მან განსაკუთრებული როლი სწორედ ამ ეპოქის პირველ ეტაპზე შეასრულა, როდესაც საზოგადოებრივი სარგებლობის საბიბლიოთეკო საქმიანობა თითქმის არც არსებობდა, როდესაც ქართველი ინტელიგენცია ქართული წიგნით რაიმე ორგანიზებული მომსახურების გარეშე იყო დარჩენილი. პირველ პერიოდში თითქოს ეროვნულ მოთხოვნილებად იქცა ამ დანაკლისის შევსება საოჯახო ბიბლიოთეკების ხარჯზე. იმ შესანიშნავმა მწიგნობრულმა ტრადიციებმა, რომლებიც ქართულ ოჯახებს ჰქონდა საუკუნეების განმავლობაში დამკვიდრებული, ყველაზე მკვეთრად და დროულად სწორედ ახლა თქვა თავისი სიტყვა. ძველი ფეოდალური ოჯახები კიდევ უფრო აფართოებდნენ პირად ბიბლიოთეკებს და უფრო დემოკრატიულ ხასიათს ანიჭებდნენ თავიანთ ცხოვრებას. ამის ნიმუშად შეიძლება ჩიითვალოს დიდგვაროვანთა სალონები, რომლებიც ქართველი ინტელიგენციისათვის თანდათან კულტურის პატარა კერებად იქცა, განსაკუთრებით გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან.

XIX საუკუნის დასაწყისშივე საქართველოს საკმაოდ ძლიერი ეროვნული ინტელიგენცია ჰყავდა. მათ უმრავლესობას კარგი საოჯახო ბიბლიოთეკა ჰქონდა. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩეოდა ქართული რომანტიზმის ფუძემდებლის, ეროვნული ინტელიგენციის სულისჩამდგმელის, პოეტ ალექსანდრე ჰავეკავაძის ბიბლიოთეკა როგორც თბილისის, ისე წინანდლის სასახლეში. 1855 წ., ლექთა შემოსევებისას, წინანდლის ბიბლიოთეკა და ალ. ჰავეკავაძის პირადი არქივი ცეცხლმა გაანადგურა. სხვა წიგნებსა და ხელნაწერებთან ერთად აქ დემოკრატიული ხასიათის ლიტერატურაც უნდა ყოფილიყო.

მდიდარი ბიბლიოთეკა ჰქონდა მეფის კარის ყოფილ მდივანს, შემდეგში რუსეთის მოხელეს – გიორგი თუმანიშვილს. ის დიდი მონდომებით აგროვებდა ძველ ქართულ ლიტერატურულ ძეგლებს, რის შედეგადაც მას უნიკალური ხელნაწერები დაუგროვდა. თუმანიშვილების ოჯახი იმ დროს საუკეთესო სალონი იყო, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ მისი ბიბლიოთეკით ოჯახის ახლობლები და დაახლოებული პირებიც ისარგებლებდნენ [1].

ფრიად ღირსშესანიშნავი ბიბლიოთეკა გააჩნდა დაპატიმრებამდე სოლომონ დოდაშვილს. მას საერთო სარგებლობის ბიბლიოთეკის შექმნაც კი ჰქონდა გადაწყვეტილი და სურდა იმ დროისათვის საკმაოდ ცნობილ კოტკვას ბიბლიოთეკა შეეძინა. ს. დოდაშვილი არა მარტო ბიბლიოფილი იყო, ბიბლიოგრაფიულ საქმიანობასაც ეწეოდა. კიდევ შეადგინა ერთი ნუსხა, რის შესახებაც თავის მასწავლებელს ი. ხელაშვილს ატყობინებდა: „...შევადგინე რეესტრი ქართულის წიგნებისა რიცხვით ექვსასამდე: ვისგან სად და ოდეს! და თვითოეული რას იხყრობს თვის შორისო“ [2]. ეს იყო ქართული წიგნის რეპერტუარის პირველი ცდა. სამწუხაროდ, ამ ნუსხას ჩვენამდე არ მოუღწევია.

საკმაოდ დიდი ფონდი იყო ცნობილ კალიგრაფთა ალექსი-მესხიშვილთა შთამომავლების საოჯახო ბიბლიოთეკებში. მისი ნაშთები დიდხანს შემორჩა მეგვიდრეების [3]. ამ კოლექციის ერთი ნაწილი მ. დ. ალექსი-მესხიშვილს ქართველთა შორის წერა-კითხვის გამავრცელებელი საზოგადოებისათვის შეუწირავს [4]. ყველაზე ცნობილი იყო დავით რექტორის ბიბლიოთეკა. ასევე საკმაოდ ბევრ წიგნს ფლობდა და ინტელიგენციას კითხვაში ხელს უმართავდა ამ გვარის ცნობილი წარმომადგენელი იოელ ალექსი-მესხიშვილი, დავით რექტორის ძმისწული. ამ ბიბლიოთეკის კატალოგი გარდაცვალების შემდეგ შეუდგენია მის ძმას – ტარასის – ასევე დიდ ბიბლიოფილსა და მწიგნობარს. ამ კატალოგის არსებობაც მხოლოდ სხვა

წყაროებიდან მიღებული ცნობებით გახდა ცნობილი. თვით კატალოგს ჩვენამდე არ მოუღწევია [5].

უმდიდრესი ბიბლიოთეკა გააჩნდათ სამეგრელოს მთავრებსაც. დადიანების საგვარეულოს თავისი განშტოებებით მთელს დასავლეთ საქართველოში წამყვანი ადგილი ეკირა წიგნიერების საქმეში. დადიანთა კუთვნილი წიგნების კატალოგი ა.ცაგარელმა გამოაქვეყნა. ამ კატალოგიდან ვგებულობთ, რა უნიკალური ხელნაწერები იყო ამ თავმოყრილი [6].

XIX საუკუნის დასაწყისში ეს წიგნები სამეგრელოს უკანასკნელი მთავრის, კარგი მწიგნობარის, დავით დადიანის ხელში იყო თავმოყრილი.

დადიანისეულ წიგნთა დიდი ნაწილი, რომელიც ნიკო დადიანს ეკუთვნოდა, სოფელ გორდში იყო მოთავსებული. 1855 წ. პატრონმა იგი ქართველთა შორის წერა-კითხვის გამავრცელებელ საზოგადოებას გადასცა. ამ აქტამდე ამ წიგნების ნუსხა აკაკი წერეთელს შეუღდენია. მისი გადმოტანა საზოგადოების საცავში იმდენად დიდმნიშვნელოვნად იქნა მიჩნეული, რომ ამ საქმის მოსაგვარებლად სამეგრელოში თვით ილია, ვასილ მაჩაბელი, იონა მეუნარგია და გრიგოლ ყიფშიძე გამგზავრებულან [7]. ეს კოლექცია 1848 წელს მარი ბროსეს გადაუსინჯავს და ზოგიერთი მანუსკრიპტიც გაურკვევია [8].

XIX საუკუნის I ნახევარში საკმაოდ დიდი წიგნადი ქონება იყო თავმოყრილი ორბელიანთა საგვარეულოში. ამ ქონების მემკვიდრეები იყვნენ ალექსანდრე, ვახტანგ და დიმიტრი ორბელიანები.

მათ ოჯახში სისტემატურად იკრიბებოდნენ სწორედ წიგნებით დაინტერესებული ნაცნობ-მეგობრები, განსაკუთრებით მრავლად მოიპოვებოდა აქ ახალი პერიოდიკა – ჟურნალები და გაზეთები: ოჯახის უფროსი იყო ერეკლეს ასული თეკლა – გონიერი და მწიგნობარი ქალბატონი. მას არაერთი საინტერესო ხელნაწერი მოჰყვა მზითვად მეფის კარის ბიბლიოთეკიდან, რომელიც საქართველოს რუსეთთან შეერთების შემდეგ მთლიანად დაიშალა.

1832 წლის შეთქმულების დამარცხების შემდეგ ბიბლიოთეკა და არქივი განიავდა. გადასახლებიდან დაბრუნების შემდეგ ძმები შეუღდნენ მის აღდგენას, მაგრამ ეს მხოლოდ ნაწილობრივ შეძლეს. მათი გარდაცვალების შემდეგ მთელი საოჯახო ბიბლიოთეკა დაიქსაქსა [9].

საინტერესო ბიბლიოთეკას შეადგენდა ერისთავთა შთამომავლობის საოჯახო წიგნების შეკრებულობანიც. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს რაფიელ ერისთავის ბიბლიოთეკა, რომელიც 1891 წ. პოეტმა მთლიანად შესწირა წერა-კითხვის გამავრცელებელ საზოგადოებას [10].

მდიდარი ფონდი გააჩნდა ელიზბარ ერისთავსაც, 1832 წლის შეთქმულების ერთ-ერთ მოთავეს. აქ ინახებოდა პოეტ ნიკოლოზ ბარათაშვილის ხელით ნაწერი ლექსები და მისივე ხელით გადაწერილი „ვეფხისტყაოსანი“, რომელიც ხანძარმა შთანთქა. [11] ასევე მნიშვნელოვანი ბიბლიოთეკის მფლობელი იყო კიაზო ერისთავიც. მისი ფონდების აღწერილობა ექვთიმე თაყაიშვილმა გამოაქვეყნა 1907 წელს [12].

საკმაოდ ბევრი რამ არის ცნობილი წერეთელთა გვარის წარმომადგენლების ბიბლიოთეკებზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია გრიგოლ ზურაბის ძე წერეთლის ბიბლიოთეკა. გრიგოლ წერეთელი გატაცებული ბიბლიოფილი იყო. ის თვითონ ახდენდა წიგნების გადანუსხვას. ზოგ შემთხვევაში საკურო ხელნაწერს ცნობილ კალიგრაფებსაც გადააწერიებდა ხოლმე. გრიგოლი 1843 წ. გარდაიცვალა. ბიბლიოთეკა მის ვაჟებს – ალექსანდრესა და იოსებს გადაეცათ. ისინი ქონების დავის

საქმეში იყვნენ ჩაფლულნი, წიგნებს ვეღარ უვლიდნენ სათანადოდ და, ამგვარად, ამ ბიბლიოთეკამ სავესებით დაკარგა ის საზოგადოებრივი მნიშვნელობა, რომელიც მას მისი პატრონის ხელში გააჩნდა [13].

არანაკლები მდიდრული ბიბლიოთეკა ჰქონდა გურიელებს, რომელიც ნათესაური კავშირის შედეგად წერეთლების ფონდებს შერეწა ნაწილობრივ. წერეთლის გარდაცვალების შემდეგ მისი წიგნების ერთი ნაწილი გრ. გურიელს დარჩა. სწორედ ეს წიგნები ჩააბარა ამ უკანასკნელმა ქართველთა შორის წერა-კითხვის გამავრცელებელ საზოგადოებას [14].

მეტად ორგანიზებული, მოწესრიგებული მდიდარი საოჯახო ბიბლიოთეკის პატრონი იყო ცნობილი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე პლატონ იოსელიანი. მისი მეცნიერული მოღვაწეობა, ურთიერთობა საზოგადოების მოწინავე ნაწილთან როგორც რუსეთში, ისე საქართველოში, განსაკუთრებულ როლს სძენდა მის ბიბლიოთეკას საზოგადოებრივი თვალსაზრისით. რუსეთში ოთხწლიანი ყოფნის დროს პ. იოსელიანი სისტემატურად სარგებლობდა როგორც ქართველ ემიგრანტთა, ისე საზოგადოებრივი ბიბლიოთეკებით. მისთვის საბიბლიოთეკო საქმიანობის პრაქტიკა უცხო არ იყო და, ამიტომაც, თავისი ბიბლიოთეკა საუკეთესოდ ჰქონდა მოწესრიგებული. იგი გამუდმებით აგროვებდა ხელნაწერებს, იძენდა ახალ-ახალ გამოცემებს, უმეტესად რუსულ ლიტერატურას.

განსაკუთრებით ნაყოფიერი ხდება მისი საქმიანობა 1838 წლიდან – მარი ბროსეს გაცნობის შემდეგ. უცხოელი მეცნიერი ეხმარებოდა მას საჭირო წიგნების მოპოვებასა და ხარვეზების შევსებაში, ამავე დროს თვითონაც ამარაგებდა საყურადღებო მასალით. საერთოდ, პ. იოსელიანი გულუხვად ეხმარებოდა სხვებს ბიბლიოთეკების შედგენა-გამდიდრებაში. მაგალითად, მან ი. გ. გრუზინსკის, რომელიც წიგნების დიდი მოყვარული იყო, 180 ხელნაწერი დაუთმო თავისი ბიბლიოთეკიდან. ის გამუდმებით მოგზაურობდა საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში ხელნაწერების შესაგროვებლად. მ. ბროსესთან მიმოწერით ირკვევა, რომ მას 140-მდე ქართული წიგნი ჰქონდა ბიბლიოთეკაში, ამავე დროს შეუდგენია კატალოგი მთელ ფონდზე.

ერთ პერიოდში პ. იოსელიანს გადაუწყვეტია თავისი ბიბლიოთეკა რუსეთის აკადემიისათვის მიეყიდა, მაგრამ, რადგანაც აკადემიის მესვეურთ მხოლოდ შერჩევით სურდათ წიგნების შექმნა, პლატონმა საერთოდ უარი თქვა ბიბლიოთეკის გაყიდვაზე. მას არ სურდა თავისი მდიდარი კოლექციის გაფანტვა, საამისოდ კი აკადემიაზე უფრო სანდო პატრონი არ ეგულებოდა [15].

1875 წელს, პლატონ იოსელიანის გარდაცვალების შემდეგ, ეს ბიბლიოთეკა მთლიანად დაიშალა და მიმოიფანტა. ზ. ჭიჭინაძის ცნობით პლატონ იოსელიანის წიგნებს მემკვიდრეები ფუთობით ყიდდნენ მეწვრილმანეებზე ქალაქის ფასად. ამ წიგნებიდან რამდენიმე ფუთი მასაც შეუქმნია [16].

ამგვარად დაიქსაქსა მშვენიერი კოლექცია, რომელსაც შემდეგ დაეძებდა მოწინავე ინტელიგენცია აღსადგენად, რაც მხოლოდ ნაწილობრივ მოხერხდა. კოლექციის მცირე ნაწილი ამჟამად ჩართულია ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკის ფონდში.

არაერთ დიდგვაროვანთა ოჯახში იყო თავმოყრილი დიდი რაოდენობით წიგნები. კარგი საოჯახო ბიბლიოთეკები ჰქონდათ გრუზინსკების [17], აბაშიძეების [18] შთამომავლებსაც.

თითქმის ყველა ინტელიგენტურ ოჯახში არსებობდა იმ დროისათვის ყველაზე აქტუალური და საინტერესო წიგნებისაგან შემდგარი რაღაც პატარა კოლექცია მაინც. ეს წვრილ-წვრილი საოჯახო ბიბლიოთეკები უდავოდ დიდ როლს ასრულებდა

ხალხში წიგნიერებისა და კულტურის გავრცელება-დანერგვის საქმეში. მათ მნიშვნელობას უფრო აძლიერებს ის ფაქტი, რომ საქართველოსათვის ეს პერიოდი ე.წ. „უბიბლიოთეკობის“ ხანა იყო, რადგანაც ჯერ კიდევ არ არსებობდა სრულყოფილად ჩამოყალიბებული სახალხო ბიბლიოთეკების ქსელი.

კერძო საოჯახო ბიბლიოთეკები, რომლებიც არისტოკრატიული წარმოშობის ქართველ დიდგვაროვანთა წარმომადგენლებს ეკუთვნოდა, საქართველოს გარეთაც მოიპოვებოდა. ბევრი ქართველი მოღვაწე, რომელსაც სხვადასხვა მიზეზის გამო საქართველოში არ ედგომებოდა, მთელი ოჯახით დროებით თუ სამუდამოდ რუსეთში გადადიოდა. მათ წიგნების დიდი ნაწილი იქ გადაჰქონდათ და, ამგვარად, იქ პატარა კულტურული ცენტრები იქმნებოდა ახალმოშენეთათვის. ერთ-ერთი ასეთი მოღვაწე იყო მეცნიერი და მწიგნობარი იონა ხელაშვილი. იგი სასულიერო პირი იყო. განათლება რუსეთში მიიღო იქ გადასახლებულ ბატონიშვილებთან ერთად. იოანე ბატონიშვილს სწორედ ის გამოჰყავს მთავარ გმირად თავის „კალმასობაში“. ი.ხელაშვილს გაეცხოველებული მიმოწერა ჰქონდა პროგრესულად მოაზროვნე მწიგნობრებთან, განსაკუთრებით სოლომონ დოდაშვილთან. იგი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა ყოველ წვრილმანს, რაც კი წიგნთან იყო დაკავშირებული. მოითხოვდა შეგროვებულიყო ხალხში გაბნეული ყოველგვარი დოკუმენტი, ყოველი ხელნაწერი, თუნდაც უმნიშვნელო ნაწერიც კი. წიგნებთან ერთად, იგი გულმოდგინედ უყრიდა თავს საარქივო მასალასაც. სხვებსაც უზგაზენიდა გასაცნობად თუ გადასაწერად. მისი ბიბლიოთეკით შეუფერხებლად სარგებლობდნენ რუსეთში მყოფი ქართველები [19].

უმდიდრესი ბიბლიოთეკა შექმნა თავისი ცხოვრების მანძილზე თეიმურაზ ბატონიშვილმა. თუ რაოდენ მდიდარი ფონდი გააჩნდა მას, ამისათვის მისი ბიბლიოთეკის კატალოგიც საკმარისია. [20] კატალოგის აგებულება, ფორმა, სტრუქტურა, აღწერა, ანოტაცია და შედგენის მთელი კულტურა იმაზე მეტყველებს, რომ ქართველი ინტელიგენციისათვის უცხო არ უნდა ყოფილიყო წიგნების აღწერა-აღწესების, ანუ ბიბლიოგრაფიკის სრულყოფილი სისტემა. თანაც საგულისხმოა, რომ ეს სისტემა ითვალისწინებს ეროვნულ ტრადიციებს, რაც მას ორიგინალის პრეტენზიულობას ანიჭებს.

ამ კატალოგში აღწერილი წიგნები მხოლოდ ნაწილია იმ დიდი ბიბლიოთეკისა, რაც მემკვიდრეობით გადმოდიოდა ბაგრატიონთა კარზე და რისი წაღებაც მოხერხდა რუსეთში. აქ იყო უძველესი ხელნაწერი და ნაბეჭდი ქართული წიგნები, მაგრამ თეიმურაზი არ კმაყოფილდებოდა მხოლოდ იმით, რაც მემკვიდრეობით ერგო. სისტემატურად იძენდა ახალ-ახალ წიგნებს. ამასთან ის არა მარტო იცავდა მათ, არამედ სპეციალურად ქმნიდა პირობებს მათი გამოყენებისათვის. თავად დიდი მეცნიერი და წიგნმცოდნე, განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევდა წიგნის პროპაგანდას და ზოგ შემთხვევაში მათ საჩუქრადაც კი აძლევდა უცხოელ მეცნიერებს.

არაერთ გამოჩენილ ქართველ მოღვაწეს უსარგებლია ამ ბიბლიოთეკით. აქ უმუშავიათ: პლატონ იოსელიანს, სოლომონ დოდაშვილს, დავით ჩუბინაშვილს, სოლომონ რაზმაძეს, იოანე ბაძლიძეს, სიმონ ტაბიძესა და სხვ. [21].

თეიმურაზ ბატონიშვილს განზრახული ჰქონდა თავისი პირადი ბიბლიოთეკა სახალხო მოხმარების ბიბლიოთეკად გადაექცია. სიცოცხლეში მან ეს ვერ მოახერხა და თავის მეუღლეს დაუტოვა ანდერძად, რომ თავისი წიგნებისათვის ერთი სახლი გამოეყოს, რომლითაც ქართველები ისარგებლებდნენ. „...ჩემი ქართული წიგნები სრულად შენ დაგიდევ და თქვენ შემდგომად ჩვენს საყდარს, საცა გექმნებათ,

გამორჩევით ერთი სახლი უნდა გაუქმეთ და დააწყეთ ყოველივე წიგნები: საღმრთო, თუ საერო, რომ საქართველოს ხალხის სახმარათ იქ ეწყოს საუკუნოდ“ [22]. მისი ანდერძი ვერ შესრულდა. თეიმურაზი 1846 წ. გარდაიცვალა, ხოლო ორიოდე წლის შემდეგ მისი ბიბლიოთეკა მთლიანად გადაეცა რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის სააზიო განყოფილებას. ამის შემდეგ ეს ფონდი მეცნიერთა მხოლოდ ვიწრო წრისთვის გახდა ხელმისაწვდომი.

საკმაოდ მოზრდილი ბიბლიოთეკა გააჩნდა გიორგი მეფის შვილიშვილს – დავით ბაგრატიონსაც. მისი გარდაცვალების შემდეგ, 1888 წელს, წიგნები საგარეო საქმეთა სამინისტროს მოსკოვის არქივმა შეიძინა [23].

განსაკუთრებით დიდი და ძლიერ მდიდარი ბიბლიოთეკა ჰქონდა პეტერბურგში გამოჩენილ ქართველ ლექსიკოგრაფსა და მეცნიერს ნ. ჩუბინაშვილს.

1837 წელს საქართველოში გამოგზავრებულს, მეხსიერებით სიაც კი შეუღდენია იმ ფონდისა, რომელიც თავისი ძმისწულის დავითისათვის დაუტოვებია. ამით ნათელი წარმოდგენა გვეძლევა ამ ფონდის შემადგენლობასა და სიმდიდრეზე [24].

ნ. ჩუბინაშვილს წიგნები საქართველოშიც ჰქონდა. 1843 წელს როდესაც ის პეტერბურგში დაბრუნდა, თავის ძმისწულთან უსიამოვნება მოსვლია ამ წიგნების თაობაზე, რადგანაც დავითმა ეს წიგნები მიითვისა. ნ. ჩუბინაშვილს თავისი ფონდის სრული ნუსხა ჰქონდა შედგენილი, მაგრამ მას ჩვენამდე არ მოუღწევია. ნიკო და დავით ჩუბინაშვილების დავა იმით იყო გამოწვეული, რომ ნიკოს ბიბლიოთეკაში შერწყმული ყოფილა მისი ძმის – დავითის მამის წიგნებიც. ნ. ჩუბინაშვილი ფონდის განთავსებისათვის საჭირო ფართობის უქონლობის გამო წიგნებს სხვადასხვა ოჯახებშიც ინახავდა, რამაც გამოიწვია მისი კოლექციის შეთხლება. მისი სიკვდილის შემდეგ მთელი ეს ფონდი დავით ჩუბინაშვილს დარჩენია, რომელმაც იგი თავის ბიბლიოთეკას შეუერთა და ამით საკმაოდ დიდი ფონდი შეგროვდა მის ხელთ. ამ ბიბლიოთეკის სისტემატური აღრიცხვა მოცემული აქვს ალ. ცაგარელს [25]. ამ ფონდის შესახებ არაერთხელ დაწერილა „ივერიაში“ [26] – ქართველ საზოგადოებას აწუხებდა მისი საბოლოო ბედი [27]. განსაკუთრებით ზრუნავდა ამაზე წერა-კითხვის გამავრცელებელი საზოგადოება, მას შემდეგ, როდესაც 1891 წელს ცნობილი გახდა დავით ჩუბინაშვილის მემკვიდრეების განზრახვა – ბიბლიოთეკა ამ საზოგადოებისათვის გადაეცათ.

საქართველოს გარეთ არსებული ქართველ მოღვაწეთა ბიბლიოთეკები, მიუხედავად აქ თავმოყრილი უმეტესად რუსული და ევროპული წიგნებისა, დიდ საქმეს აკეთებდა ქართველ მკვლევართათვის. ისინი ერთგვარად აღვივებდნენ ქართულ ინტელიგენციაში საბიბლიოთეკო საქმისადმი ინტერესს; თავიანთი ფონდითა და მიზანდასახულობით ისინი ქართული კულტურისა და მთელი სულიერი ცხოვრების ნაწილს წარმოადგენდნენ.

XIX საუკუნის დასაწყისში საქართველოსა და რუსეთში მყოფ ქართველებს შორის ფართოდ იყო გავრცელებული საოჯახო ბიბლიოთეკები; საქართველოში თითქმის არც ერთი კუთხე არ იყო დარჩენილი, სადაც კერძო ინიციატივით არ არსებულყო პატარა საბიბლიოთეკო ცენტრი ამა თუ იმ შეძლებული ოჯახის პირადი ბიბლიოთეკის სახით. ეს ბიბლიოთეკები, როგორც დემოკრატიული სულიკვთებითაც არ უნდა ყოფილიყვნენ მათი მფლობელები, მისაწვდომი იყო მხოლოდ საზოგადოების მაღალი ფენის მცირე ნაწილისათვის და მათ ფართო კულტურულ-საგანმანათლებლო მისიის შესრულება არ შეეძლოთ. მიუხედავად ამისა, იშვიათი წიგნების გამოვლენისა და თავმოყრის, მათი დაცვის, შეგროვების თვალსაზრისით, აგრეთვე, ქართველ ხალხში კულტურული, წიგნური მოთხოვნების

ჩამოყალიბებისა და საბიბლიოთეკო მომსახურების ინტერესის გაღვივების საქმეში, მათ უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
ცენტრალური სამეცნიერო ბიბლიოთეკა

(შემოვიდა 14.7.1995)

ИСТОРИЯ

Н.А.Гургенидзе

## Частные библиотеки Грузии как очаги культуры

Р э з ю м е

Библиотечное дело в Грузии имеет многовековую историю. К концу XVIII века упадок культурного уровня достиг своего предела. Закончился первый период истории библиотек Грузии и начался второй, продолжавшийся до проведения крестьянской реформы Грузии. Монастырские библиотеки фактически прекратили существование, царская библиотека бесследно исчезла, вся тяжесть культурной деятельности легла на аристократические семьи. Усиливаются личные библиотеки. В их числе выделяются семейные библиотеки царевича Теймураза, Платона Иоселиани, князей Дадиани, Церетели, В.Орбелиани и других. Положение в какой-то степени меняется после крестьянской реформы. Создаются школы, открываются первые народные библиотеки.

HISTORY

N. Gurgeni dze

## Private Libraries in Georgia, as Cultural Centres

S u m m a r y

Libraries in Georgia have a century-old history. The decline reached its lowest point by the end of the 18th century. One major period in the history of Georgian libraries ended and a second stage commenced, lasting till the land reform. Monastic libraries actually stopped their existence, the royal library has been disappeared without a trace. The whole burden of cultural and library activity devolved on aristocratic families. Private libraries gained in size and importance. In this respect there can be distinguished the family libraries of Teimuraz Batonishvili, Platon Ioseliani, the Adianis, the Tseretelis, V.Orbeliani and others. The situation changed after the land reform. Some schools and first popular libraries were opened.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. გ.მიქაძე. გიორგი თუმანიშვილი. - წიგნში: ძველი ქართული მწერლობის საკითხები. კრებული პირველი. თბილისი, 1962, გვ.38.
2. სოლომონ დოდაშვილი. თბზულებანი. თბილისი, 1961, გვ.15.
3. „დროება“, 1883, №175.
4. „ივერია“, 1888, №236, 238, 239, 240, 254.

5. გ.გოზალიშვილი. 1832 წლის შეთქმულება. ტ-2. თბილისი, 1970, გვ.413-414.
6. *А.А.Цагарели*. Сведения о памятниках грузинской письменности. Т. 1., вып.3. Спб., 1894, с.102-148.
7. „დროება“, 1872, №6; 1884, №117; 1885, №60, 72; „ივერია“, 1885, №12, გვ.89-97.
8. „დროება“, 1891, №85.
9. გ.გოზალიშვილი. 1832 წლის შეთქმულება. ტ-1. თბილისი, 1935, გვ.65,152.
10. მ.ჭანაშვილი. წერილი რედაქციის მიმართ. – „ივერია“, 1891, №165.
11. ი.ლოლაშვილი. ნიკოლოზ ბარათაშვილის ლიტერატურული მემკვიდრეობა. თბილისი, 1968, გვ.83-84.
12. ე.თაყაიშვილი. არხეოლოგიური მოგზაურობანი და შენიშვნანი. წიგნი 1. თბილისი, 1907, გვ. 273-296.
13. „დროება“, 1871, №28; 1873, №20; 1875, №79; 1884, №117; ი.ხოტეველი. საბიბლიოგრაფიო წერილი. – „ივერია“, 1889, №138.
14. „ივერია“, 1887, №138; ე.თაყაიშვილი. წერილი რედაქციის მიმართ. – „ივერია“, 1891, №89, 229; ი.ხოტეველი. საბიბლიოგრაფიო წერილი. – „ივერია“, 1889, №138.
15. პლატონ იოსელიანის წერილები აკად. მარი ბროსესადმი. – შოთა რუსთაველის სახელობის ბათუმის სახელმწიფო სამასწავლებლო ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომების კრებული. წიგნი 1. ბათუმი, 1941, გვ. 156; ა.ლორია, ნ.გურგენიძე. საბიბლიოთეკო საქმე საქართველოში (1921 წლამდე). თბილისი, 1974, 159-164.
16. „ივერია“, 1888, №198; „კვალი“ 1884, №12, გვ.4; ზ.ქიქინაძე, პლატონ იოსელიანი. თბილისი, 1893, გვ.23.
17. *А.А.Цагарели*. Сведения о памятниках грузинской письменности. Т.1, вып.3. Спб., 1894, с.188,238; „დროება“, 1880, №212.
18. „კვალი“, 1895, №27, გვ.3.
19. ს.დოდაშვილი. თხზულებანი. თბილისი, 1961, გვ. 387-388. კომენტარები იხ.: ა.ლორია, ნ.გურგენიძე. საბიბლიოთეკო საქმე საქართველოში (1921 წლამდე). თბილისი, 1974, გვ.165-166.
20. თეიმურაზ ბატონიშვილის წიგნთსაცავის კატალოგი. დამზადა გამოსაცემად, წინასიტყვაობა და შენიშვნები დაურთო ს.იორდანიშვილმა. თბილისი, 1948; აგრეთვე: – გ.შარაძე. თეიმურაზ ბატონიშვილი. ცხოვრება. თბილისი, 1972.
21. პ.კარბელაშვილი. თეიმურაზ ბატონიშვილი. – „საქართველო“, 1916, №146.
22. თეიმურაზ ბატონიშვილის წიგნთსაცავის კატალოგი. დამზადა გამოსაცემად, წინასიტყვაობა და შენიშვნები დაურთო ს.იორდანიშვილმა. თბ., 1948, გვ. IV.
23. *А.А.Цагарели*. Сведения о памятниках грузинской письменности. Т.1. вып.3. Спб., 1894, с.248-251.
24. იქვე.
25. იქვე., 102-148.
26. „ივერია“, 1891, №192, 242; 1892, №177.
27. „მწყემსი“, 1892, №2, გვ.11-12.

გ. ახვლედიანი

## მცირე განმარტება ანარქისტული მოძღვრების საფუძვლებთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ლორთქიფანიძემ 24.12.1992)

ცნობილია, რომ ანარქისტული მოძღვრების მწყობრი და ჩამოყალიბებული, შესაბამისი ფილოსოფიით გამაგრებული „კლასიკური პერიოდი“ XIX საუკუნის მეორე ნახევარია, მაგრამ, როგორც ყოველ მოძღვრებას, მასაც, უთუოდ, წარსულში აქვს გადგმული ფესვები.

ამდენად, ანარქიზმის თეორიითა უკან შესაძლოა იდგეს სხვადასხვა დროსა და ეპოქაში მარცვალ-მარცვალ მოკრეფილი აზრები, რომელთა გამომთქმელნიც, რა თქმა უნდა, არც კი ექვობდნენ, რომ მათ ანარქიზმის შესაძირკვლეზად წარმოაჩენდნენ.

ანარქიზმის წინამორბედებად, ჩვეულებრივ, ასახვლებენ სერ თომას მორს, პასტორ უილიამ გოდვინს, რობერტ ოუენს და სხვებს, რომელთა თზზულებზშიც აშკარაა „თავისუფალი ადამიანისკენ“ სწრაფვა.

მკვლევარ-ისტორიკოსთა შეზედულებანი თუ კლასიფიკაციები ამ საკითზებთან დაკავშირებით მეტად ჭრელი და ტვეადია, თუმცა, მაინც საჭიროდ ჩავთვალეთ ყურადღება გაგვემაზვილებინა ერთ-ერთ მათგანზე.

ანარქიზმის ძირების ჩზრეკა ზოგან იქამდეც კი მივიდა, რომ მისი ფესვები ლამის სამყაროს შექმნას დაუკავშირეს. მეტად ნიშანდობლივია მაგალითი, რომელსაც ჭვემთ განვიხილავთ.

თავის დროზე მეტად პოპულარული ისტორიკოსი, მოსკოველი პროფესორი სოლომონ ლურიე დიდად გაიტაცა ანარქიზმის არქაული ნაღვეების ძიებაზ. ლურიე ანტიკური ხანის ისტორიის სპეციალისტი იყო და ანარქიზმის ფესვების ჩზრეკა თავის საყვარელ ეპოქაში დაიწყო. 20-იანი წლების მოსკოვში ჭერ კიდევ არსებობდა ანარქისტული გამომცემლობა „გოლოს ტრუდა“, რომელსაც აზბოროვოი ხელმძღვანელობდა. ამ გამომცემლობაზ 1925-26 წლებში დასტამბა ლურიეს ორი თზზულება: „ანტიფონტი-უძველესი ანარქისტული სისტემის შემოქმედი“ და „ანარქიზმის წინაპირობანი ძველ მსოფლიოში“.

ლურიე, ხსენებულ ნაშრომებში, აყალიბებდა საკმაოდ ზედაპირულ შეზედულებებს და ლამის ძველ ეგვიპტეში არწევდა ანარქიზმის აკვანს. ვერავითარ კრიტიკას ვერ გაუძლებს მისი კონცეფცია ანარქისტული მოძრაობების შესახებ ძველ რომში, პალესტინასა და ეგვიპტეში.

თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ლურიეს ჰქონდა გარკვეული ხელჩასაკიდი მასალები, მაგრამ, მათი, როგორც ე.წ. „ანტიკური ანარქიზმის“ არსებობის მტკიცებათა ფაქტების წარმოდგენა, ყოვლად შეუძლებელია.

თანამედროვე საისტორიო მეცნიერებაზ ფაქტობრივად ნათელი მოჭვინა ანარქიზმის საფუძვლების შესწავლის საკითხს. ამიტომ, შესაძლოა არც ღირდეს უკვე



დამტკიცებულის ხელახლა მტკიცება, მაგრამ, აუცილებელია აღვნიშნოთ, ლურიეს შეხედულებებს და მის მემკვიდრეობას საკმაოდ მაღალ შეფასებას აძლევენ დღევანდელი რუსი ავტორები.

დავუბრუნდეთ ანარქიზმს.

ლურიეს განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ანტიფონტი.

ანტიფონტი - ძვ.წ. V-IV საუკუნეების ბერძენი ფილოსოფოსი, სოფისტი იყო. ის სიბრძნისა და მჭერმეტყველების პროფესიონალი მასწავლებელი გახლდათ და, როგორც სოფისტი, ასწავლიდა საკუთარ შეხედულებათა მტკიცედ და შეურყევლად დაცვას [1].

ლურიე იყენებს ანტიფონტის ზენამდე მოღწეულ თხზულებათა ფრაგმენტებს, რომლებშიც გაბნეულია ხსენებული ფილოსოფოსის შეხედულებანი საბუნებისმეტყველო, იურიდიულ თუ ფილოსოფიურ საკითხებზე [2].

ანტიფონტის შეხედულებათა სწორად გაგებისათვის და ასევე იმისთვის, რომ დავინახოთ ლურიეს მთავარი შეცდომა მასთან მიმართებაში, აუცილებელია ვიცოდეთ, თუ რას გულისხმობს სოფისტური სკოლის ეს წარმომადგენელი თავის თხზულებებში მიმოფანტულ აზრებში. ლურიე განიხილავს ანტიფონტის მემკვიდრეობას და ყურადღებას არ აქცევს სოფისტური მსოფლალქმის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მომენტს - ბუნების, როგორც შედარებით მუდმივი ელემენტის დაპირისპირებას საზოგადოებრივ კანონებთან და რჯულდებებთან, როგორც ცვალებად და თავისუფლად წარმოქმნილ ფაქტორებთან. ანტიფონტის ფილოსოფიის ძირი სწორედ ამაში ძვეს და ანარქიზმი აქ არაფერშუაშია. ლურიეს აზრი, რომ ანტიფონტის განსჯანი სასამართლოს, როგორც მჩაგვრელი აპარატის შესახებ და ასევე სახელმწიფო მმართველობის სისტემის კრიტიკა, თანამედროვე მეცნიერებასთან აახლოებს მას, ნაკლებად დამაჭერებელია. დიახ, ანტიფონტი ამბობს, რომ ყველაფერი, რაც ადამიანის ხელითაა შექმნილი ხელოვნურია, რომ სახელმწიფო ზღუდავს პიროვნებას და რომ კანონები იმიტომ უნდა დაიკვა, რომ არ დაისაჯო, რომ მსოფლიოს ხალხებს შორის განსხვავებები არ არსებობს და მდიდრები არაფრით სჯობიან ღარიბებს [2].

ყოველივე ამის დასამტკიცებლად ის მოიხმობდა ბუნებას, ყველაფერ იმას, რაც ბუნებრივია.

მაგრამ ყოველივე ზემოთქმული არ შეადგენს ანარქიზმის კლასიკური გაგების ერთ პროცენტსაც კი. ანტიფონტს არსად აღუნიშნავს, რომ სახელმწიფო უნდა მოისპოს, მით უმეტეს, მას არ დაუსახავს ამის გზები და საშუალებები [2].

იგი სრული პირადი თავისუფლების მისაღწევ საშუალებას სახელმწიფოს მოსპობით კი არა, მისი საკანონმდებლო და აღმასრულებელი აპარატის სრულყოფილ დაუფლებაში ხედავს [1]. ნიშანდობლივია ასეთი ფაქტიც: „...Учениками Антифонты были Критий и Алкибиад, практические политические деятели, в целях личного могущества бросившие вызов афинской государственности и дерзко поставившие себя вне закона“ [3].

ანტიფონტი სოფისტია, ის მეცნიერი და ფილოსოფოსია, მის სახელმწიფო-სამართლებრივ ძიებათა მთავარი შედეგი არის მტკიცება ახალი ტიპის მმართველობის შემოღებისა, რომელსაც უნდა ახორციელებდეს ძლიერი პიროვნება და არა ათენური სახელმწიფოს აპარატი.

ანტიფონტის (და ანტიკური ეპოქის სხვა მოაზროვნეთა) თხზულებებით შეუძლებელია ანარქიზმის ერის დაწყება. ძალზე მკრთალი და შორეული მსგავსება

ანტიფონტის გამონათქვამებსა და ანარქიზმის დოგმებს შორის ვერ დაგვარწმუნებს იმაში, რომ ანტიფონტი მსოფლიო ანარქიზმის პიონერია. თვით ლურიეს ამის საწინააღმდეგო მრავალი ფაქტი მოჰყავს თავის წიგნში, მაგრამ იგნორირებს მათ და თავის ექსცენტრულ კონცეფციას აკოწიწებს.

იმავე 20-იანი წლების საბჭოთა ავტორთა რიგი, ანტიფონტის და სხვა ანტიკური ხანის მოღვაწეთა ნააზრევს არ მიიჩნევს მწყობრი ანარქისტული სისტემის შემომღებად, თუმცაღა თვლის, რომ ანტიკურ ფილოსოფიაში იყო ცალკეული ელემენტები ანარქისტული მიმართულებისა [4], რაც უდავოდ უფრო მართებულია, ვიდრე ლურიეს შეხედულებანი.

ამ უთუოდ უნდა გავითვალისწინოთ საკმაოდ აქტიური სოციალური მუხტი, რომელიც ყოველ ეპოქას თავისებური აქვს. უნდა გავითვალისწინოთ ბევრი სხვა ფაქტორიც, მათ შორის, რა თქმა უნდა, პოლიტიკურიც. სოციალურ საკითხთა სიმწვავე, სტრუქტურები, რომელთა დახვეწილობა თუ დაუხვეწაობა დიდ გავლენას ახდენს და ხშირ შემთხვევაში შობს კიდევ გარკვეულ სოციალ-ფილოსოფიურ რადიკალიზმს, უკვე ნახსენები ეპოქისათვის არ შეიძლება ჩავთვალოთ იმგვარ აქტიურ ელემენტად, რომელიც შობდა იმგვარ რადიკალურ იდეას, როგორც ანარქიზმი, რადგან ვერ პორიზონტზე არ ჩანდა, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ანარქიზმის წინანისტორიაც კი.

ამის ნათელი მაგალითია ის ფაქტი, რომ ანარქისტული მოძღვრების მეტ-ნაკლებად ტევადი საფუძველი ჩაყრილ იქნა სწორედ საფრანგეთის რევოლუციის შემდგომ წლებში. აღიარებულია, რომ ბიძგი ანარქიზმის შობისა გახლდათ, სხვა ფაქტორებთან ერთად, ინგლისელი პასტორი უილიამ გოდვინი, XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნის პოპულარული მოღვაწე, რომლის წიგნიც, „გამოკვლევა პოლიტიკური სამართლიანობის შესახებ“ 1793 წელს, საფრანგეთის რევოლუციის ყველაზე მეტად სისხლიან ხანაში გამოვიდა. პასტორის წიგნში ლაპარაკი იყო სახელმწიფოს, როგორც ადამიანთა ყოფის მოდელის უვარგისობაზე, მისი გაუქმების აუცილებლობასა და ე.წ. სამრევლო კავშირების შექმნაზე, რომელთა სტრუქტურაც, რა თქმა უნდა, რელიგიისგან თავისუფალი ანარქისტთათვის საოცნებო მუშათა თავისუფალი კავშირების წინააღმდეგ შეიძლება მივიჩნიოთ.

პირველი სერიოზული ნიშანი მეზარძოლი ანარქიზმისა ევროპაში მაშინ გაჩნდა, როცა ანტიფონტი ოცდაორი საუკუნის გარდაცვლილი იყო. მისი ფესვები თუმცა ბევრად ახლოა, მაინც შეუდარებლად ღრმაა ვიდრე ანტიკურ ეპოქაში ნაქმნი პიონერის ანარქისტობისა.

ანარქიზმის აკვანი, მიუხედავად წარსულში მიმობნეული ორიოდ მარცვლისა, მაინც ახალი ევროპაა, რადგან, როგორც აღვნიშნეთ, ანარქიზმი ითხოვს იმას, რისი მოთხოვნაც მხოლოდ კაპიტალისტური ურთიერთობების დროსაა მოსალოდნელი.

ანტიფონტი ვერ შექმნიდა ანარქისტული მოძღვრების ვერანაირ საფუძველს თუნდაც იმის გამო, რომ საზოგადოება, რომელშიც იგი მოღვაწეობდა, ვერ აღიქვამდა სახელმწიფოს მოსპობის იდეას.

ი.ჭავჭავაძის სახ. თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 8.02.1993)

Г. Ахвледiani

## По поводу основ анархизма

Резюме

В статье рассмотрена одна ошибочная гипотеза, которую в 20-е гг. довольно широко популяризировали некоторые советские ученые. В гипотезе дается попытка представить основой анархистского учения взгляды некоторых малоизвестных античных ученых. Показана маловероятность указанной гипотезы.

HISTORY

G. Akhwlediani

## About the Basis of Anarchism

Summary

A certain false hypothesis, which was popularized by some Soviet scientists in the 20-ies is considered in the article. In this hypothesis there is given an attempt to present opinions of some ancient scholars as the basis for anarchic theories. The hypothesis is criticized by the author.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Философы прошлого. С.-П., 1901.
2. *Антифонт*. Об истине. М., 1924.
3. *С.Лурие*. Антифонт - творец древнейшей анархистской системы. М., 1925.
4. *В.Залежский*. Анархисты в России. М., 1930.



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის  
ულოცავს

დაბადების მე-80 წლისთავს

მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტს, აკადემიკოსს

**ანდრია ავაქიძეს,**

აკადემიკოსებს

**ნინო ჯავახიშვილს და გიორგი ზოლოზვილს,**

დაბადების 70-ე წლისთავს აკადემიკოსებს

**ანა კალანდაძეს და გიორგი გიგაურს,**

დაბადების მე-60 წლისთავს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს

**გური ცაგარეიშვილს.**

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმი  
და ა დ გ ე ნ ი ლ ე ბ ა

1995 წლის 7 დეკემბერი

ქ. თბილისი

№ 96

ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებათა  
აკადემიის მოამბის“ ქართულ და ინგლი-  
სურ ენებზე ბეჭდვის შესახებ

პრეზიდიუმი ადგენს:

1. 1996 წლიდან ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
„მოამბეში“ სტატიები დაიბეჭდოს ქართულ და ინგლისურ ენებზე.
2. 1996 წლის 1 იანვრიდან ჟურნალ „მოამბეში“ დასაბეჭდად  
სტატიები ავტორებმა წარმოადგინონ ქართულ და ინგლისურ ენებზე.

საქართველოს მეცნიერებათა  
აკადემიის პრეზიდენტი, აკად.

ა.თაყვალაძე

საქართველოს მეცნიერებათა  
აკადემიის აკადემიკოს-მდივანი, აკად.

ლ.გაბუნია

## ავტორთა საყურადღებოდ

1. ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებთა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ 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 მეცნიერებთა 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 წელაწინაში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს ერთი წერილისა თითოეულ ნომერში (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით). საკუთარი – რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად – არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარსადგინად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით ქართულ და ინგლისურ ენებზე ორ-ორ ცალად. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვს, 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 ღებულაზს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. იმის გამო, რომ ამიერიდან ჟურნალის სტატიები იწყობა კო მპიუტერზე, რედაქციისათვის უმჯობესია, თუ შრომა წარმოდგენილი იქნება დისკეტაზე ჩაწერილი ფაილის სახით. ამასთან დაკავშირებით, საჭიროა, რომ ავტორებმა საკონსულტაციოდ მიმართონ რედაქციას.

7. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერულ დირებულეა აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების I მუხლის მოთხოვნას.

8. 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 დსკენები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

9. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის (ავტორთა) ინიციალები და გვარი (გვარები), ქვემოთ – წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს იწერება მეცნიერების დარგი, რომელსაც განეკუთვნება წერილი. ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს აღინიშნება იმ დაწესებულების სრული დასახელება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

10. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა

გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწევა ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში. 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 შავი ხაზი. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწიტი ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები).

11. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი, თუ დამოწმებულია საქრნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ 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 მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში ევადრატულ 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.

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით – არაუმეტეს ორი დღისა. თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

(დამტკიცებულია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969, 15.4.1994 და 7.12.1995)

რედაქციის მისამართი: 380008 თბილისი-8, რუსთაველის პროსპ. 52, ოთახი № 433, ტელ. 99-75-93.

## К сведению авторов

1. В журнале „Сообщения АН Грузии“ публикуются статьи академиков и 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 Грузии.

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 Грузии принимаются непосредственно в редакции „Сообщений“, статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН Грузии. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в „Сообщениях“ не более одной статьи разных авторов в каждый номер (только по своей специальности), собственные статьи – без ограничения, а с соавторами – не более трех в течение года. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления большего числа 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 (в соавторстве или без) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где выполнена работа, на имя редакции „Сообщений АН Грузии“.

5. Статья должна быть представлена автором в готовом для печати виде, по два экземпляра на грузинском и английском языках. Объем статьи, включая иллюстрации и список цитируемой литературы, приводимый в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статья 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.

6. Ввиду того, что журнальные статьи набираются на компьютере, для редакции желательно, чтобы тексты были представлены в виде файла на дискете. Для этого авторам необходимо обратиться в редакцию для получения консультаций.

7. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть напечатано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать новизну и научную ценность результатов, а также соответствие статьи требованиям пункта 1 настоящего положения.

8. 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.

9. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы, в середине, пишутся инициалы и фамилия автора, затем – название статьи; справа, сверху, представляющий указывает принадлежность статьи к области науки. В конце основного текста статьи, с левой стороны, автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

10. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте, чертежи должны быть выполнены черной тушью. Надписи на чертежах



n 10/12

должны быть выполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже при уменьшении они оставались отчетливыми. Подписи к рисункам, 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 место расположения иллюстраций. 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, над строчными – также две черты черным карандашом сверху. Карандашом, полукругом, должны быть обведены индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

11. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем – фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, можно указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

12. 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.

(Утверждено Президиумом Академии наук  
Грузии 10.10.1968; внесены изменения 6.02.1969,  
15.04.1994 и 7.12.1995)

Адрес редакции: 380008, Тбилиси-8, пр. Руставели 52,  
комната 433, телефон: 99-75-93

ИНДЕКС 76181

